

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 22.03.2022 11:33:02  
Уникальный программный ключ:  
c6d909c49c1d2034fa3a01566c4aa51e73732e7e2

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### IT- индустрия

#### Цель дисциплины:

Получение студентами теоретических знаний о составе, направлениях развития информационно-технической индустрии и её составляющих.

#### Задачи дисциплины:

- изучение и классификация IT-индустрии, её базовых понятий, классификация компонентов;
- изучение компонентов IT-индустрии с учётом истории их появления и развития;
- рассмотрение вопросов практического применения полученных знаний.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные и расширенные понятия, определяющие состав IT-индустрии и её компонентов;
- лучшие практики и особенности реализации и функционирования компонент IT-индустрии.

##### уметь:

- прогнозировать тренды развития IT-индустрии, основываясь на базовых понятиях и текущем состоянии;
- применять полученные знания на практике.

##### владеть:

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

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Введение.

Обзор курса. Структура и цели курса. Обзор литературы. Требования к дифференцированному зачету.

### 2. ERP-системы: характеристики, особенности, внедрение.

Концепция ERP. Обзор ERP-систем. Преимущества и недостатки. Ограничения.

Базовая функциональность ERP. Состав ERP-системы по модулям. Отраслевые решения.

Компоненты ERP системы: SSTD, EAM, MES, WMS, CRM, SCM, CMMS, HRM, CTMS ISM.

### 3. Обзор ИТ-рынка.

Основные потребители и поставщики. Рас-тущие и стагнирующие сегменты. Региональные особенности ИТ-рынка. ИТ-аутсорсинг. Стандарты в области ИТ-услуг и поддержки. ITIL/ITSM.

### 4. Управление ИТ-компанией.

Организационная структура типичной ИТ-компании. Иерархия и матрица. Бизнес-направления и бизнес-единицы.

Основные функциональные подразделения ИТ-компании. Маркетинг и продажи, PR, финансы, R&D, производство их взаимодействие.

Рабочие группы и проектные команды. Управленческая и техническая лестница. Персонал ИТ-компании. Подбор персонала (поиск, найм, интервью, принципы оплаты труда).

Корпоративная культура и ценности компании. Стили управления. Внутренние коммуникации.

### 5. Управление проектами.

Управление проектами. Основные принципы. Методологии управления проектами.

Виды ИТ-проектов. Участники проектов. Оценка трудоемкости проектов. Планирование ресурсов, учет затрат. Управление рисками.

Проекты разработки ПО. От уточнения требований до внедрения. Модели и методологии разработки ПО. Стадии разработки (требования, задания, спецификации, проекты, разработка, тестирование, испытания и пр.)

Понятие о системе управления качеством. Стандарты управления качеством. Сертификация системы управления качеством.

Принципы лидерства. Личная эффективность. Путь к успеху.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Авиационные радиоэлектронные комплексы**

#### **Цель дисциплины:**

Дать обучаемым фундаментальные знания по теоретическим основам, принципам построения и функционирования авиационных радиоэлектронных комплексов современных воздушных судов (ВС) различного назначения.

Предметом дисциплины являются основы теории современных и перспективных авиационных радиоэлектронных комплексов; принципы построения и функционирования, алгоритмы комплексной обработки информации.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами теоретических основ, принципам построения и функционирования авиационных радиоэлектронных комплексов современных воздушных судов (ВС);
- приобретение теоретических знаний в области современных и перспективных авиационных радиоэлектронных комплексов;
- приобретение теоретических знаний и навыков практического использования алгоритмов комплексной обработки информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы построения авиационных радиоэлектронных комплексов;
- основные обобщенные характеристики авиационных радиоэлектронных комплексов;
- методы анализа и синтеза авиационных радиоэлектронных комплексов;
- алгоритмы комплексной обработки информации в авиационных радиоэлектронных комплексах при их применении по назначению;
- особенности функционирования авиационных радиоэлектронных комплексов при применении по назначению.

**уметь:**

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

**владеть:**

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методикой анализа и синтеза радиоэлектронных систем с применением марковской теории оценивания случайных процессов;
- методикой оценки эффективности авиационных радиоэлектронных комплексов при применении по назначению.

**Темы и разделы курса:****1. Анализ авиационных радиоэлектронных комплексов.**

Описание авиационных РЭК в пространстве состояний. Математические модели авиационных РЭК и протекающих в них процессов. Наблюдаемость авиационных РЭК. Управляемость авиационных РЭК. Анализ авиационных РЭК как непрерывных линейных многомерных динамических систем. Анализ авиационных РЭК как дискретных линейных многомерных динамических систем.

**2. Бортовые вычислительные системы авиационных радиоэлектронных комплексов.**

Решаемые задачи и классификация БВС. Характеристики бортовых вычислительных систем авиационных РЭК. Архитектура и структура БВС. Система информационного обмена БВС. Программное обеспечение БВС.

**3. Введение. Принципы построения авиационных радиоэлектронных комплексов.**

Предмет и задачи дисциплины. Бортовые комплексы ВС. Определение авиационных радиоэлектронных комплексов (РЭК). Роль и место авиационных РЭК.

Назначение, классификация и задачи, решаемые авиационными РЭК. Основы общего подхода к построению авиационных РЭК. Состав и структурная схема авиационных РЭК. Авиационные РЭК интегрального типа.

**4. Основы построения авиационных радиоэлектронных комплексов при решении задач навигации.**

Особенности применения авиационных РЭК при решении задач навигации. Системы координат, используемые в авиационных РЭК при применении по назначению. Принципы функционирования и алгоритмы КОИ в РЭК при счислении координат. Принципы функционирования авиационных РЭК в режимах коррекции координат от позиционных измерителей. Особенности построения в авиационных РЭК алгоритмов для вычисления координат ВС. Принципы функционирования авиационных РЭК при вождении ВС в группе.

5. Основы построения авиационных радиоэлектронных комплексов при решении специальных задач.

Особенности применения авиационных РЭК при решении специальных задач. Принципы функционирования авиационных РЭК при решении специальных задач. Алгоритмы КОИ при определении координат и параметров движения воздушных и наземных объектов. Синтез субоптимальной системы КОИ. Формирование сигналов управления ВС в процессе применения по назначению.

Заключение.

Направления развития авиационных радиоэлектронных комплексов.

6. Особенности построения и применения авиационных радиоэлектронных комплексов.

Радиоэлектронная защита радиоэлектронных средств в авиационных РЭК. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в составе авиационных РЭК. Взаимодействие экипажа с авиационным РЭК. Индикация и отображение информации в авиационных РЭК.

7. Синтез авиационных радиоэлектронных комплексов.

Оценивание и управление в авиационных РЭК. Принцип распределения информации при оценивании и управлении. Оптимальное оценивание в авиационных РЭК и принципы комплексирования устройств и систем. Оптимальная линейная непрерывная комплексная обработка информации (КОИ) в авиационных РЭК. Оптимальная линейная дискретная комплексная обработка информации в авиационных РЭК. Модели сигналов на выходах радиотехнических устройств и систем. Применение алгоритмов оптимальной линейной КОИ в авиационных РЭК.

8. Эффективность авиационных радиоэлектронных комплексов.

Обобщенные характеристики авиационных РЭК. Выбор и разработка показателей и критериев эффективности авиационных РЭК. Математические модели технического состояния авиационных РЭК. Расчетные соотношения для оценки эффективности авиационных РЭК. Показатели эффективности авиационных РЭК. Марковские методы расчета эффективности авиационных РЭК. Определение вероятностей состояний авиационных РЭК при расчете эффективности. Расчет вероятностей состояний авиационных РЭК с использованием прямого произведения матриц.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Академическое письмо на английском языке**

#### **Цель дисциплины:**

- усвоение студентами базовых принципов создания академических текстов и устных выступлений на английском языке и приобретение практических навыков в этой области.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с основными особенностями научного стиля речи и базовыми принципами коммуникации в академической среде,

- изучение наиболее распространенных жанров устного и письменного академического дискурса, как учебных, так и собственно научных,

- формирование навыков создания текстов и устных выступлений на основе представления об их целях, структуре, языковых особенностях и жанровых отличиях.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- цели и задачи научной коммуникации;
- особенности научного стиля, принципы организации научных текстов;
- структурные, лексические и грамматические особенности научных текстов на английском языке;
- требования к содержанию и оформлению научных статей, принятые в международной практике.

##### **уметь:**

- создавать и редактировать научные статьи и другие академические тексты на английском языке в соответствии с требованиями, предъявляемыми зарубежными научными изданиями к рукописям публикаций;
- выступать перед аудиторией с сообщениями, презентациями, докладами по профессиональной тематике на английском языке;

- вести профессиональную переписку на английском языке, необходимую для публикации собственных работ в зарубежных научных изданиях.

**владеть:**

- культурой научной коммуникации;
- правилами межкультурного профессионального общения в устной и письменной формах;
- техникой подготовки устных презентаций по профессиональной тематике и вспомогательных материалов к ним.

**Темы и разделы курса:**

1. Особенности научного дискурса

Цели, задачи и структура курса, требования и формы контроля. Академическое письмо как компонент научного исследования. Общие требования зарубежных научных журналов, индексируемых в международных базах данных, к качеству рукописей и основные причины их отклонения.

Универсальные принципы построения научной статьи и специфика их реализации в англоязычных публикациях. Особенности научного стиля: функции, языковые средства, жанровые разновидности текстов. Структура академического текста. Единство текста и виды логического порядка. Введение и заключение. Абзац и заглавное предложение. Аннотация и резюме текста.

2. Подготовка компонентов научной статьи на английском языке

Основные функции и принципы композиции разделов научной статьи. Требования журналов к элементам научной статьи.

Ключевые слова и их использование в аннотации, заголовке, основных тезисах.

Типы и структура аннотации. Лексические и грамматические средства в аннотации.

Новые структурные элементы научной статьи: графическая аннотация (graphical abstract) и основные тезисы (highlights). Типы, модели, подходы к выбору названия статьи на английском языке.

Деловая корреспонденция с редактором научного журнала и рецензентами.

3. Написание научной статьи на английском языке

Жанровые, лексические, грамматические, синтаксические особенности научного текста на английском языке. Основные типы предложений, аббревиатуры и сокращения, повелительное наклонение, формальные синонимы, скрытое отрицание. Лингвистические приемы, повышающие уровень формальности текста (времена и залог глагола, абзацирование, глоссарии и др.).

Оформление публикаций.

#### 4. Визуальная презентация данных в научных публикациях

Различные типы визуальной презентации: таблицы и графики. Типы графиков.

Выбор типа графика в зависимости от характера представляемых данных. Подписи к иллюстрациям и таблицам как самостоятельный элемент научного текста.

#### 5. Устное выступление и слайд-шоу

Особенности устных жанров научной речи. Виды устных выступлений в научной сфере. Требования к содержанию устного выступления. Структура доклада. Подготовка текста выступления и дополнительных материалов (слайд-шоу). Структура и содержание слайд-шоу, его объём относительно выступления. Дизайн слайда. Типичные ошибки организации слайд-шоу. Ход выступления: начало речи, приёмы удержания внимания аудитории, соблюдение регламента, окончание выступления и ответы на вопросы.

#### 6. Научная коммуникация в сфере массовой информации

Освещение научной работы в числе профессиональных компетенций учёного.

Научная коммуникация как распространение научных знаний в сфере массовой информации. Популяризация науки vs. научная коммуникация.

Наука в современном информационном пространстве. Новые форматы медиарепрезентации науки – в Интернете (тематические онлайн-издания, блоги, социальные сети, подкасты) и оффлайне («научные бои», лектории, фестивали науки и др.). Коммуникативные стратегии в освещении науки в различных форматах.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Актуальные вопросы методологии прогнозно-аналитических исследований**

#### **Цель дисциплины:**

обучение навыкам выявления особенностей описания объекта исследования и постановки решаемой в его рамках задачи, снижения неопределенности результатов прогнозно-аналитического исследования, более точной содержательной интерпретации его результатов, что способствует повышению эффективности применения прогнозов в процедурах принятия экономических решений.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование представлений о роли методологических вопросов в контексте прикладных прогнозно-аналитических исследований;
- обучение навыкам активного формирования содержательного контекста прогнозно-аналитического исследования как совокупности фактографической информации, экономических теорий и статистических данных с учетом свойственной им неоднозначности;
- обучение навыкам уточнения и придания большей «строгости» постановке задачи прогнозно-аналитического исследования;
- воспитание критического отношения к получаемым прогнозным оценкам и обучение методам определения ограничений на свободу и широту их интерпретации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности фактографических данных, экономических теорий и экономической статистики как источников информации об экономике, а также их роль в формировании содержательного контекста прогнозно-аналитического исследования;
- факторы, определяющие неоднозначность представлений различных исследователей об одноименных экономических объектах и феноменах;
- основные элементы иерархии вариантов описания экономических объектов и феноменов;

- факторы, определяющие разрыв между полной совокупностью представлений исследователя (или их группы) об экономическом объекте или феномене и той их частью, которая задает реальное содержание конкретного проекта;
- как различные ситуации выбора, встречающиеся в процессе прикладного исследования, соотносятся со множеством вариантов его проведения и, соответственно, возможных его результатов;
- что используемый исследователем вариант описания экономического объекта или феномена обладает значительной эвристической силой (способностью предопределять содержание и результаты проводимого исследования).

**уметь:**

- применять в своей профессиональной деятельности знания методологического и методического характера, позволяющие активно и сознательно формировать содержательный контекст прогнозно-аналитического исследования;
- использовать в своей прикладной профессиональной деятельности знания об особенностях теоретических концепций, статистических данных и фактографических сведений как трех основных элементов описания экономического объекта или феномена, рассматриваемого в рамках конкретного прогнозно-аналитического исследования;
- выявлять факторы, определяющие неоднозначность вариантов описания одного и того же реального экономического объекта, с которыми работают различные исследователи или их группы;
- переходить от обобщенной постановки задачи, которая формулируется на начальном этапе исследования и задает его общую направленность, к тому конкретному частному варианту постановки задачи, который включает совокупность дополнительных предположений, принятых в процессе фактически проведенного исследования;
- выявлять факторы, определяющие частный характер полученных результатов и не позволяющие дать им некорректную расширительную интерпретацию.

**владеть:**

- навыками корректной интерпретации результатов прогнозно-аналитических разработок и их сопоставления с результатами других исследователей (навыками конструктивного разрешения ситуации, когда результаты нескольких прогнозно-аналитических исследований представляются как разные ответы на один и тот же вопрос навыками перехода от конфликта в логике выбора одного «правильного» ответа к их конструктивному синтезу в логике выявления различий в постановке задачи и способах ее решения, которые делают результаты исследования различными ответами на различающиеся варианты исходного вопроса);
- навыками самостоятельной работы (навыками самостоятельной формулировки содержательных и методических вопросов и навыками самостоятельного поиска ответа на них);

- культурой постановки прогнозно-аналитических задач и построения проблемно-ориентированных систем расчетов;
- навыками освоения большого объема информации.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Иерархия вариантов описания одноименных экономических объектов.

Объективные и субъективные обстоятельства, определяющие особенности принятого в исследовании описания изучаемого объекта и его неизбежную фрагментарность и неполноту, а также различие описаний одного и того же экономического объекта у разных исследователей.

#### 2. Описание как универсальный способ представления реальных экономических объектов и феноменов в исследованиях.

Фактический предмет исследований как некоторое описание объектов и феноменов реальной экономической действительности. Основные источники информации об объектах и феноменах экономики: фактография, экономические теории, статистические данные.

#### 3. Основные направления и возможные позитивные эффекты уточнения обобщенной постановки прогнозно-аналитической задачи.

Логика формирования требований к методике прикладных прогнозно-аналитических расчетов.

Гипотезы конкретизации (в явном виде сформулированный вариант описания механизма воздействия мер экономической политики и/или изменений экономической конъюнктуры на принятый индикатор последствий).

Варианты гипотез конкретизации при уточнении постановки задачи оценки экологических последствий бюджетной политики.

Варианты гипотез конкретизации при уточнении постановки задачи оценки социально-экономических последствий энергетической политики.

Варианты гипотез конкретизации при уточнении постановки задачи оценки последствий изменения уровня мировых цен на нефть.

Варианты гипотез конкретизации при уточнении постановки задачи оценки последствий изменения конъюнктуры мирового рынка природного газа.

Гипотезы реализации как важнейший, но чаще всего не принимаемый во внимание элемент постановки прогнозно-аналитической задачи (набор гипотез, принимаемых по формальным соображениям на этапе построения схемы расчета, которые однако могут существенно модифицировать экономическое содержание рассматриваемой в исследовании проблемной ситуации).

Варианты гипотез реализации при сопоставлении уровней цен энергоносителей мирового и внутреннего рынка.

Различия гипотез реализации, неявно принимаемых при использовании статической модели межотраслевого баланса для решения различных задач.

Уточнение выбора индикаторов последствий, изменений в экономической политике и в экономической конъюнктуре, формирование набора гипотез конкретизации, содержательная интерпретация гипотез реализации - важнейшие предпосылки содержательного различения исследований, результаты которых могут быть ошибочно представлены как разные ответы на один и тот же вопрос, в то время как неоднозначность результатов в существенной мере предопределена различиями постановок задач.

4. Оценка последствий как универсальная формулировка постановки прогнозно-аналитической задачи.

Необходимость повышения «строгости» постановок задач прикладных прогнозно-аналитических исследований. Возможность переформулирования постановок задач прикладных прогнозно-аналитических исследований как постановки задачи оценки последствий реализации некоторой меры экономической политики и/или изменений в экономической конъюнктуре. Иллюстрации.

5. Предмет прогнозноаналитического исследования. Введение.

В чем состоит деятельность экономиста в контексте прикладного прогнозно-аналитического исследования. Обсуждение опыта, полученного студентами в процессе написания ВКР в бакалавриате.

6. Развернутые сопоставления альтернативных вариантов описания (продолжение).

Логика обоснования «нормального» уровня структурных параметров в условиях нестационарного (кризисного) развития экономики.

Концепция продовольственной безопасности: роль исходных определений.

Разные варианты промышленной политики как результат использования различных подходов к согласованию целевых установок и инструментов регулирования отраслевых и функциональных аспектов социально-экономического развития.

Заключение. Принципы обсуждения результатов исследования в условиях неоднозначности вариантов описания экономических объектов и феноменов: от конфликта к попыткам синтеза.

7. Развернутые сопоставления альтернативных вариантов описания одного и того же объекта исследования, которым соответствуют различные результаты.

Эвристическая сила варианта описания, определяющая особенности проводимого исследования и его результаты. Неоднозначность описания экономических объектов и феноменов как основная причина содержательного конфликта результатов исследований.

Варианты объяснения причин падения объемов производства в сельском хозяйстве РФ в 90-х годах и обоснования системы мер эффективной агропродовольственной политики. Подход, акцентирующий внимание на факторах, негативно отразившихся на процессах воспроизводства ресурсного потенциала сельского хозяйства. Подход, акцентирующий внимание на факторах, определивших сокращение спроса на продукцию сельского хозяйства. Подход, акцентирующий внимание на негативных изменениях конкурентных позиций производителей аграрной продукции на рынках сбыта и рынках необходимых им производственных ресурсов.

Варианты объяснения причин падения добычи нефти в СССР в 80-х годах и обоснования системы мер политики развития отрасли. Подход, акцентирующий внимание на динамике ключевых технико-экономических параметров, характеризующих режим развития нефтедобычи. Подход, основанный на выявлении механизмов использования экономического потенциала нефтедобывающей промышленности для решения актуальных проблем развития национальной экономики.

Варианты объяснения причин низкой энергетической эффективности экономики СССР и обоснования системы мер, направленных на ее повышение. Подходы, основанные на концептуальных моделях адаптации потребителей к росту цен на энергоносители, которые могут быть построены в контексте различных вариантов теории фирмы и теории потребительского поведения. Подход, основанный на теории многоуровневой экономики академика Ю.В.Яременко.

#### 8. Структура обобщенной постановки задачи оценки последствий.

Основные элементы постановки задачи оценки последствий: индикатор последствий (ИП), индикаторы изменений в экономической политике (ИИЭП), индикаторы изменений в экономической конъюнктуре (ИИЭК). Актуальный объект экономического исследования как описание системы взаимосвязей, которые опосредуют воздействие ИИЭП (ИИЭК) на выбранный ИП.

#### 9. Фактография, экономические теории, статистика: особенности и роль в формировании описания изучаемого объекта.

**Фактография.** Особенности фактографических данных и их роль в формировании представлений исследователя об изучаемом объекте. Основные источники. Технологии сбора и обработки фактографических данных. Неоднозначность фактографических данных и определяющие ее обстоятельства.

**Экономические теории** Особенности экономических теорий как источника информации и их роль в формировании представлений исследователя. Неоднозначность теоретических представлений и определяющие ее обстоятельства.

**Экономическая статистика.** Роль и особенности экономической статистики как источника информации. Неоднозначность статистических данных и определяющие ее обстоятельства.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Алгебраические методы в информатике

#### Цель дисциплины:

освоение основных современных алгебраических методов в информатике.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в теории алгебраических методов в информатике;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в теории алгебраических методов в информатике;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в теории алгебраических методов в информатике.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в топологии в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ( в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов;
- предметным языком топологии и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Параллельное вычисление префиксов «произведения»  $n$  элементов для ассоциативной операции.

Меры сложности схем: размер и глубина, связь глубины и времени вычисления ответа схемой.

2. Понятие кода, исправляющего ошибки. Границы Хемминга и Плоткина.

Границы Хемминга и Плоткина. Матрицы Адамара.

3. Понятие о задаче ранжирования в поисковых системах.

Случайное блуждание по веб-графу: PageRank. Система линейных уравнений для его вычисления.

4. Теорема Липтона—ДеМилло—Шварца—Зиппеля.

Лемма об изолировании (теорема Малмали—Вазирани—Вазирани).

5. Теорема о рекуррентном неравенстве.

Решение дискретной задачи как вычисление набора булевых функций.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Анализ и прогноз демографического развития**

#### **Цель дисциплины:**

обучение студентов базовым положениям демографической науки, навыкам проведения оценки демографической и демоэкологической ситуации, постановки конкретных задач демографического и демоэкологического прогнозирования, определения целей и выбора инструментов демографической и миграционной политики.

#### **Задачи дисциплины:**

- введение студентов в проблематику демографических исследований;
- ознакомление с базовыми методами сбора и анализа информации о населении и среде его обитания;
- изучение основных тенденций в изменении демографических структур, демографических процессов и демографического поведения;
- ознакомление студентов с подходами к построению демографических и демоэкологических прогнозов и к разработке социально-демографической политики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные демографические показатели и их интерпретацию;
- закономерности развития и характеристики демографических процессов и структур в России и мире;
- источники демографической информации.

##### **уметь:**

- отбирать, обрабатывать и анализировать данные о демографических процессах и структурах;
- осуществлять оценку демографической ситуации в стране/регионе;



- реализовывать прогноз численности и половозрастного состава населения и интерпретировать его результаты;
- принимать решения о необходимости введения тех или иных мер социальной политики, направленных на решение демографических проблем;
- оценивать эффективность мер демографической, семейной и миграционной политики;
- участвовать в проектных формах работы и реализовывать самостоятельные аналитические проекты;
- представлять результаты исследовательской и аналитической работы перед профессиональной и массовой аудиториями.

**владеть:**

- навыками сбора и анализа демографической информации;
- навыками получения профессиональной информации из различных типов источников, включая Интернет и зарубежную литературу;
- методами исследования, описывающими взаимосвязи демографических процессов и структур населения.

**Темы и разделы курса:**

1. Анализ миграционных процессов.

Определения миграции. Типология миграционных процессов. Статистика миграции. Измерение миграции. Стадии миграционного процесса. Селективность миграции. Притягивающие и выталкивающие факторы. Модели миграции. Закономерности внутренней миграции в России. Тенденции международной миграции в России и мире. Демографический переход и миграция. Последствия миграционных процессов.

2. Воспроизводство населения.

Воспроизводство населения и демографический рост. Режим воспроизводства населения. Показатели воспроизводства населения и замещения поколений. Общие характеристики модели стабильного населения. Демографический взрыв. Демографический переход и демографическая революция. Стадии демографического перехода. Тенденции развития населения России и мира.

Возрастные группы и контингенты. Количественные характеристики возрастной структуры. Демографическая нагрузка. Соотношение полов. Направления эволюции возрастной структуры. Факторы изменений возрастной структуры. Демографические волны и их последствия. Старость и демографическое старение. Критерии демографического старения. Тенденции старения мирового населения. Последствия демографического старения.

3. Демографическая политика.

Цели, основные направления и инструменты демографической политики. Регулирование рождаемости и планирование семьи. Соотношение социальной и семейной политики,

политики в области здравоохранения и демографической политики. Опыт проведения демографической и семейной политики в России и мире. Цели, основные направления и меры миграционной политики в России и за рубежом.

#### 4. Демографический анализ брачности.

Система показателей брачности и разводимости. Соотношение понятий «брак», «семья» и «домохозяйство». Формирование брачной структуры населения. Брачность, разводимость, овдовение. Брачный возраст. Повторные браки, регистрируемые и нерегистрируемые брачно-партнерские союзы. Возраст вступления в первый брак. Брачный рынок. Возрастные модели брачности и разводимости. Исторические типы брачности. Современные тенденции брачности и второй демографический переход.

#### 5. Демографический анализ рождаемости.

Рождение ребенка и рождаемость как массовый процесс. Естественная рождаемость. Репродуктивное поведение. Измерение рождаемости. Понятие о детерминантах рождаемости. Возрастные модели рождаемости. Очередность рождений. Внебрачные рождения. Факторы рождаемости. Макроэкономические и социокультурные факторы в теориях первого и второго демографического перехода. Современные тенденции и будущее рождаемости.

#### 6. Демографический анализ смертности.

Таблицы смертности. Показатели таблиц смертности и их взаимосвязь. Ожидаемая продолжительность предстоящей жизни. Парадокс детской смертности. Этапы построения таблиц смертности. Таблицы смертности как модель стационарного населения. Области применения таблиц смертности.

Смерть индивида и смертность как массовый процесс. Система показателей смертности. Факторы смертности. Самосохранительное поведение. Причины смерти и международная классификация болезней. Младенческая смертность. Дифференциальная смертность. Смертность и здоровье. Историческая эволюция смертности. Теория эпидемиологического перехода. Современные тенденции смертности в России и в мире. Смертность в России: незавершенная модернизация.

#### 7. Демографическое прогнозирование.

Задачи и типы прогнозов населения. Ошибки прогнозов. Гипотезы прогноза. Методы построения прогнозов населения. Когортно-компонентный метод прогнозирования численности и половозрастного состава. Долговременные демографические прогнозы. Функциональные прогнозы населения.

#### 8. Демозкология.

Формирование взглядов на проблему «человек и среда его обитания». Научные концепции, послужившие предпосылками для появления современной экологии. Экология и демозкология. Аксиомы демозкологии.

Экологическая политика и хозяйственная деятельность. подходы к решению практических эколого-политических проблем. Роль специалистов по экологии человека при разработке экологической политики. Формы участия демозкологов при анализе, оценке и ликвидации проблемных ситуаций. Экологическая экспертиза. Региональный прогноз.

Прогностическая триада. Принцип эргодичности при демоэкологическом прогнозировании. Многосценарное прогнозирование.

#### 9. Демоэкосистема.

Различные уровни демоэкологических исследований и их специфика. Демоэкосистема и ее структура. Сообщество людей. Природа. Население. Хозяйство. Социально-экономические условия. Культура. Религия. Загрязнение окружающей среды. Уровень здоровья населения. Демографическое поведение. Экологическое сознание. Профессиональные предпочтения. Уровень образования. Информационное поле демоэкосистемы, ее территориальные границы и время существования.

#### 10. Здоровье населения и окружающая среда.

Виды и характер нормативов, используемых в экологии человека. Экологические нормативы. Водохозяйственные нормативы. Рыбохозяйственные ПДК. Нормирование биологических ресурсов. Нормирование природных факторов. Нормирование при планировке населенных мест и разработке территориальных систем расселения. Санитарно-гигиеническое нормирование. Гигиеническое нормирование качества атмосферного воздуха. Регламентирование воздушной среды производственных и жилых зданий. Гигиеническое нормирование качества воды. Гигиеническое регламентирование химических загрязнителей в почве. Нормативы качества продуктов питания. Физические факторы окружающей среды. Шум и вибрация. Оптические факторы. Стационарные электрические поля. Искусственные электромагнитные поля. Радиоактивность и радиоактивное загрязнение окружающей среды. Контроль качества среды.

#### 11. Инструменты демографического анализа.

Система данных о населении. Переписи населения. Принципы проведения и содержание программ переписей населения. Программа переписей населения в России и СССР. Текущий учет демографических событий. Текущий учет миграции. Административные источники данных о населении. Понятие о регистрах населения. Выборочные социально-демографические обследования (микрпереписи населения, DHS, GGS, CAP, WFS).

Время и возраст в демографических исследованиях. Сетка Лексиса. Демографические совокупности. Продольный и поперечный анализ. Условные и реальные поколения. Коэффициенты и вероятности. Показатель младенческой смертности. Суммарные коэффициенты. Календарь демографических событий. Возрастно-половые структуры и пирамиды. Типы возрастных структур. Влияние возрастно-половой структуры на демографические процессы. Прямая и косвенная стандартизация общих коэффициентов.

Демографические таблицы как демографический метод. Общие принципы построения демографических таблиц, классификация таблиц.

#### 12. Нормативы, используемые в демоэкологии.

Виды и характер нормативов, используемых в экологии человека. Экологические нормативы. Водохозяйственные нормативы. Рыбохозяйственные ПДК. Нормирование биологических ресурсов. Нормирование природных факторов. Нормирование при планировке населенных мест и разработке территориальных систем расселения. Санитарно-гигиеническое нормирование. Гигиеническое нормирование качества атмосферного воздуха. Регламентирование воздушной среды производственных и жилых зданий. Гигиеническое нормирование качества воды. Гигиеническое регламентирование

химических загрязнителей в почве Нормативы качества продуктов питания. Физические факторы окружающей среды. Шум и вибрация. Оптические факторы. Стационарные электрические поля. Искусственные электромагнитные поля. Радиоактивность и радиоактивное загрязнение окружающей среды. Контроль качества среды.

### 13. Предмет демографии (введение).

Предмет демографии. Структура демографической науки. История демографии как науки. Демографические процессы и демографические события, демографические структуры, демографическое поведение. Демографический рост. Демографическая ситуация. Методы демографического анализа.

### 14. Экология города.

Актуальные проблемы современных городов. Структура города и его застройка. Микроклимат города. Загрязнение жизненной среды горожан. Твердые и концентрированные городские отходы. Городские сточные воды. Акустический дискомфорт. Информационное поле города. Городские пространства. Восприятие жителями городской среды. Социально-культурная идентификация и проблемы общения горожан. Здоровье городского населения. Проблемы безопасности. Современное городское жилище. Типы жилых зданий Внутреннее обустройство домов. Загрязнение жилища. Регламентирование качества жилья.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Анализ и прогнозирование рынка труда**

#### **Цель дисциплины:**

формирование у слушателя навыков целостного представления о сфере занятости и рынке труда во всем многообразии существующих и возникающих взаимоотношений и взаимодействий.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области функционирования рынка труда;
- приобретение знаний в области изучения особенностей функционирования российского рынка труда;
- приобретение навыков анализа и обработки статистической информации, характеризующих состояние российского рынка труда.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия и определения, используемые при характеристике состояния сферы занятости и рынка труда в России;
- основные положения теории и практики развития сферы занятости и рынка труда в России;
- основные источники статистической информации о состоянии рынка труда и их основные отличия;
- современные проблемы со стороны спроса на рабочую силу, предложения рабочей силы и их согласования;
- основные подходы к прогнозу величины предложения рабочей силы;
- основные методы оценки перспективной величины потребности в рабочей силе.

##### **уметь:**

- грамотно применять теоретические знания и практические навыки для решения задач по формированию и реализации важнейших элементов управления занятостью и рынком труда;
- пользоваться своими знаниями для анализа складывающейся на российском рынке труда ситуации;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теоретических моделей и анализа реальных статистических данных;
- оценивать на основе базовых индикаторов ситуацию на российском рынке труда;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и методики получения практических оценок.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;
- навыками анализа и сопоставления различных источников информации;
- культурой постановки и решения задач;
- навыками грамотной обработки статистических данных и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения практических задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с особенностями состояния сферы занятости и рынка труда на различных этапах экономического цикла.

**Темы и разделы курса:**

1. Государственная политика на рынке труда.

Ее особенности на различных этапах экономического цикла. Основные мероприятия государственной политики занятости. Государственная социально-экономическая политика и проблемы учета ее влияния при прогнозно-аналитических исследованиях российского рынка труда.

2. Демографические тенденции и их роль в развитии рынка труда. Предложение труда как экономическая категория. Рабочая сила и ее мобильность.

Учет демографического фактора при прогнозно-аналитических исследованиях сферы занятости и рынка труда. Различные варианты демографического прогноза. Предложение труда как экономическая категория. Социально-экономические факторы, влияющие на численность и состав рабочей силы. Особенности предложения труда отдельных социально-демографических групп.

Половозрастная, образовательная, региональная, отраслевая, профессиональная структура рабочей силы. Качество рабочей силы и его роль в динамике социально-экономических процессов. Система подготовки кадров и проблемы качества рабочей силы.

Макроэкономические взаимосвязи и система подготовки кадров. Оценка перспективной динамики предложения рабочей силы.

Трудовая миграция. Роль миграционного фактора в современном и перспективном развитии отечественного рынка труда. Внутренняя и внешняя, легальная и нелегальная трудовая миграция. Факторы, определяющие направления и интенсивность движения рабочей силы. Территориальное движение рабочей силы и его основные особенности. Анализ и прогноз динамики и структуры миграционного движения населения и рабочей силы. Миграционная политика.

3. Основные понятия и определения. Современное состояние российского рынка труда. Информационное обеспечение прогнозно-аналитических исследований занятости и рынка труда.

Основные агенты на рынке труда. Рынок труда в системе макроэкономических взаимосвязей. Национальный, региональные и отраслевые рынки труда и особенности их взаимодействия.

Основные показатели, характеризующие состояние рынка труда. Динамика показателей сферы занятости и рынка труда в периоды экономического спада и экономического роста. Сезонность в динамике показателей рынка труда. Особенности и макроэкономические проблемы развития сферы занятости и рынка труда в России.

Информационное обеспечение при прогнозно-аналитических исследованиях занятости и рынка труда и его характеристика. Обследование населения по проблемам занятости. Баланс трудовых ресурсов. Ведомственная статистика.

4. Перспективная оценка динамики основных показателей рынка труда.

Численность занятого и безработного населения в экономике России. Динамика занятости, безработицы, вакансий, коэффициента напряженности в экономике России, ее отраслях и регионах.

5. Перспективная оценка динамики основных показателей рынка труда. (Продолжение).

Отраслевая, по видам экономической деятельности, профессиональная, половозрастная, региональная структура занятости населения в России. Проблемы оценки структуры занятости населения в перспективе. Структурные изменения и их интенсивность.

Естественный уровень безработицы. Структурная безработица и ее оценка в экономике России. Прогнозирование динамики численности безработного населения.

6. Перспективные варианты развития сферы занятости и рынка труда.

Оценки динамики занятости и рынка труда как параметры комплексного прогноза социально-экономического развития страны. Дефицит рабочей силы как ограничение экономического развития национальной экономики.

7. Спрос на рабочую силу и его составляющие. Проблемы оценки перспективной потребности отечественной экономики в рабочей силе. Проблемы согласования спроса на рабочую силу и ее предложения.

Текущий и совокупный спрос на рабочую силу. Показатели затрат труда в экономике России. Особенности формирования спроса на рабочую силу по отдельным видам

экономической деятельности. Региональная и профессиональная структура спроса на рабочую силу. Факторы формирования спроса на рабочую силу.

Основные подходы к анализу, моделированию и прогнозу спроса экономики и ее отраслей на рабочую силу. Функции занятости и вопросы их построения.

Перспективная оценка динамики основных показателей сферы занятости и рынка труда. Количественное и качественное рассогласование спроса на рабочую силу и ее предложения. Его основные причины и последствия. Равновесное и неравновесное состояния рынка труда. Дефицит рабочей силы и безработица.

Дифференциация в заработной плате по видам экономической деятельности. Основные подходы к оценке перспективного уровня заработной платы. Теоретические и практические аспекты взаимосвязи инфляции и безработицы.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Анализ и прогнозирование экономического развития регионов**

#### **Цель дисциплины:**

– формирование у студентов базовых знаний и компетенций в области методов анализа и прогнозирования социально-экономического развития регионов и городов, принципов и инструментов региональной экономической политики с учетом концепции устойчивого развития и зарубежного опыта.

#### **Задачи дисциплины:**

- раскрыть сущность понятия «регион» как системы организации воспроизводственного процесса;
- сформировать представление о целях, задачах и основных инструментах региональной экономической политики;
- познакомить с системой прогнозно-программных документов территориального развития;
- дать основные представления о концепции и критериях устойчивого развития регионов и городов, описать принципы и подходы к обеспечению устойчивого развития территорий;
- познакомить с зарубежным опытом государственного регулирования регионального развития;
- развить навыки анализа социально-экономических процессов в регионах и городах с использованием систем индикаторов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- различные трактовки понятия «регион»;
- основные принципы и виды экономического районирования и классификации регионов;
- сущность концепции устойчивого развития применительно к регионам и городам;

- цели, задачи и основные инструменты экономической и социальной региональной политики;
- понятие целевой программы регионального развития;
- основные виды и структуру прогнозно-программных документов развития территорий;
- понятие территориального кластера и модели организации промышленных кластеров;
- основные показатели уровня социально-экономического развития регионов и городов, подходы к построению интегральных индикаторов территориального развития и измерению межрайонной дифференциации уровней социально-экономического развития регионов;
- понятие города и основные признаки города;
- понятие, виды, экономическую и социальную специфику инфраструктуры; роль инфраструктуры в решении задач регионального развития;
- основные проблемы жилищно-коммунального хозяйства и особенности развития рынка жилья в российских регионах;
- современные тенденции, актуальные проблемы и перспективы развития регионов и городов России;
- основные источники статистической информации о социально-экономическом развитии субъектов РФ и муниципальных образований.

**уметь:**

- реализовывать системный подход к экономике регионов и городов; оперировать категорией «регион» как многомерной эколого-социально экономической системой и как элементом пространственной структуры экономики;
- следовать критериям устойчивого развития при осуществлении аналитической, исследовательской и практической деятельности в сфере развития регионов и городов;
- проводить экономический анализ состояния регионов и городов с использованием систем индикаторов и построением типологий регионов на основе соответствующей информационной базы;
- адекватно оценить социально-экономические, экологические, организационные и другие проблемы, возникающие внутри региональных систем.

**владеть:**

- навыками сбора и анализа информации о состоянии субъектов РФ и муниципальных образований из различных типов источников;
- методами анализа социально-экономических процессов в регионах и городах на основе статистической информации и прогнозно-программных документов;

- навыками измерения межрайонной дифференциации уровней социально-экономического развития и построения типологий регионов.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Зарубежный опыт региональной экономической политики.**

Обзор зарубежных методов государственного регулирования регионального развития на примере США, Швеции и других стран Западной Европы.

Понятие территориального кластера. Принципы определения составных частей территориального кластера. Формирование кластеров как средство повышения конкурентоспособности региона. Различные модели организации промышленных кластеров и их особенности: североамериканская, финская, итальянская, японская, индийская, советская. Примеры территориальных кластеров.

#### **2. Макроэкономическая среда регионального развития.**

Влияние макроэкономических тенденций развития и отраслевой структуры экономики на условия развития регионов и городов. Взаимосвязь отраслевого и территориального развития.

Понятие и принципы бюджетного федерализма. Организация бюджетной системы РФ. Особенности межуровневого распределения бюджетных доходов и формирования муниципальных бюджетов. Основы межуровневого разграничения расходных полномочий. Система межбюджетных трансфертов и организация внутрирегиональных межбюджетных отношений.

#### **3. Понятие «регион» и его место в социально-экономической системе.**

Различные трактовки понятия "регион". Соотношение понятий "регион" и "территория". Регион как многомерная эколого-социальноэкономическая структура и как элемент пространственной структуры экономики. Региональная экономика как основное звено системной организации воспроизводства.

Общее понятие о районировании. Принципы и виды районирования. Национально-государственное устройство и административно-территориальное деление РФ. Экономические районы и федеральные округа России. Понятие программного региона.

#### **4. Проблемы развития городов.**

Понятие и основные признаки города. Особенности городов. Типологии городов по численности населения и отраслевой специализации. Правило "ранг-людность". Города-миллионеры России и их основные социально-экономические характеристики. Особенности социально-экономического развития крупных городов.

Развитие городов и городские проблемы. Статистический анализ социально-экономической ситуации в городах. SWOT-анализ возможностей устойчивого развития городов России.

#### **5. Региональная экономическая политика: цели, задачи, инструменты.**

Региональная политика как элемент современной системы государственного регулирования экономики. Экономические и социальные задачи региональной политики. Основные направления и условия реализации государственной региональной

политики. Концепция устойчивого развития. Регион как субъект устойчивого развития. Основные приоритеты устойчивого развития. Задачи устойчивого развития населенных пунктов. Индикаторы качества жизни. Индекс развития человеческого потенциала.

Система инструментов регулирования регионального развития и ее основные элементы. Ограничительные, стимулирующие и комплексные методы регулирования регионального развития, средства макро- и микрополитики. Основные виды прогнозно-программных документов развития территорий.

Понятие целевой программы регионального развития. Динамический оптимум по Парето. Антиинерционный потенциал целевых программ. Взаимодействие региональных целевых программ с отраслевым и территориальным управлением. Современные проблемы и направления совершенствования регионального прогнозирования и программирования. Особенности оценки социально-экономической эффективности региональных целевых программ.

Анализ и прогнозирование основных индикаторов регионального развития. Интегральные индикаторы территориального развития. Измерение межрайонной дифференциации уровней социально-экономического развития.

#### 6. Региональное развитие и инфраструктура.

Понятие инфраструктуры. Классификация инфраструктуры по различным признакам. Интегрирующая роль инфраструктуры в развитии хозяйства и жизнедеятельности населения территории. Объекты институциональной, производственной, социальной, экологической и рыночной инфраструктуры. Экономическая и социальная специфика отраслей инфраструктуры. Роль инфраструктуры в решении задач регионального развития.

#### 7. Стратегическое планирование социально-экономического развития территорий.

Предпосылки использования стратегического планирования в управлении развитием регионов и городов. Основные принципы и инструменты стратегического планирования. Сбалансированная система показателей как инструмент мониторинга реализации стратегического плана.

Структура стратегического плана городского развития и его модель. Примеры стратегических планов развития городов России: особенности их структуры и механизмов реализации.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Анализ и распознавание изображений

#### Цель дисциплины:

- изучение слушателями математических и алгоритмических основ анализа и классификации изображений;
- знакомство с практическими приложениями математических методов анализа и классификации изображений.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области распознавания изображений;
- освоение математических методов решения задач анализа и классификации изображений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия и теории обработки изображений;
- математические методы решения задач анализа и классификации изображений;
- основные области применения этих методов.

##### уметь:

- применять математические методы решения задач анализа и классификации изображений к практическим задачам.

##### владеть:

- навыками разработки вычислительных алгоритмов для решения задач анализа и классификации изображений.

#### Темы и разделы курса:

## 1. Задача анализа формы в изображениях

- Непрерывная модель формы в евклидовой плоскости
- Дискретная модель формы в регулярном пространстве
- Мера близости формы объектов
- Задача построения непрерывной модели формы по дискретной
- Критерии аппроксимации формы: близость, гладкость и кривизна границы

## 2. Задача поиска и прослеживания границы дискретного образа

- Алгоритмы прослеживания границы
- Симплекс-прослеживание, прослеживание бегущим мостом

## 3. Задача построения непрерывной границы дискретного образа

- Алгоритм построения многоугольника минимального периметра
- Алгоритм подгонки границы сплайновой кривой
- Измерение признаков формы на основе граничного представления

## 4. Получение скелетного представления формы на основе диаграмм Вороного

- Разбиение Вороного и триангуляция Делоне
- Построение скелета многоугольника на основе разбиения Вороного.
- Построение базового скелета на основе стрижки скелета многоугольника

## 5. Скелетное представление формы двумерных объектов

- Скелет формы. Непрерывные и дискретные модели скелета.
- Задача построения скелета формы
- Скелет многоугольной фигуры.
- Скелетное ядро и базовый скелет.
- Измерение признаков формы на основе скелетного представления

## 6. Циркулярное представление формы двумерных объектов

- Представление формы двумерными примитивами
- Жирные линии и их использование в качестве примитивов
- Задача подгонки жирных линий. Алгоритмы подгонки
- Измерение признаков формы на основе циркулярного представления

## 7. Эффективные алгоритмы для разбиений Вороного

- Вычислительная геометрия, алгоритмические парадигмы (рекурсивная декомпозиция, плоское заметание, балансировка)
- Алгоритмы построения триангуляции Делоне
- Алгоритм построения диаграмм Вороного многоугольной фигуры

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Анализ конфликтов при неопределенности

#### Цель дисциплины:

- ознакомить студентов с фундаментальными классическими и последними научными результатами теории конфликтов, игр и обобщенного оптимального управления.

#### Задачи дисциплины:

Научить применять классические и новейшие результаты теории для решения задач инженерной практики.

Воспитать творческое отношение к учебе и работе и развить у студентов умение самостоятельно ставить и решать инженерные теоретические и практические проблемы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- современные проблемы теории конфликтов и методы, используемые для их изучения;
- последние достижения в области теории игр, конфликтов и оптимального управления.

##### уметь:

- эффективно использовать на практике полученные теоретические знания и навыки практического решения конфликтных задач;
- применять для разрешения конфликтов как аналитические методы, так и электронно-вычислительную технику.

##### владеть:

- методами постановки и решения задач и методами обработки результатов расчетов;
- навыками самостоятельной аналитической работы и работы на современной вычислительной технике;



□ методами математического моделирования сложных нелинейных систем и процессов.

### **Темы и разделы курса:**

1. Альтернативная теория кооперативных конфликтных задач. Понятия антагонистических равновесий и разновидностей седловых точек. Антагонистические игры с дискриминацией. Дифференциальные игры в чистых и смешанных стратегиях. Необходимые условия оптимальности в дифференциальных играх и методы решения динамических конфликтных задач.

Предлагается новая кооперативная теория, опирающаяся на понятия разработанных автором конфликтных равновесий, позволяющая находить единственный дележ кооперативного дохода, с которым не могут не согласиться все участники.

Для антагонистических задач формулируется теория, альтернативная классической теории игр, основанная на введении множества иерархически связанных седловых точек.

Построена теория решения антагонистических игр с различной дискриминацией участников в чистых и смешанных стратегиях.

Показывается, каким образом построенная теория конфликтных равновесий может быть перенесена на динамические задачи.

Для дифференциальных игр в чистых и смешанных стратегиях получены необходимые условия равновесности, типичные для вариационных задач, на основе которых и на базе построенной системы активных равновесий оказалось возможным получать решение дифференциальных игр за счет сведения их к серии статических конфликтных задач.

2. История теории игр и конфликтов. Примеры конфликтных задач. Классические методы теории игр и их неполнота. Альтернативный подход к теории конфликтов. Понятие всегда существующего А-равновесия и итерационная процедура нахождения всегда существующих слабых конфликтных равновесий.

Излагается история развития теории игр, достижения и недостатки этой теории.

Показывается, что классическая теория игр обладает множеством существенных недостатков, что требовало разработки новой теории, которая и была создана автором.

Вводится понятие наиболее слабого равновесия, существующего в любых задачах и формулируется итерационная процедура, позволяющая максимально сузить множество этих равновесий.

3. Конфликтные задачи с двумя участниками и построение базовой системы конфликтных равновесий. Методы поиска наисильнейшего понятия равновесия в конфликтных системах

с двумя участниками. Понятия несимметричных равновесий в конфликтных задачах и методики их поиска. Равновесия в многозначных игровых задачах и методики их поиска.

Вводится множество понятий активного равновесия, образующих иерархическую цепь, позволяющую находить наисильнейшее конфликтное равновесие.

На основе множества введенных новых понятий конфликтного равновесия строятся методики поиска наисильнейшего равновесия.

Формулируются понятия несимметричных конфликтных равновесий и иерархические цепи из этих равновесий, позволяющие находить наисильнейшее равновесие.

Формулируются равновесия для конфликтных задач с многозначными платежными функциями и разрабатываются методики их поиска.

4. Парето-оптимальные некооперативные равновесия. Конфликтные задачи, учитывающие побочные интересы участников. Конфликтные задачи со многими участниками. и формулировка богатого множества конфликтных равновесий, формулируемого с учетом возможности образования любых коалиций из участников. Классические кооперативные игры.

Изучается связь между множеством Парето и слабыми конфликтными равновесиями.

Строится теория конфликтных равновесий для никогда не изучавшихся задач с побочными интересами участников.

Конфликтные задачи с тремя и более участниками оказались гораздо более сложными для изучения, чем задачи с двумя участниками и потребовали специфического существенного усложнения всех понятий равновесия, вследствие необходимости рассмотрения любых коалиций из участников.

Даются основы классической теории кооперативных игр и демонстрируется неудовлетворительность этой теории.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Анализ прикладных исследовательских проектов**

#### **Цель дисциплины:**

– расширить знания студентов о реальной практике реализации прогнозно-аналитических исследований, направленных на обоснование целевых установок и системы мер экономической политики (как в целом, так и в отношении отдельных секторов экономики).

#### **Задачи дисциплины:**

- познакомить студентов с имеющимся в Институте народнохозяйственного прогнозирования опытом реализации прикладных исследовательских проектов;
- провести анализ содержания и подходов к решению тех специфических и общих проблем разработки экономической политики, которые вышли на первый план в контексте рассматриваемых проектов;
- продемонстрировать, что большинство рассмотренных в рамках курса проблемных ситуаций могут быть выявлены и в контексте магистерских диссертаций, над которыми работают студенты;
- актуализировать и адаптировать имеющийся в проектах опыт анализа этих проблемных ситуаций для стимулирования исследований студентов в рамках магистерских диссертаций.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- общую логику и конкретные примеры применения сценарного прогнозирования для обоснования выбора варианта экономической политики;
- общую логику и конкретные примеры расширения пространства возможных решений исходной «частной» проблемы при ее погружении в более общий социально-экономический контекст;
- общую логику и конкретные примеры выявления содержательных конфликтов целевых установок (и/или) инструментов экономической политики, проводимой применительно к различным отраслям, проблемным ситуациям; конфликтов краткосрочных (тактических) и стратегических целевых установок.

**уметь:**

- рассматривать одну и ту же проблемную ситуацию с точки зрения различных экономических субъектов, которые в нее вовлечены;
- выявлять экономическую рациональность, которая определяет конфликт позиций различных экономических субъектов в отношении одной и той же меры экономической политики, определять возможные варианты компромиссов;
- применять полученные знания об особенностях процедур обоснования экономической политики при реализации собственных исследований (и, в частности, в рамках магистерских диссертаций).

**владеть:**

- диалектическим подходом к рассмотрению процессов экономического развития и оценке его промежуточных результатов (развитие не является переходом к беспрепятственному будущему, но лишь переходом от одного набора проблем к другому, соответствующему новому состоянию экономики);
- культурой постановки прогнозно-аналитических задач и построения проблемно-ориентированных систем расчетов;
- навыками самостоятельной работы;
- навыками освоения большого объема новой информации.

**Темы и разделы курса:****1. Проект «Концепция политики ускорения экономического роста».**

Логика обоснования требований к темпам роста российской экономики в долгосрочной перспективе.

Взаимообусловленность темпов роста и оценок инвестиционного климата. Взаимообусловленность инвестиционной и инновационной активности в экономике. Требования к темпам роста, обусловленные последствиями суженного воспроизводства капитала в ряде секторов экономики.

Факторы, определяющие возможности («пространство») экономического роста.

Низкий уровень удовлетворения потребностей населения. Низкий уровень развития социальной и транспортной инфраструктуры. Возможности мобилизации ресурсного потенциала. Концепция повышения качества экономического роста и его возможный дополнительный вклад в традиционно измеряемые показатели экономической динамики.

Политика финансирования экономического роста.

Роль государства в разработке и реализации экономической стратегии. Возможности мобилизации финансовых ресурсов и их инвестирования в проекты развития

(внебюджетные фонды, ресурсы банковской системы и роль Центрального банка в их мобилизации и использовании; институты развития).

2. Проект «Оценка отраслевых и народнохозяйственных последствий установления льготных цен на нефтепродукты для сельского хозяйства».

Анализ российской практики нефтепродуктообеспечения сельского хозяйства и субсидирования сельского хозяйства за счет установления льготных цен на нефтепродукты.

Описание исходной проблемной ситуации, на решение которой направлена эта мера государственной политики. Нормативно-правовая база и организационный механизм поставок нефтепродуктов по льготным ценам.

Возможные подходы к оценке эффективности механизма поставок нефтепродуктов в сельское хозяйство по льготным ценам.

Характеристика положительных и отрицательных эффектов, возникающих в каждой группе экономических субъектов, которые участвуют в программе поддержки: у сельскохозяйственных предприятий, у нефтяных компаний и у государственных органов власти (и различных «регуляторов», и «операторов» программы). Конфликт интересов – типичная ситуация разработки экономической политики. Факторы, определяющие «пространство компромиссов».

Поддержка производителей аграрной продукции на рынке нефтепродуктов в контексте агропродовольственной политики.

Феномен ценовых диспаритетов в развитии сельского хозяйства: содержание, механизм зарождения, подходы к оценке. Возможности и ограничения решения проблемы ценовых диспаритетов мерами регулирования конъюнктуры рынков аграрной продукции и продовольствия, а также рынка нефтепродуктов. Конфликт целевых установок государственной экономической политики в области финансовой стабилизации сельского хозяйства и установок сдерживания инфляции.

Возможности и ограничения поддержки производителей аграрной продукции и ослабления ценовых диспаритетов средствами социально-экономической политики.

Ценообразование на рынке нефтепродуктов в контексте государственной финансовой политики. Установка на снижение инфляции и проблемы финансирования развития сельского хозяйства и других отраслей АПК. Ценообразование на рынках аграрной продукции и продовольствия в контексте государственной социальной политики. Парадоксальные последствия борьбы за поддержание доступности продовольствия для низкодоходных групп населения.

3. Проект «Потенциал роста аграрного производства и определяющие его факторы».

Какую роль играет исследование перспективной динамики спроса на продукцию сельского хозяйства в контексте разработки политики развития сельского хозяйства.

Основные проявления воспроизводственного кризиса в сельском хозяйстве в ретроспективе и его роль в предопределении целевых установок перспективной агропродовольственной политики (установки на рост объемов производства, на расширение ресурсного потенциала). Роль ресурсных ограничений и ограничений по объемам и структуре спроса в

развитии российского сельского хозяйства в ретроспективе и перспективе. Опыт стран с развитым сельским хозяйством.

Пределы роста сельского хозяйства с ориентацией на традиционные рынки сбыта аграрной продукции.

Феномен насыщения потребностей в продовольствии и его роль в развитии сельского хозяйства. Результаты межстрановых сопоставлений. Объективные признаки приближения к состоянию насыщения потребностей в аграрной продукции в РФ. Логика вариантного сценарного прогноза, по оценке потенциала наращивания производства аграрной продукции. Описание основных результатов и их интерпретация.

Изменения в режиме развития сельского хозяйства в условиях приближения к исчерпанию потенциальной емкости традиционных рынков сбыта.

Взаимообусловленность политики развития аграрного сектора и политики устойчивого развития сельских территорий. Обострение конфликта целевых установок агропродовольственной политики. Обострение конкуренции между отечественными производителями и изменения в региональной структуре производства. Императив перехода к новой парадигме агропродовольственной политики.

4. Проект «Проблемы разработки и внедрения эффективного режима налогообложения нефтяной промышленности».

Особенности сложившегося налогового режима в нефтяной промышленности РФ и актуальные задачи его реформирования.

Предыстория формирования режима налогообложения нефтедобычи и нефтепереработки в РФ. Зарубежный опыт налогообложения нефтяной отрасли, возможности и ограничения его применения в РФ.

Многообразие критериев оценки эффективности налоговой системы у регуляторов и субъектов бизнеса. Содержательные конфликты процедуры обоснования выбора на множестве возможных ее вариантов.

Проблемы учета различий в качественных характеристиках различных месторождений. Выбор конфигурации налоговой системы и соответствующие ей распределение налоговой нагрузки во времени. Проблемы учета волатильности цен нефти. Проблемы практического применения (администрирования) различных налоговых инструментов. Проблемы обеспечения предсказуемости налоговых поступлений в бюджет. Размен текущих и будущих доходов.

Сценарные прогнозно-аналитические расчеты как инструмент оценки вариантов налогового режима.

Логика формирования вариантов нового налогового режима. Общая логика расчетов и критерии оценки их результатов. Возможности и ограничения обоснования выбора вариантов налогового режима на основе прогнозных оценок возможных последствий их внедрения.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Анализ сетевых данных**

#### **Цель дисциплины:**

Дать представление о современном состоянии теории сложных сетей и ее использовании в анализе данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение моделей сложных сетей и их теоретического обоснования;
- практическое применение моделей сложных сетей в задачах анализа данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовые модели сложных сетей;
- подходы к анализу сетевых данных;
- примеры использования сложных сетей в прикладных задачах.

##### **уметь:**

- составлять модели сетей из неструктурированных данных;
- определять класс реальной сети и подходящую для нее теоретическую модель;
- проводить анализ сложных сетей;
- оценивать закон распределения степеней вершин.

##### **владеть:**

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

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение в теорию графов

Вершины и ребра графа. Путь. Цикл. Эйлеров граф. Гамильтонов граф. Связность графа, компоненты связности. Ориентированные графы. Ориентированный ациклический граф. Двудольный граф. Взвешенные графы. Полный граф. Деревья. Алгоритмы поиска в графах. Примеры реальных сетей. Граф социальной сети. Эгоцентрические графы. Графы цитирования. Информационные сети. Биологические сети.

### 2. Модели порождения сетей

Модель Эрдёша-Рени. Модели “малого мира” и “предпочтительного присоединения”. Модель Ваттса-Строгаца. Модель Барабаси-Альберта. Стохастическая блочная модель. Графы Кронекера.

### 3. Алгоритмы анализа сетей

Характеристики сетей. Степень вершины. Степенной закон распределения вершин. Масштабно-инвариантные сети. Диаметр графа. Средняя длина пути. Меры центральности. Характеристики сетей. Степень вершины. Степенной закон распределения вершин. Масштабно-инвариантные сети. Диаметр графа. Средняя длина пути. Меры центральности. Локальные и глобальные характеристика графа. Спектральные меры вершин графа. Пейдж ранк. Алгоритм HITS. Работа с сетями с помеченными вершинами. Коэффициент ассортативности.

### 4. Динамические сети и модели распространения информации

Модели распространения эпидемии: SI, SIS, SIR. Выделение ключевых вершин. Модели влияния. Подходы к максимизации влияния в сетях. Распространение информации в реальных сетях.

### 5. Кластеризация вершин графа. Понятие модулярности

Разбиения вершин графа на сообщества. Модулярность как характеристика качества кластеризации вершин. Способы максимизации модулярности. Дивизимные и агломеративные способы кластеризации вершин. Пересекающиеся сообщества.

### 6. Машинное обучение на графах

Предсказание наличия ребер в “растущих” графах. Классификация вершин графа на основе структуры внутренних связей. Использование “не сетевой” информации для улучшения моделей предсказания ребер и классификации вершин.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Английский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне А2 по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для общения с зарубежными партнерами и саморазвития.

#### **Задачи дисциплины:**

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

- лингвистическая компетенция: умение адекватно воспринимать и корректировать используемые единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических и стилистических особенностях языка;
- социолингвистическая компетенция: умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция: умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, используя необходимые стратегии;
- дискурсивная компетенция: умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- стратегическая компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями для поддержания успешного взаимодействия при устном и письменном общении;
- общая компетенция: включает наряду со знаниями о стране, мире и об особенностях языковой системы, также способность расширять и совершенствовать собственную картину мира;
- компенсаторная компетенция: умение избежать недопонимания и 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 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.

### **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 А2;
- 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. Рассказ о себе.

Коммуникативные задачи: представить себя и познакомиться с собеседником. Рассказать о своем характере, расспросить собеседника о том, какие эмоции он испытывает в той или иной ситуации. Рассказать собеседнику о своем распорядке дня. Договориться о встрече, принять приглашение, суметь вежливо отклонить приглашение, объяснив причину отказа и предложить возможность перенести встречу на другой день и время. Описать внешность и характер, профессию человека, его вкусы и предпочтения. Дать оценку характеру и поступкам обсуждаемого человека.

Лексика: Выражения согласия и несогласия в речи, устойчивые конструкции для выражения собственного мнения в разговоре. Время, отрезки дня. Употребление глаголов с предлогами. Прилагательные для описания личности (внешности и характера человека). Глаголы для описания видов деятельности. Суффиксальный способ словообразования прилагательных.

Грамматика: настоящее простое время. Утвердительные, отрицательные, вопросительные конструкции. Место наречий в предложении. Множественное число существительных. Предлоги времени.

Фонетика: работа над произношением. Восходящая и нисходящая интонация в вопросах и кратких ответах.

## 2. Магазины. Еда.

Коммуникативные задачи: Рассказать о разных магазинах, которые вы посещаете. Описать, что в них продается, какие товары можно купить, сколько они стоят. Рассказать о бытовых приборах, которые можно увидеть на современной кухне, описать для чего каждый из них можно использовать. Описать свои предпочтения в еде. Дать совет, какие недорогие и вкусные блюда можно приготовить, какие продукты нужно для этого использовать. Предложить приготовить блюдо, дать рецепт и инструкцию по приготовлению.

Лексика: предметы, которые можно купить в магазинах. Одежда, еда, напитки. На кухне.

Грамматика: простое настоящее время, настоящее продолженное время. Утвердительные, отрицательные, вопросительные конструкции. Сравнительное употребление данных времен. Устойчивые выражения с глаголами have, go, do, take. Модальные глаголы can/could. Исчисляемые, неисчисляемые существительные.

Фонетика: работа над произношением. Словесное ударение, паузация, интонация.

## 3. Досуг. Хобби.

Коммуникативные задачи: рассказать о том, что ты любишь делать в свободное время, какие места любите посещать, где любите бывать. Расспросить собеседника, что он больше всего любит в родном городе или в городе, где он живет. Рассказать о технологиях, которые должны быть в современном городе. Дать оценку развитию городского пространства. Обсудить доступную среду в городе. Описать обычное времяпрепровождение, расспросить об этом собеседника. Расспросить партнера о достопримечательностях и культовых местах города, а также о местах, где можно отдохнуть или развлечься. Рассказать, какие книги любите читать, фильмы смотреть, музыку слушать. Домашние животные, уход за ними.

Лексика: прилагательные для описания города. Глаголы для описания города и времяпрепровождения в нем. Существительные и прилагательные для описания города, городского пространства и его характеристик, особенностей и уникальных черт. Устойчивые выражения для описания своих предпочтений.

Грамматика: исчисляемые/неисчисляемые существительные. Определенный и неопределенный артикли, их сравнительное употребление. Фразовые глаголы grow up, get around, look for, hang out with, meet up with, look forward to, clean up, check out, end up, take up/off, put on. Устойчивые выражения с глаголами make, come, bring, get. Предлоги места.

Фонетика: работа над произношением. Словесное ударение, интонация удивления и восхищения.

#### 4. Работа. Карьера.

Коммуникативные задачи: рассказать о разных профессиях, дать описание основных функций, которые человек выполняет на рабочем месте. Правила написания резюме. Интервью с работодателем.

Лексика: существительные, прилагательные, глаголы по теме трудоустройства. Устойчивые выражения для описания преимуществ/недостатков.

Грамматика: Настоящее простое время, настоящее продолженное время. Относительные местоимения. Вопросительные слова. Суффиксы прилагательных и наречий.

Фонетика: работа над произношением, фразовое ударение, паузация.

#### 5. Путешествия. Интересные места.

Коммуникативные задачи: рассказать об интересных местах, путешествиях разными видами транспорта. Описать интересные места и достопримечательности города.

Лексика: существительные, глаголы и прилагательные для описания достопримечательностей, музеев и выставок. Антонимы. Синонимы. Использование глаголов get/take/have. Устойчивые выражения: прилагательные с существительными, глаголы с существительными.

Грамматика: конструкции there is/are, определенный и неопределенный артикли. Простое прошедшее время. Причастия. Модальные глаголы should/have to. Степени сравнения прилагательных. Простое совершенное время, простое прошедшее время. Сравнение этих времен. Использование страдательного залога.

Фонетика: работа над произношением.

#### 6. Правила поведения. Полезная информация.

Коммуникативные задачи: рассказать о правилах поведения в обществе, что принято делать и что не принято. Дать совет своему собеседнику. Рассказать о культурных особенностях,

традициях. Познакомить собеседника с традицией проведения мероприятий и праздников в стране. Сделать описание дорожных знаков и надписей. Познакомить собеседника с полезной информацией.

Лексика: названия предметов, относящихся к культурным реалиям той или иной страны. Специализированная лексика.

Грамматика: словообразование. Повелительное наклонение. Глагол *get* с разными значениями.

Фонетика: работа над произношением трудных слов и терминов.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Английский язык (уровень В1+)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **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:**

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

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Правила поведения.

Правила поведения. Влияние различных факторов на человеческое поведение. Последствия не- обдуманых действий. Преступление и наказание. Справедливость. Правила поведения в обществе. Разница в поведении людей в разных культурах. Взаимосвязь языка и менталитета.

Коммуникативные задачи: рассказать о правилах поведения, принятых в той или иной культуре, что можно и что нельзя делать. Обсудить меры наказания и размер штрафов за разные правонарушения. Провести дискуссию о мерах охраны и защиты разных категорий людей и окружающей среды. Рассказать о средствах борьбы компаний с использованием телефонов и мессенджеров на рабочем месте. Высказать мнение о методах воздействия «пряник или кнут».

Лексика: слова и выражения, необходимые для полного понимания и раскрытия темы, использование глаголов и предлогов, значение приставок.

Грамматика: употребление модальных глаголов настоящего и прошедшего времени.

Письмо: написать письмо, в котором необходимо привести веские доказательства в пользу правильности своей точки зрения.

## 2. Старые и новые вещи.

Старые и новые вещи. Качество старых и новых вещей. Разница материалов. Использование природных и искусственных материалов. Ценность вещей. Новые передовые технологии в производстве. Покупка вещей по интернету и в обычных магазинах - преимущества и недостатки.

Коммуникативные задачи: рассказать о преимуществах владения старыми и новыми вещами. Обсудить проблему накопительства, выявить причины. Высказать мнение о том, какие вещи действительно нужны современному человеку и почему. Обсудить, можно ли сейчас обходиться без современных вещей и почему это было бы трудно. Описать свое впечатление от события или мероприятия, на котором побывали.

Лексика: слова и фразы, используемые для обсуждения тем: умные технологии и описание людей, значение прилагательных с фиксированными предлогами.

Грамматика: использование относительных придаточных и причастных оборотов.

Письмо: написать отзыв о мероприятии.

## 3. Влияние климата на уклад жизни.

Влияние климата на уклад жизни. Зависимость образа жизни людей от климата. Влияние климата на характер. Удивительные факты о повседневных вещах. Влияние природных явлений на самочувствие человека. Сменный график работы, вахтовый метод.

Коммуникативные задачи: обсудить, существует ли взаимосвязь между климатом и самочувствием человека. Рассказать о влиянии климата на характер деятельности человека. Привести примеры приспособляемости людей к экстремальным температурам и суровым климатическим условиям. Обсудить правила вежливости, принятые в разных культурах. Обсудить правил написания отчетности.



Лексика: лексические единицы необходимая для понимания высказываний говорящего; лексика, используемая для обсуждения климата и природных явлений. Синонимы и антонимы.

Грамматика: использование конструкций used to, would + verb, to be used to doing smth., will get used to doing smth. для выражения привычек, присущих человек в прошлом и настоящем.

Письмо: написание отчета о проведенной встрече по плану-структуре с включением рекомендации по улучшению эффективности проводимых совещаний.

#### 4. Чувства.

Чувства. Можно ли верить тому, что видишь? Смотреть и видеть. Слушать и слышать.

Коммуникативные задачи: обсудить, как работает то или иное изобретение и стоит ли его патентовать. Сделать презентацию изобретения. Рассказать о необычном использовании обычных вещей в повседневной жизни. Привести примеры влияния цвета на эмоциональное состояние человека. Обсудить символическое значение цвета для разных культур.

Лексика: степени сравнения прилагательных, значения прилагательных, слова выражающие позитивное или негативное отношение говорящего к описываемым событиям. Употребление слов с похожим значением.

Грамматика: место прилагательных в предложении, if + союзы, условные предложения.

Письмо: описать событие, дать его подробную характеристику. Написать инструкцию по использованию того или иного предмета, описать порядок действий при выполнении инструкции.

#### 5. Средства массовой информации.

Средства массовой информации. Влияние средств массовой информации на мнение людей в обществе. Типы программ. Программы, которые люди предпочитают смотреть по телевизору и слушать по радио. Новостные каналы и их влияние на сознание.

Коммуникативные задачи: пересказать своими словами услышанное по телевизору или радио. Обсудить качество предъявляемых зрителям и слушателям программ. Дать характеристику причин, от которых зависит рейтинг программ. Выразить отношение к коммерческим проектам. Показать плюсы и минусы рекламы. Рассмотреть вопрос, смог ли интернет улучшить качество работы средств массовой информации в целом. Описать любимую передачу, аргументируя свои предпочтения.

Лексика: слова и выражения, необходимые для полного понимания данной темы. Использование суффиксов прилагательных.

Грамматика: утвердительные, отрицательные и вопросительные предложения в косвенной речи, глаголы, передающие отношение говорящего к описываемым событиям: to refuse, to point out, to assure, to agree, to praise; использование сложных предложений в речи. Использование сложных грамматических конструкций для официальной речи.

Письмо: написать эссе-рассуждение.

#### 6. Семья и взаимоотношения.

Семья и взаимоотношения. Отношения между родственниками. Близкие и дальние родственники. Связь поколений. Сохранение национальных и культурных традиций. Основа крепких, дружеских отношений между людьми. Взаимопомощь и взаимовыручка.

Коммуникативные задачи: дать характеристику родственника, на которого вы больше всего похожи внешностью и характером. Рассказать о человеке, к которому вы обращаетесь чаще всего за советом, и почему. Описать поведение людей, которое вас раздражает. Обосновать мнение о качествах людей, которыми вы восхищаетесь. Рассказать о событии, которое заставляет вас сожалеть о сказанном или сделанном.

Лексика: использование составных прилагательных, слова помогающие описать удивление, восхищение, сожаление, негодование, а также передать другие эмоциональные состояния человека.

Грамматика: условные предложения, конструкции с I wish, if only.

Письмо: написание автобиографии.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Английский язык (уровень В2)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **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:**

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

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Правила поведения.

Правила поведения. Влияние различных факторов на человеческое поведение. Последствия не- обдуманых действий. Преступление и наказание. Справедливость. Правила поведения в обществе. Разница в поведении людей в разных культурах. Взаимосвязь языка и менталитета.

Коммуникативные задачи: рассказать о правилах поведения, принятых в той или иной культуре, что можно и что нельзя делать. Обсудить меры наказания и размер штрафов за разные правонарушения. Провести дискуссию о мерах охраны и защиты разных категорий людей и окружающей среды. Рассказать о средствах борьбы компаний с использованием телефонов и мессенджеров на рабочем месте. Высказать мнение о методах воздействия «пряник или кнут».

Лексика: слова и выражения, необходимые для полного понимания и раскрытия темы, использование глаголов и предлогов, значение приставок.

Грамматика: употребление модальных глаголов настоящего и прошедшего времени.

Письмо: написать письмо, в котором необходимо привести веские доказательства в пользу правильности своей точки зрения.

## 2. Старые и новые вещи.

Старые и новые вещи. Качество старых и новых вещей. Разница материалов. Использование природных и искусственных материалов. Ценность вещей. Новые передовые технологии в производстве. Покупка вещей по интернету и в обычных магазинах- преимущества и недостатки.

Коммуникативные задачи: рассказать о преимуществах владения старыми и новыми вещами. Обсудить проблему накопительства, выявить причины. Высказать мнение о том, какие вещи действительно нужны современному человеку и почему. Обсудить, можно ли сейчас обходиться без современных вещей и почему это было бы трудно. Описать свое впечатление от события или мероприятия, на котором побывали.

Лексика: слова и фразы, используемые для обсуждения тем: умные технологии и описание людей, значение прилагательных с фиксированными предлогами.

Грамматика: использование относительных придаточных и причастных оборотов.

Письмо: написать отзыв о мероприятии.

## 3. Влияние климата на уклад жизни.

Влияние климата на уклад жизни. Зависимость образа жизни людей от климата. Влияние климата на характер. Удивительные факты о повседневных вещах. Влияние природных явлений на самочувствие человека. Сменный график работы, вахтовый метод.

Коммуникативные задачи: обсудить, существует ли взаимосвязь между климатом и самочувствием человека. Рассказать о влиянии климата на характер деятельности человека. Привести примеры приспособляемости людей к экстремальным температурам и суровым климатическим условиям. Обсудить правила вежливости, принятые в разных культурах. Обсудить правил написания отчетности.

Лексика: лексические единицы необходимая для понимания высказываний говорящего; лексика, используемая для обсуждения климата и природных явлений. Синонимы и антонимы.

Грамматика: использование конструкций used to, would + verb, to be used to doing smth., will get used to doing smth. для выражения привычек, присущих человек в прошлом и настоящем.

Письмо: написание отчета о проведенной встрече по плану-структуре с включением рекомендации по улучшению эффективности проводимых совещаний.

#### 4. Чувства.

Чувства. Можно ли верить тому, что видишь? Смотреть и видеть. Слушать и слышать.

Коммуникативные задачи: обсудить, как работает то или иное изобретение и стоит ли его патентовать. Сделать презентацию изобретения. Рассказать о необычном использовании обычных вещей в повседневной жизни. Привести примеры влияния цвета на эмоциональное состояние человека. Обсудить символическое значение цвета для разных культур.

Лексика: степени сравнения прилагательных, значения прилагательных, слова выражающие позитивное или негативное отношение говорящего к описываемым событиям. Употребление слов с похожим значением.

Грамматика: место прилагательных в предложении, if + союзы, условные предложения.

Письмо: описать событие, дать его подробную характеристику. Написать инструкцию по использованию того или иного предмета, описать порядок действий при выполнении инструкции.

#### 5. Средства массовой информации.

Средства массовой информации. Влияние средств массовой информации на мнение людей в обществе. Типы программ. Программы, которые люди предпочитают смотреть по телевизору и слушать по радио. Новостные каналы и их влияние на сознание.

Коммуникативные задачи: пересказать своими словами услышанное по телевизору или радио. Обсудить качество предъявляемых зрителям и слушателям программ. Дать характеристику причин, от которых зависит рейтинг программ. Выразить отношение к коммерческим проектам. Показать плюсы и минусы рекламы. Рассмотреть вопрос, смог ли интернет улучшить качество работы средств массовой информации в целом. Описать любимую передачу, аргументируя свои предпочтения.

Лексика: слова и выражения, необходимые для полного понимания данной темы. Использование суффиксов прилагательных.

Грамматика: утвердительные, отрицательные и вопросительные предложения в косвенной речи, глаголы, передающие отношение говорящего к описываемым событиям: to refuse, to point out, to assure, to agree, to praise; использование сложных предложений в речи. Использование сложных грамматических конструкций для официальной речи.

Письмо: написать эссе-рассуждение.

#### 6. Семья и взаимоотношения.

Семья и взаимоотношения. Отношения между родственниками. Близкие и дальние родственники. Связь поколений. Сохранение национальных и культурных традиций. Основа крепких, дружеских отношений между людьми. Взаимопомощь и взаимовыручка.

Коммуникативные задачи: дать характеристику родственника, на которого вы больше всего похожи внешне и характером. Рассказать о человеке, к которому вы обращаетесь чаще всего за советом, и почему. Описать поведение людей, которое вас раздражает. Обосновать мнение о качествах людей, которыми вы восхищаетесь. Рассказать о событии, которое заставляет вас сожалеть о сказанном или сделанном.

Лексика: использование составных прилагательных, слова помогающие описать удивление, восхищение, сожаление, негодование, а также передать другие эмоциональные состояния человека.

Грамматика: условные предложения, конструкции с I wish, if only.

Письмо: написание автобиографии.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

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

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **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:**



- 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. Восприятие и эмоции.

Восприятие и эмоции. Влияние различных факторов на человеческое восприятие. Первое впечатление и последующий анализ информации. Мультисенсорный маркетинг. Специфические особенности эмоционального состояния в разные периоды человеческой

жизни и причины, влияющие на изменение нашего эмоционального состояния. Важность принятия правильных решений, последствия необдуманных решений.

Коммуникативные задачи: рассказать о роли первого впечатления при встрече с новыми людьми, компаниями, брендами и другими культурами. Обсудить в группах идеи использования мультисенсорного маркетинга. Описать устоявшиеся представления о двух разных идеях и опровергнуть их с помощью нескольких аргументов.

Лексика: слова и выражения, необходимые для полного понимания и раскрытия темы.

Прилагательные и их синонимы, обозначающие признаки чувств и ощущений. Фразы и клише для описания представлений и фактов. Понимание значения употребления слов-связок в тексте. Понимание переносного смысла метафор.

Грамматика: употребление времен для выражения действий в настоящем, прошедшем и будущем. Статические и динамические глаголы, употребление длительных форм глагола.

Письмо: написать официальное письмо бизнес партнеру.

## 2. Многоцелевые материалы.

Многоцелевые материалы. Разные материалы, свойства материалов и их использование. Применение новых технологий производства и использования материалов в жилых, нежилых помещениях, в медицине, при производстве одежды.

Коммуникативные задачи: высказать предположение о том или ином материале, из которого сделано изделие. Описать преимущества использования материала для данной конкретной цели, аргументировать высокую продуктивность свойств материала. Рассказать о передовых современных технологиях, применяемых в производстве той или иной продукции.

Лексика: слова и фразы, используемые для аргументации, выражения своей точки зрения, при сравнении и противопоставлении свойств материалов.

Грамматика: использование модальных глаголов *must*, *may* настоящего и прошедшего времени для выражения возможности происходящего с малой и высокой степенью вероятности. Причастные обороты. Фразовые глаголы.

Письмо: написать доклад по предлагаемому плану (проблема/ причины возникновения проблемы/ способ решения 1/ способ решения 2/ аргументация в защиту того или иного решения).

## 3. Обучение.

Обучение: разница понятий «воспитание» и «образование». Современные методы обучения. Инновационные технологии. Развитие интеллекта и эрудиции. Школы и креативность? Как создать условия для развития креативности? Основные тенденции в

системе образования. Влияние креативности на продуктивность и экономику. Стимулирование креативности на рабочем месте. Необходимые факторы профессионального успеха.

Коммуникативные задачи: определить намерения высказывания говорящего. Рассказать о своём опыте проявления креативности в процессе обучения. Найти отражение идей обсуждаемой темы в собственном творческом опыте, проанализировать свою учёбу и работу. Проанализировать личный опыт в учёбе и работе и рассказать о формуле успеха. Рассказать о возможных видах деятельности в коллективе, стимулирующих продуктивность и командный дух.

Лексика: лексические единицы, необходимые для понимания высказываний говорящего, а также активная лексика данной темы. Выражения, используемые для описания эффективных методов преподавания. Словосочетания, которые используются в разговоре о творческом процессе и необходимых условиях для этого. Клише для выражения предпочтений, описания способностей, внутреннего потенциала, перспектив личностного роста. Использование идиоматических конструкций с will. Использование синонимов при перефразе.

Грамматика: использование will + ing/ will have +past participle. Способы выражения будущего времени. Продуктивное использование префиксов.

Письмо: написание текста презентации с использованием четкой структуры изложения событий и техники презентации (постановка темы, обозначение цели высказывания, примеры применения теории на практике, разные мнения, обобщение информации).

#### 4. Новые открытия и технологии.

Новые открытия и технологии. Решение проблем в экстремальных условиях. Количество инноваций в различных странах. Патенты. Жизненный путь инновации.

Коммуникативные задачи: обсудить, как работает то или иное изобретение и стоит ли его патентовать. Сделать презентацию изобретения. Рассказать о необычном использовании обычных вещей в повседневной жизни.

Лексика: лексические единицы для описания изобретений, инноваций и патентов. Фразовые глаголы. Фразы и клише для рекомендаций и советов. Устойчивые выражения по теме «деньги».

Грамматика: сущ. + of, in +ing, prep. +clause, of + noun, +for+object+ing, active/passive infinitive. Место наречий в предложении.

Письмо: написать запрос по электронной почте, указав цель обращения, запросив информацию, описав ситуацию, обосновав просьбу.

#### 5. Первоисточки.

Первоисточки. Происхождение вещей. Различные представления об успехе у людей разных поколений.

Коммуникативные задачи: описать свое отношение к новым передовым технологиям, работе, деньгам, родителям, власти. Привести примеры и рассказать личную историю успеха, используя различные сценарии и определённые фразы.

Лексика: слова и выражения, необходимые для полного понимания данной темы. Лексические единицы для описания успешной и неуспешной ситуации. Фразы и клише для описания разных явлений в истории. Использование прилагательных, начинающихся на – a. Устойчивые выражения, клишированные фразы.

Грамматика: место прилагательных в предложении, использование слов *whoever, whatever, wherever*.

Письмо: написать блог, придумав привлекательный заголовок, продумав интригующее вступление для последующего развития темы. Определиться со стилем в зависимости от целевой аудитории. Продумать вопросы для удержания внимания и интереса аудитории.

## 6. Мышление и память.

Мышление и память. Типы памяти. Способы улучшить память. Методы тренировки памяти. Приемы для запоминания новых слов, имен, телефонов.

Коммуникативные задачи: описать этапы и результаты проводимого исследования. Сделать анализ известных методов тренировки памяти, показать сильные и слабые стороны каждого метода. Привести примеры наиболее эффективных методик тренировки памяти.

Лексика: значение глаголов с предлогами *off, down, over*. Слова и словосочетания для описания исследования и его результатов. Использование устойчивых словосочетаний.

Грамматика: роль глаголов *have/get* в пассивных конструкциях, грамматические конструкции для написания отчетов.

Письмо: написание статьи в журнал.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Архитектура компьютерных сетей**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение современных компьютерных телекоммуникационных технологий, структуры компьютерных сетей, их протоколов и реализаций.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Изучить основные протоколы сетевого взаимодействия
2. Овладеть практическими навыками настройки компьютерных сетей

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Организацию уровней сети
- Иерархию сетевых стеков OSI и TCP/IP
- Устройство протоколов взаимодействия

##### **уметь:**

- Конфигурировать сетевые устройства
- Настраивать сетевые сервисы

##### **владеть:**

Навыками организации сетевых информационных ресурсов

#### **Темы и разделы курса:**

1. Иерархия компьютерных сетей
- Сетевая модель OSI

- стек TCP/IP
- Другие сетевые архитектуры (историческая справка)
- 2. Уровень сетевого доступа
  - Устройства для коммутации на уровне Ethernet
  - Устройство пакетов сети Ethernet
  - Протокол ARP и конфигурирование локальной сети
  - Протокол DHCP
- 3. Межсетевой уровень
  - Протокол IPv4
  - Протокол IPv6
  - Маршрутизация пакетов
  - Фильтрация пакетов и защита сетей брандмауэром
- 4. Транспортный уровень
  - Устройство протокола TCP
  - Взаимодействие по протоколу TCP
  - Устройство протокола UDP
  - Взаимодействие по UDP на примере реализации DNS
- 5. Прикладной уровень
  - Сетевые порты и сервисы
  - Управление сетевыми сервисами
  - Реализация многопоточного сетевого сервиса

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Архитектура программного обеспечения**

#### **Цель дисциплины:**

приобретение студентами знаний в области архитектуры ПО, освоение навыков, необходимых для позиции архитектор ПО.

#### **Задачи дисциплины:**

- понимание факторов, влияющих на выбор архитектуры;
- освоение процедуры архитектурного обзора (architectural review);
- знакомство с различными подходами к проектированию архитектуры;
- освоение навыков архитектурной документации и архитектурных планов (architectural view);
- развитие системного подхода, умение видеть одновременно большую картину(систему) и отдельные ее штрихи (модули);
- развитие критического мышления;
- развитие различных soft skills, необходимых архитектору ПО.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- существующие подходы к архитектурному обзору (architectural review);
- отличия различных архитектурных планов (architectural view);
- принципы построения архитектурной документации.

##### **уметь:**

- обосновывать принятие того или иного архитектурного решения;
- доносить архитектурное решение до всех вовлеченных лиц;
- писать архитектурную документацию;

- рисовать архитектурные планы;
- проводить архитектурный обзор;
- разбирать конкретные примеры с точки зрения применимости технологий.

**владеть:**

- архитектурной терминологией.

**Темы и разделы курса:**

1. Обзор истории развития архитектур компьютерных платформ

1. Обзор истории развития цифровой вычислительной техники. Поколения элементной базы. Архитектура фон Неймана. Закон Мура. Обзор развития периферийных устройств. Ключевые изобретения (транзистор, микрокод, ОС). Спектр компьютеров (от микроконтроллеров до суперкомпьютеров).

2. Обзор истории развития архитектур компьютерных платформ. История развития микроархитектуры процессоров и их команд, разрядностей шин, памяти и кэш-памяти, внешней памяти (от дискет до SSD дисков и RAID массивов). История семейства процессоров Intel/AMD.

3. Цифровой логический уровень. Вентили и их физическая реализация на транзисторах. Булева алгебра и булевы функции, реализация на вентилях. Обозначения на схемах. Комбинационные схемы: мультиплексор, декодер, компаратор. Программируемые матрицы. Арифметические схемы: сдвиг, сумматор. Однобитное АЛУ.

2. Память, шины, регистры. Архитектура микропроцессоров семейства PDP

1. Тактовый генератор. Разновидности триггеров и защелок (SR, D, JK; одно- и двухступенчатые). Регистры. Микросхемы памяти. Разновидности памяти (ОЗУ-ПЗУ).

Шины. Синхронизация и арбитраж. Временные диаграммы и циклы чтения-записи. Интерфейсы: параллельный и последовательный вывод, декодирование адреса.

2. Архитектура микропроцессоров семейства PDP. Регистры, набор команд, адресация памяти. Архитектура 16-битного компьютера PDP.

3. Микроархитектурный уровень. Архитектура семейства процессоров x86

1. Микроархитектурный уровень. Микрокод, конвейеры, кэш-память, упреждающая выборка, прогнозирование ветвлений, спекулятивное выполнение. Интеграция вспомогательных устройств в микропроцессор: сопроцессоры, управление памятью и прерываниями. Тренды: многоядерность, виртуализация, расширенные наборы команд.

2. Архитектура семейства процессоров x86. Регистры общего назначения. Реальный режим, 16 битная архитектура. Сегментная модель. Адресация памяти. Формат машинных инструкций. Защищенный режим, 32 битная архитектура. Кольца защиты, таблицы



селекторов. Плоская модель. Расширения 64-битного режима. Виртуальная память. Таблицы страничного преобразования. Прерывания и исключения. Встроенный контроллер прерываний APIC, аппаратные исключения. Команды сопроцессора и потоковой обработки данных.

3. Архитектура процессоров ARM. Параллельные компьютерные архитектуры. Архитектура графического процессора NVIDIA.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Архитектура программных систем**

#### **Цель дисциплины:**

Получение студентами базовых и расширенных теоретических знаний в области построения информационных систем и базовых практических навыков их применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов чёткого структурированного представления об архитектуре информационных систем, их внутреннем устройстве, методах реализации;
- изучение и систематизация способов и подходов к решению практических проблем, возникающих при создании информационных и программных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- типовую классификацию архитектурных компонентов, применяемых при создании информационных систем;
- методы реализации данных компонентов с учётом внешних факторов, влияющих на специфику и условия решения конкретной задачи;
- способы решения проблем, возникающих при создании программных систем.

##### **уметь:**

- чётко структурировать предметную область, подлежащую автоматизации;
- формировать архитектурный облик программной системы;
- производить разделение предметной области на уровни автоматизации;
- принимать и обосновывать решения о методах реализации;
- применять современные, перспективные и инновационные технологии решения задач.

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:****1. Архитектурные уровни системы. Организация бизнес-логики.**

Архитектурные уровни системы. Развитие модели слоев в корпоративных программных приложениях. Три основных архитектурных уровня.

Организация бизнес-логики. Выбор типового решения. Уровень служб.

**2. Объектные модели и реляционные базы данных. Представление данных в Web.**

Объектные модели и реляционные базы данных. Архитектурные решения. Взаимосвязь объектов и реляционных структур. Отображение связей. Двойное отображение. Наследование. Использование метаданных.

Представление данных в Web. Типовые решения представлений и входных контроллеров.

**3. Управление параллельными заданиями. Стратегии распределенных вычислений.**

Управление параллельными заданиями. Проблемы параллелизма. Контексты выполнения. Изолированность и устойчивость данных. Стратегии блокирования. Предотвращение возможности несогласованного чтения данных. Разрешение взаимоблокировок. Транзакции: свойства, ресурсы. Системные транзакции и бизнес-транзакции. Типовые решения задачи обеспечения автономного параллелизма. Параллельные операции и серверы приложений.

Сеансы и состояния. Состояние сеанса. Способы сохранения состояния сеанса.

Стратегии распределенных вычислений. Модели распределенных объектов. Интерфейсы локального и удаленного вызова. Интерфейсы распределения.

**4. Структурирование источников данных. Платформы и инструменты.**

Структурирование источников данных. Источник данных для сценария транзакции. Источник данных для модуля таблицы. Источник данных для модели предметной области. Слой представления.

Платформы и инструменты. JavanJ2EE. NET. Хранимые процедуры. Web-службы. Другие модели слоев.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Байесовские методы статистического оценивания**

#### **Цель дисциплины:**

Дать представление о современном состоянии байесовской статистики и ее использовании в анализе данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение байесовского подхода и его теоретического обоснования;
- практическое применение байесовского подхода в задачах анализа данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы байесовского подхода;
- подходы к приближенному байесовскому выводу;
- асимптотические и неасимптотические результаты в байесовской статистике;
- основы непараметрической байесовской статистики;
- примеры использования байесовской статистики в прикладных задачах.

##### **уметь:**

- производить байесовский вывод;
- использовать аппарат байесовской статистики в прикладных задачах;
- выбирать априорное распределение;
- использовать аппарат непараметрической байесовской статистики.

##### **владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;

- навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Основные понятия и задачи статистического оценивания.

Основные понятия и задачи статистического оценивания. Экспоненциальное и регулярное семейства распределений. Правдоподобие. Статистическая теория принятия решений. Байесовский вывод. Сравнение байесовского и частотного подхода к статистическому оцениванию. Байесовская теория принятия решений. Исключение мешающих параметров. Перестановочность. Теорема де Финетти. Выбор модели.

Выбор априорного распределения. Информативное, неинформативное, сопряженное априорные распределения. Априорное распределение Джеффри. Выбор априорного распределения с геометрической точки зрения.

#### 2. Асимптотическая нормальность и неасимптотические результаты о свойствах апостериорного распределения.

Асимптотическая нормальность апостериорного распределения. Теорема Дуба. Условия Ибрагимова и Хасьминского. Состоятельность байесовских оценок. Теорема Бернштейна фон Мизеса.

Неасимптотические результаты о свойствах апостериорного распределения. Подход квазикасимального правдоподобия. Квадратичное приближение правдоподобия в окрестности точки максимума математического ожидания правдоподобия. Неасимптотическая нормальность апостериорного распределения для нормального априорного распределения.

#### 3. Подходы к байесовскому выводу.

Аналитические подходы к приближенному байесовскому выводу. Аппроксимация Лапласа, вариационный вывод. Минимизация расстояния Кульбака-Лейблера и факторизация распределения.

Подходы на основе методов Монте-Карло к приближенному байесовскому выводу. Базовые методы. Схема Метрополиса-Хастингса, схема Гиббса. Оценка нормировочной константы распределения с помощью схемы Гиббса.

Примеры использования байесовского подхода. Машина релевантных векторов, вероятностный метод главных компонент, выбор числа компонент в гауссовской смеси.

#### 4. Непараметрическая байесовская статистика.

Непараметрическая байесовская статистика. Априорные распределения в непараметрическом случае. Случайный процесс Дирихле. Свойства случайного процесса Дирихле.

Непараметрическая байесовская статистика. Сильная и слабая состоятельность непараметрических байесовских оценок. Теорема Шварца.

5. Гауссовские случайные процессы.

Гауссовские случайные процессы. Регрессия на основе гауссовских процессов. Верхняя граница для риска оценки процесса.

Регрессия и классификация на основе гауссовских процессов. Приближенный байесовский вывод. Адаптивное планирование эксперимента и суррогатная оптимизация.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Безопасность информационных технологий**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами знаний в области методологии проектирования систем информационной безопасности корпоративных автоматизированных информационных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- 1) Освоение студентами знаний в области архитектур систем информационной безопасности и защиты информации.
- 2) Изучение и анализ основных классов требований к информационным автоматизированным системам с точки зрения информационной безопасности и защиты критических данных корпоративного бизнеса.
- 3) Освоение методологии проектирования корпоративных систем информационной безопасности и защиты информации, реализуемой посредством пакета нормативно-регламентирующей документации.
- 4) Знакомство со всеми базовыми классами средств защиты информации.
- 5) Изучение архитектур основных защищенных протоколов и криптографических алгоритмов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Основные понятия и категории в области «Безопасности информационных технологий».

Типы и категории информации, проблемы информационной защиты.

Базовые понятия политики безопасности, уязвимости, атаки, риски, потенциальные потери и средства защиты.

Основы управления информационной безопасностью.

Основные нормативно-директивные документы, регулирующие все аспекты организации и управления информационной безопасностью.

Основы методики управления рисками информационной безопасности.

Базовые понятия методик оценки рисков информационной безопасности.

Основные требования информационной безопасности.

Основные криптографические системы, алгоритмы и методы шифрования информации.

Базовые средства защиты операционных систем.

Основные методы управления доступом и управления правами пользователей.

Принципы и методы защиты программного обеспечения.

Основные уязвимости сетевой безопасности.

Классы средств сетевой безопасности.

Основные протоколы безопасности Интернет.

Архитектура IP VPN. Архитектура IPSec. Протоколы IPSec. Протокол генерации и обмена ключей IKE.

Принципы управления ключами шифрования.

Архитектуру инфраструктуры распределения открытых ключей.

**уметь:**

Подготовить корпоративную политику информационной безопасности.

Подготовить корпоративную Концепцию информационной безопасности.

Сформировать модель потенциального нарушителя корпоративной автоматизированной информационной системы.

Оценить риски информационной безопасности.

Подобрать меры снижения идентифицированных рисков информационной безопасности.

Сформулировать адекватные требования к различным категориям корпоративных данных и информации с точки информационной безопасности.

Использовать криптографические алгоритмы, методы и подходы к защите конфиденциальных данных.

Подготовить проект Политики информационной защиты корпоративных операционных систем.

Подготовить проект Политики управления доступом и распределением прав пользователей.

Подготовить проект Политики защиты программного обеспечения.

Подготовить проект Политики сетевой защиты корпоративной информационной системы.

Осуществить адекватный выбор сетевых средств и методов защиты для снижения рисков сетевой информационной безопасности.

Подготовить проект Политики управления ключами шифрования корпоративной информационной системы.



Подготовить проект системы информационной безопасности корпоративной системы поддержки учебного процесса высшего учебного заведения.

Подготовить проект системы информационной безопасности корпоративной системы лечебного учреждения (поликлиники, больницы).

Подготовить проект системы информационной безопасности корпоративной автоматизированной системы кредитной организации.

Подготовить проект системы информационной безопасности корпоративной системы информационно-автоматизированной системы интернет-компании.

#### **владеть:**

Методикой проектирования системы информационной безопасности в рамках корпоративной автоматизированной информационной системы поддержки бизнес операций.

Методикой оценки и управления рисками информационной безопасности в рамках корпоративной автоматизированной информационной системы.

Основными методиками управления доступом и правами пользователей.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Что такое «информационная безопасность»? Почему мы тратим время на курс «основы информационной безопасности»?

Что такое «информационная безопасность»? Почему мы тратим время на курс «основы информационной безопасности»? Типы информации, проблемы защиты и краткий исторический экскурс. Что защищают и от кого? Краткое содержание курса, основные цели и задачи, главные результаты, задания и отчетность.

2. Основные положения и методика информационной защиты.

Основные положения и методика информационной защиты. Политики безопасности, уязвимости, атаки, риски, потенциальные потери и средства защиты. Терминология. Различные подходы и методика управления информационной безопасностью.

3. Организация и управление информационной безопасностью.

Организация и управление информационной безопасностью. Организационные структуры. Категории и классификация информации. Стандартизирующие документы и организации.

4. Оценка и управление рисков.

Оценка и управление рисков. Уязвимости и оценка потенциальных потерь.

5. Типы требований информационной безопасности.

Типы требований информационной безопасности      Типы требований информационной безопасности и соответствующие методы обеспечения.

## 6. Введение в криптографические методы.

Введение в криптографические методы. Обзор алгоритмов и подходов к шифрованию: потоковые и блочные алгоритмы, симметричные и асимметричные системы, цифровая подпись и хэш-функции. Национальные особенности криптографических систем.

## 7. Защита операционных систем.

Защита операционных систем. Базовые средства – аутентификация, защита файловых систем, взаимодействие с внешними системами. Защита программного обеспечения – целостность..

## 8. Сетевая безопасность.

Сетевая безопасность. Основные уязвимости. Классы средств сетевой безопасности. Межсетевые экраны. Сетевые протоколы безопасности Интернет. Защищенные виртуальные сети. Протоколы IP VPN. Архитектура IP VPN. Архитектура IPSec. Протоколы IPSec. Протокол генерации и обмена ключей IKE.

## 9. Распространение, сертификация, управление ключами.

Распространение, сертификация, управление ключами. Public Key Infrastructure Услуги третьей доверенной стороны и распределение ключей.

## 10. Среда открытых систем POSIX.

Среда открытых систем POSIX. Безопасность сервисов операционных систем. Функциональность. Аудит. Управление доступом в систему. Привилегии. Информационные метки. Защита и управление утилитами.

## 11. Безопасность услуг человеко-машинного интерфейса. Система X-Windows.

Безопасность услуг человеко-машинного интерфейса. Система X-Windows.

## 12. Безопасность сервисов управления данными.

Безопасность сервисов управления данными. Поддержка криптографических баз данных.

Заключение. Чему мы научились? Обсуждение результатов самостоятельных работ

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Биоинформатика**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение биологических процессов с помощью методов интеллектуального анализа данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение слушателями математических и алгоритмических основ биоинформатики;
- на примере задач из области биоинформатики проиллюстрировать, как математик мог бы вникать в специфику предметной области, чтобы суметь адекватным образом приспособить известные ему методы для решения прикладных и исследовательских задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные математические методы решения задач биоинформатики;
- основы внутреннего строения и принципов работы живой клетки;
- области применения и особенности работы основных пакетов биоинформационных программ и алгоритмов;
- особенности хранения генетической информации в молекуле ДНК.

##### **уметь:**

- статистически анализировать достоверность получаемых результатов;
- извлекать и анализировать информацию из существующих публичных баз данных (NCBI, EBI, KEGG, SwissProt, PDB);
- применять на практике основные пакеты биоинформационных программ и алгоритмов;
- применять на практике стандартные методы и алгоритмы.

##### **владеть:**

- навыками самостоятельной работы при решении типовых задач;
- навыками разработки вычислительных алгоритмов для решения задач биоинформатики;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

### **Темы и разделы курса:**

1. Анализ текстов, использование баз данных. Биология и алгоритмы.

Анализ текстовых строк, natural language processing. База данных PUBMED/MEDLINE.

Биомедицина.

- Нахождение надежных диагностических исследований.
- Извлечение информации о генетических ассоциациях.
- Выяснение диагноза по заключению врача.

Информатика («вычислительная лингвистика»).

- Контекст-зависимая расшифровка аббревиатур.
- Концептуализация абстрактов с использованием онтологий терминов.
- Установление значимости соотношений терминов.
- Установление функциональных взаимоотношений между белками и генами.

Замечание о научной этике.

Экспертный анализ.

О поиске новых принципов построения алгоритмов.

- Коллектив — индивид — коллектив.
- Нейроны и их реальные сети – избегая редукционизм.
- «Генетические алгоритмы» и генетика.
- Клетка и... идеальная экономика?
- Artificial life — living and artificial.
- Клетка и... теория электрических цепей?

2. Биологические данные, объекты и подходы к формализации задач. Задачи 1D→1D: сравнение символьных последовательностей.

Биологические данные, объекты и подходы к формализации задач

- Биологические объекты и их описания. Базы данных в биологии.

- Объемы данных и степень их интеграции (связности).
- Противоречивость множеств прецедентов.

Макромолекулы как текстовые строки. Базы данных GENBANK, TREMBL, UNIPROT.

- Экспериментальные методы секвенирования.
- Алгоритмы выравнивания и сравнения символьных последовательностей.
- Верификация данных из разных уровней иерархии клеточных процессов.
- Классификация последовательностей как подход к решению задач  $1D \rightarrow \dots$

3. Задачи  $1D_b \rightarrow 1D_b$ . Разработка проблемно-ориентированной теории на примере задачи распознавания вторичной структуры.

Анализ и классификация трехмерных структур биологических макромолекул. База данных PDB.

- Химическое строение молекул белка. Уровни структуры белка.
- Рентгеноструктурный анализ белков.
- Белковый ЯМР.
- Задачи  $3D \rightarrow 3D$ .
- Задачи  $3D \rightarrow 2D$ .
- стабильности белка.

Мета-задача перекодировки символьных последовательностей.

- Задачи  $1D_b \rightarrow 2D_b$ .
- Задача  $1D_b \rightarrow 2D_b$  как перевод символьных последовательностей. Постановка задачи, исходные данные.
- Основы комбинаторной теории разрешимости/регулярности.
- О задачах  $1D \rightarrow 3D$ .

4. Задачи  $1D_b \rightarrow \Phi$  и  $3D \rightarrow \Phi$  и задача аннотации генома. Анализ и синтез биологических сетей.

Мета-задача классификации символьных последовательностей.

- Задачи  $3D \rightarrow L$  и  $3D \rightarrow \Phi$ : биофизический анализ структуры белка.
- Задача  $1D \rightarrow L$  и о «случайных» последовательностях.
- $1D \rightarrow \Phi$  — задача аннотации генома, основы проблемно-ориентированного формализма.

Молекулярная сеть-смешанный граф. Базы данных REACTOME, KYOTO.

- Молекулярные сети клетки.
- Функциональная геномика, задача синтеза сетей и... ловушки.
- Транскриптомика, протеомика, метаболомика.
- Исследования «стимул-отклик» в масштабе клетки.
- Задача поиска «биомаркеров» для медицинской диагностики.

#### 5. Задачи 1Днк. Задачи 1Днк и 3Днк.

Лексический анализ символьных последовательностей биомакромолекул.

- Что такое ген? От гена к белку.
- Эукариоты, прокариоты. Транскрипция, сплайсинг, деградация, трансляция.
- Задача распознавания гена. Промотор.
- Задача 1Днк→1Дрнк (сайты сплайсинга, экзоны).
- Задача инициации транскрипции. Сайты факторов транскрипции.

Лексический анализ текстовых строк. Об анализе представительных наборов в задачах генетики

- Суперскручивание ДНК. Сайты нуклеосом.
- Структура генома: последовательность и ориентация генов.
- Репликация и рекомбинация ДНК. Сайты SNP. Регионы рекомбинации.
- Генетика и эпигенетика.
- CpG и сайты метилирования ДНК.

#### 6. Задачи 1Дрнк, 2Дрнк, 3Дрнк. Рентгено-структурный анализ и ЯМР белков, задачи 3Дб→3Дб и 3Дб→2Дб.

Классификация символьных последовательностей. База данных PDB.

- ДНК и РНК. Распознавание классов РНК.
- Задача 1Дрнк→1Дб: альтернативный сплайсинг.
- Задача 1Дрнк→2Дрнк: вторичная структура РНК.
- Задачи 1Дрнк, 2Дрнк →3Дрнк.
- Задачи 1Дрнк, 2Дрнк →Фрнк.

Анализ и классификация трехмерных структур биологических макромолекул. База данных PDB.

- Химическое строение молекул белка. Уровни структуры белка.
- Рентгеноструктурный анализ белков.

- Белковый ЯМР.
- Задачи 3D→3D.
- Задачи 3D→2D.

7. Молекулярная фармакология и хемоинформатика. Молекулярная фармакология и хемоинформатика.

Молекулы - связные графы, но... Базы данных PUBCHEM, PDB, CSD.

- Физико-химическое моделирование и хемоинформатика.
- Формула→3Dл.
- Задачи 3Dл→3Dл.
- 3Dл→физ.-хим. свойства.
- 3Dл→белки-рецепторы. 3Dл→константы взаимодействия.
- Хемоинформатика, задачи формула→...

Задачи классификации разнородных признаковых описаний. Базы данных NCBI (DBGAP).

Главная последовательность

- генетика→экспрессия,
- экспрессия→уровни/акт белков,
- генетика→уровни/акт белков,
- уровни белков→метаболиты,
- метаболиты→симптоматика,
- симптоматика→симптоматика,
- симптоматика→заболевание.

Генетика

- генетика→метаболиты,
- генетика→симптоматика,
- генетика→заболевание.

Поиск биомаркеров (пост-геномная диагностика):

- экспрессия→заболевание,
- уровни белков→заболевание,
- метаболиты→заболевание.

8. Проблемная область - биология. От клеточной биологии к задачам распознавания.

## Проблемная область - биология

- Биология как проблемная область.
- О данных и методах из области биологии.
- Уровни биологических систем и уровни данных.
- Взаимосвязь различных задач интеллектуального анализа биологических данных, системы задач распознавания и классификации.

## От клеточной биологии к задачам распознавания

- Клетка. Методы исследований клеток.
- Основные компоненты и процессы в клетках, их биологические роли и взаимодействия.
- ДНК. РНК. Аминокислоты и белки.
- Клеточная биология и система задач распознавания.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Введение в математическую томографию

#### Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (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 томографии и ОЗР;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.

Описание рентгеновских снимков в терминах преобразования Радона вдоль прямых. Формулы обращения Радона и Кормака. Моментные условия Гельфанда-Граева и уравнение Джона.

2. Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.

Описание эмиссионных данных в терминах преобразования Радона с поглощением вдоль ориентированных прямых. Весовые преобразования Радона и приближенная формула обращения Чанга. Точная формула обращения для классического преобразования Радона с поглощением.

3. Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.

Формулы и уравнения прямой задачи рассеяния. Явные линейные приближенные формулы для решения обратной задачи рассеяния. Точные методы восстановления потенциала по данным рассеяния. Приложения к теории солитонов.

4. Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Соотношение между напряжениями и токами на границе как Дирихле-Нейман оператор. Метод восстановления через сведение к обратной задаче по данным "рассеяния" Фаддеева.

5. Основные функциональные пространства

- Основные функциональные пространства: пространство Шварца, пространство финитных функций, пространство  $L^2$ . Нормы и сходимость в этих пространствах.
- Преобразования Фурье, его связь с рядами Фурье, дискретное преобразование Фурье.
- Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) и её приложения.
- Пространство обобщенных функций, обобщенная производная.
- Дифференциальные, псевдодифференциальные и интегральные операторы Фурье над пространством обобщенных функций.

## 6. Соболевские пространства

- Соболевские пространства, их основные свойства. Теоремы о вложении.
- Действие дифференциальных и псевдодифференциальных операторов на пространствах Соболева, понятие порядка оператора.
- Теорема о композиции и введение в символьное исчисление.
- Соболевские пространства на компактных многообразиях.
- Операторное исчисление на компактных многообразиях.

## 7. Приложения

- Приложения к задачам томографии.
- Приложения к теоретической физике и различным способам квантования.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Введение в математическую томографию

#### Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (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 томографии и ОЗР;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.

Описание рентгеновских снимков в терминах преобразования Радона вдоль прямых. Формулы обращения Радона и Кормака. Моментные условия Гельфанда-Граева и уравнение Джона.

2. Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.

Описание эмиссионных данных в терминах преобразования Радона с поглощением вдоль ориентированных прямых. Весовые преобразования Радона и приближенная формула обращения Чанга. Точная формула обращения для классического преобразования Радона с поглощением.

3. Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.

Формулы и уравнения прямой задачи рассеяния. Явные линейные приближенные формулы для решения обратной задачи рассеяния. Точные методы восстановления потенциала по данным рассеяния. Приложения к теории солитонов.

4. Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Соотношение между напряжениями и токами на границе как Дирихле-Нейман оператор. Метод восстановления через сведение к обратной задаче по данным "рассеяния" Фаддеева.

5. Основные функциональные пространства

- Основные функциональные пространства: пространство Шварца, пространство финитных функций, пространство  $L^2$ . Нормы и сходимость в этих пространствах.
- Преобразования Фурье, его связь с рядами Фурье, дискретное преобразование Фурье.
- Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) и её приложения.
- Пространство обобщенных функций, обобщенная производная.
- Дифференциальные, псевдодифференциальные и интегральные операторы Фурье над пространством обобщенных функций.

## 6. Соболевские пространства

- Соболевские пространства, их основные свойства. Теоремы о вложении.
- Действие дифференциальных и псевдодифференциальных операторов на пространствах Соболева, понятие порядка оператора.
- Теорема о композиции и введение в символьное исчисление.
- Соболевские пространства на компактных многообразиях.
- Операторное исчисление на компактных многообразиях.

## 7. Приложения

- Приложения к задачам томографии.
- Приложения к теоретической физике и различным способам квантования.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Введение в математическую томографию

#### Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (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 томографии и ОЗР;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.

Описание рентгеновских снимков в терминах преобразования Радона вдоль прямых. Формулы обращения Радона и Кормака. Моментные условия Гельфанда-Граева и уравнение Джона.

2. Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.

Описание эмиссионных данных в терминах преобразования Радона с поглощением вдоль ориентированных прямых. Весовые преобразования Радона и приближенная формула обращения Чанга. Точная формула обращения для классического преобразования Радона с поглощением.

3. Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.

Формулы и уравнения прямой задачи рассеяния. Явные линейные приближенные формулы для решения обратной задачи рассеяния. Точные методы восстановления потенциала по данным рассеяния. Приложения к теории солитонов.

4. Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Соотношение между напряжениями и токами на границе как Дирихле-Нейман оператор. Метод восстановления через сведение к обратной задаче по данным "рассеяния" Фаддеева.

5. Основные функциональные пространства



- Основные функциональные пространства: пространство Шварца, пространство финитных функций, пространство  $L^2$ . Нормы и сходимость в этих пространствах.
- Преобразования Фурье, его связь с рядами Фурье, дискретное преобразование Фурье.
- Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) и её приложения.
- Пространство обобщенных функций, обобщенная производная.
- Дифференциальные, псевдодифференциальные и интегральные операторы Фурье над пространством обобщенных функций.

## 6. Соболевские пространства

- Соболевские пространства, их основные свойства. Теоремы о вложении.
- Действие дифференциальных и псевдодифференциальных операторов на пространствах Соболева, понятие порядка оператора.
- Теорема о композиции и введение в символьное исчисление.
- Соболевские пространства на компактных многообразиях.
- Операторное исчисление на компактных многообразиях.

## 7. Приложения

- Приложения к задачам томографии.
- Приложения к теоретической физике и различным способам квантования.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Введение в математическую томографию

#### Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (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 томографии и ОЗР;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.

Описание рентгеновских снимков в терминах преобразования Радона вдоль прямых. Формулы обращения Радона и Кормака. Моментные условия Гельфанда-Граева и уравнение Джона.

2. Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.

Описание эмиссионных данных в терминах преобразования Радона с поглощением вдоль ориентированных прямых. Весовые преобразования Радона и приближенная формула обращения Чанга. Точная формула обращения для классического преобразования Радона с поглощением.

3. Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.

Формулы и уравнения прямой задачи рассеяния. Явные линейные приближенные формулы для решения обратной задачи рассеяния. Точные методы восстановления потенциала по данным рассеяния. Приложения к теории солитонов.

4. Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Соотношение между напряжениями и токами на границе как Дирихле-Нейман оператор. Метод восстановления через сведение к обратной задаче по данным "рассеяния" Фаддеева.

5. Основные функциональные пространства

- Основные функциональные пространства: пространство Шварца, пространство финитных функций, пространство  $L^2$ . Нормы и сходимость в этих пространствах.
- Преобразования Фурье, его связь с рядами Фурье, дискретное преобразование Фурье.
- Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) и её приложения.
- Пространство обобщенных функций, обобщенная производная.
- Дифференциальные, псевдодифференциальные и интегральные операторы Фурье над пространством обобщенных функций.

## 6. Соболевские пространства

- Соболевские пространства, их основные свойства. Теоремы о вложении.
- Действие дифференциальных и псевдодифференциальных операторов на пространствах Соболева, понятие порядка оператора.
- Теорема о композиции и введение в символьное исчисление.
- Соболевские пространства на компактных многообразиях.
- Операторное исчисление на компактных многообразиях.

## 7. Приложения

- Приложения к задачам томографии.
- Приложения к теоретической физике и различным способам квантования.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Введение в математическую томографию

#### Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (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 томографии и ОЗР;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.

Описание рентгеновских снимков в терминах преобразования Радона вдоль прямых. Формулы обращения Радона и Кормака. Моментные условия Гельфанда-Граева и уравнение Джона.

2. Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.

Описание эмиссионных данных в терминах преобразования Радона с поглощением вдоль ориентированных прямых. Весовые преобразования Радона и приближенная формула обращения Чанга. Точная формула обращения для классического преобразования Радона с поглощением.

3. Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.

Формулы и уравнения прямой задачи рассеяния. Явные линейные приближенные формулы для решения обратной задачи рассеяния. Точные методы восстановления потенциала по данным рассеяния. Приложения к теории солитонов.

4. Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Соотношение между напряжениями и токами на границе как Дирихле-Нейман оператор. Метод восстановления через сведение к обратной задаче по данным "рассеяния" Фаддеева.

5. Основные функциональные пространства

- Основные функциональные пространства: пространство Шварца, пространство финитных функций, пространство  $L^2$ . Нормы и сходимость в этих пространствах.
- Преобразования Фурье, его связь с рядами Фурье, дискретное преобразование Фурье.
- Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) и её приложения.
- Пространство обобщенных функций, обобщенная производная.
- Дифференциальные, псевдодифференциальные и интегральные операторы Фурье над пространством обобщенных функций.

## 6. Соболевские пространства

- Соболевские пространства, их основные свойства. Теоремы о вложении.
- Действие дифференциальных и псевдодифференциальных операторов на пространствах Соболева, понятие порядка оператора.
- Теорема о композиции и введение в символическое исчисление.
- Соболевские пространства на компактных многообразиях.
- Операторное исчисление на компактных многообразиях.

## 7. Приложения

- Приложения к задачам томографии.
- Приложения к теоретической физике и различным способам квантования.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Введение в математическую томографию

#### Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;



- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (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 томографии и ОЗР;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.

Описание рентгеновских снимков в терминах преобразования Радона вдоль прямых. Формулы обращения Радона и Кормака. Моментные условия Гельфанда-Граева и уравнение Джона.

2. Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.

Описание эмиссионных данных в терминах преобразования Радона с поглощением вдоль ориентированных прямых. Весовые преобразования Радона и приближенная формула обращения Чанга. Точная формула обращения для классического преобразования Радона с поглощением.

3. Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.

Формулы и уравнения прямой задачи рассеяния. Явные линейные приближенные формулы для решения обратной задачи рассеяния. Точные методы восстановления потенциала по данным рассеяния. Приложения к теории солитонов.

4. Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Соотношение между напряжениями и токами на границе как Дирихле-Нейман оператор. Метод восстановления через сведение к обратной задаче по данным "рассеяния" Фаддеева.

5. Основные функциональные пространства

- Основные функциональные пространства: пространство Шварца, пространство финитных функций, пространство  $L^2$ . Нормы и сходимость в этих пространствах.
- Преобразования Фурье, его связь с рядами Фурье, дискретное преобразование Фурье.
- Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) и её приложения.
- Пространство обобщенных функций, обобщенная производная.
- Дифференциальные, псевдодифференциальные и интегральные операторы Фурье над пространством обобщенных функций.

## 6. Соболевские пространства

- Соболевские пространства, их основные свойства. Теоремы о вложении.
- Действие дифференциальных и псевдодифференциальных операторов на пространствах Соболева, понятие порядка оператора.
- Теорема о композиции и введение в символическое исчисление.
- Соболевские пространства на компактных многообразиях.
- Операторное исчисление на компактных многообразиях.

## 7. Приложения

- Приложения к задачам томографии.
- Приложения к теоретической физике и различным способам квантования.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Введение в математическую томографию

#### Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (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 томографии и ОЗР;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.

Описание рентгеновских снимков в терминах преобразования Радона вдоль прямых. Формулы обращения Радона и Кормака. Моментные условия Гельфанда-Граева и уравнение Джона.

2. Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.

Описание эмиссионных данных в терминах преобразования Радона с поглощением вдоль ориентированных прямых. Весовые преобразования Радона и приближенная формула обращения Чанга. Точная формула обращения для классического преобразования Радона с поглощением.

3. Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.

Формулы и уравнения прямой задачи рассеяния. Явные линейные приближенные формулы для решения обратной задачи рассеяния. Точные методы восстановления потенциала по данным рассеяния. Приложения к теории солитонов.

4. Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Соотношение между напряжениями и токами на границе как Дирихле-Нейман оператор. Метод восстановления через сведение к обратной задаче по данным "рассеяния" Фаддеева.

5. Основные функциональные пространства

- Основные функциональные пространства: пространство Шварца, пространство финитных функций, пространство  $L^2$ . Нормы и сходимость в этих пространствах.
- Преобразования Фурье, его связь с рядами Фурье, дискретное преобразование Фурье.
- Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) и её приложения.
- Пространство обобщенных функций, обобщенная производная.
- Дифференциальные, псевдодифференциальные и интегральные операторы Фурье над пространством обобщенных функций.

## 6. Соболевские пространства

- Соболевские пространства, их основные свойства. Теоремы о вложении.
- Действие дифференциальных и псевдодифференциальных операторов на пространствах Соболева, понятие порядка оператора.
- Теорема о композиции и введение в символическое исчисление.
- Соболевские пространства на компактных многообразиях.
- Операторное исчисление на компактных многообразиях.

## 7. Приложения

- Приложения к задачам томографии.
- Приложения к теоретической физике и различным способам квантования.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Введение в математическую томографию**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (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 томографии и ОЗР;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.

Описание рентгеновских снимков в терминах преобразования Радона вдоль прямых. Формулы обращения Радона и Кормака. Моментные условия Гельфанда-Граева и уравнение Джона.

2. Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.

Описание эмиссионных данных в терминах преобразования Радона с поглощением вдоль ориентированных прямых. Весовые преобразования Радона и приближенная формула обращения Чанга. Точная формула обращения для классического преобразования Радона с поглощением.

3. Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.

Формулы и уравнения прямой задачи рассеяния. Явные линейные приближенные формулы для решения обратной задачи рассеяния. Точные методы восстановления потенциала по данным рассеяния. Приложения к теории солитонов.

4. Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Соотношение между напряжениями и токами на границе как Дирихле-Нейман оператор. Метод восстановления через сведение к обратной задаче по данным "рассеяния" Фаддеева.

5. Основные функциональные пространства

- Основные функциональные пространства: пространство Шварца, пространство финитных функций, пространство  $L^2$ . Нормы и сходимость в этих пространствах.
- Преобразования Фурье, его связь с рядами Фурье, дискретное преобразование Фурье.
- Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона) и её приложения.
- Пространство обобщенных функций, обобщенная производная.
- Дифференциальные, псевдодифференциальные и интегральные операторы Фурье над пространством обобщенных функций.

## 6. Соболевские пространства

- Соболевские пространства, их основные свойства. Теоремы о вложении.
- Действие дифференциальных и псевдодифференциальных операторов на пространствах Соболева, понятие порядка оператора.
- Теорема о композиции и введение в символьное исчисление.
- Соболевские пространства на компактных многообразиях.
- Операторное исчисление на компактных многообразиях.

## 7. Приложения

- Приложения к задачам томографии.
- Приложения к теоретической физике и различным способам квантования.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Введение в продюсирование**

#### **Цель дисциплины:**

подготовить будущего специалиста к работе в индустрии с учетом актуальных предпочтений в методологическом, программном и проектном обеспечении компаний.

#### **Задачи дисциплины:**

- Познакомить студентов с современными особенностями запуска и продвижения на актуальных дистрибуционных игровых платформах.
- Научить анализировать информацию о целевой аудитории.
- Научить анализировать рынок и конкурентов.
- Научить анализировать тренды и составлять прогнозы.
- Научить студентов демонстрировать и “продавать” свои проекты внутри студии и внешним представителям индустрии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- специфику современных дистрибуционных платформ;
- принципы оценки презентаций проектов
- собственные сильные и слабые стороны подачи информации и уметь использовать это понимание на практике
- основные методологии подготовки питчинга и презентации проекта
- основные маркетинговые стратегии для продвижения игрового проекта

##### **уметь:**

- работать с современными репозиториями
- работать с современными таск трекерами

- создавать и поддерживать документацию и наглядные материалы к ней в современных редакторах
- снимать риски связанные с хранением информации независимо от ее содержания
- презентовать свой проект
- составлять необходимые наглядные материалы для демонстрации проекта
- анализировать конкурентов на рынке
- рассчитывать доход с игры
- составлять список необходимых фичей на релизе
- составлять план на необходимые фичи
- составлять презентацию своего проекта

#### **владеть:**

- навыками анализа соответствия проекта целевой аудитории актуальных платформ дистрибуции
- навыками публичных выступлений
- навыком создания вижн-доков и концепт-документации

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Питч и презентация. Тренинг.

Определение целей и задач презентации. Форматы презентаций. Необходимая документация для питчинга проекта. Выбор наиболее подходящего под задачу формата. Структура презентации и сторителлинг. Принципы дизайна презентаций. Подготовка к выступлению и подача презентации. На занятиях студенты знакомятся и практикуются в формировании и исполнении подачи замысла и видения проекта, а также подготовке и демонстрации всех необходимых для этого аудиовизуальных материалов.

##### 2. Повседневный инструментарий. Тасктрекеры

Методы внедрения планирования и трекинга проектов. Agile, Waterfall, Scrum. Основные проблемы и препятствия.

##### 3. Дистрибуция. App Store и Google play

App Store. Google Play. Steam. Социальные сети. Браузерные игры. Playstation Store. Xbox Live.

##### 4. Трудоустройство (резюме, портфолио, собеседование)

Особенности подготовки резюме. Особенности подготовки портфолио. Подготовка к собеседованию.

##### 5. Продюсирование в современных игровых проектах

Документооборот. Рoadмэп проекта. Процесс работы с бэклогом. Стратегии корректировки планов. Оценка возможности команды. Оценка финансового плана

## 6. Маркетинг

Целевая аудитория. Анализ рынка и конкурентов. Аналитика трендов. Анализ маркетинговых данных. Формирование УТП. Стратегия и позиционирование продукта.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Введение в промышленное программирование игр**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомить студентов с актуальными индустриальными практиками разработки ПО

#### **Задачи дисциплины:**

- освежить теоретические знания основ программирования (ключевые АИСД — алгоритмы и структуры данных)
- продемонстрировать практические применения теоретических основ
- познакомить с общими практиками разработки ПО (VCS, CI/CD, и пр.)
- познакомить со специализированными практиками разработки игр

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные принципы и практики индустриальной разработки
- Основные паттерны и парадигмы программирования ПО и игр

##### **уметь:**

- Разрабатывать программные проекты с применением индустриальных практик
- Применять на практике знания алгоритмов, структур данных, паттернов

##### **владеть:**

- Инструментами разработки ПО
- Специализированными инструментами разработки игр
- Основными методами отладки, тестирования, профайлинга ПО и игр

## Темы и разделы курса:

### 1. Обзорная часть

Общие обзоры практик разработки ПО. Стандартные алгоритмы, паттерны, инструменты. Специальные для игр паттерны, инструменты. Концепции контроля версий, CI/CD, разные виды тестирования. Организация командной разработки.

### 2. Практическое применение АиСД в разработке ПО

Наиболее часто используемые на практике алгоритмы и структуры данных. Основные области их применимости. Основные проблемы и ошибки, возникающие в ходе разработки индустриального ПО, в ходе разработки игр. Их классификация (пример: баги уровня А/В/С). Разнообразные методы решения (например: техники защитного программирования; виды тестирования; концепция “graceful degradation”, итп.)

### 3. Специфичные для игр техники программирования и АиСД

Алгоритмы и структуры данных, специфичные для игровой индустрии (битмапы, 3D/4D вектора и матрицы, описание сцены, различные виды деревьев, и т.п.) Типичная архитектура игрового приложения. Возможные подходы к проектированию (процедурный, ООП, ECS). Их преимущества и недостатки.

### 4. Основы стандартных реализаций аппаратного обеспечения, OS, библиотек

Ключевые характеристики современного оборудования: CPU, дисков, сетевых устройств. Их влияние на разработку. Метод оценки пиковой производительности по bottleneck-ам. Актуальные варианты реализаций менеджмента памяти, работы с диском, работы с сетью, поддержки многопоточных приложений на уровне операционной системы и стандартных библиотек. Дополнительные де-факто стандартные библиотеки, в том числе для игровой индустрии (пример: eastl, jemalloc, abseil, folly, и т.д.) Их характеристики и области применимости.

### 5. Практики работы с инструментами разработчика

Различные классы инструментов: системы контроля версий, CI/CD, IDE, системы сборки, отладчики, профайлеры, системы виртуализации и контейнеризации, и т.д.). Краткий обзор инструментов разного класса, де-факто стандартных решений (пример: git, TeamCity). Общепринятые практики использования различных инструментов (пример: git flow и другие регламенты разработки).

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Введение в промышленную собственность**

#### **Цель дисциплины:**

изучение места институтов промышленной интеллектуальной собственности в системе права и их функций в современной экономической системе с целью практического использования этих институтов в технологических проектах и научно-технических организациях.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование целостного представления об объектах промышленной собственности, путях их создания, выявления, получения правовой охраны и коммерциализации;
- изучение основных национальных и международных правовых норм, связанных с промышленной собственностью и передачей технологий;
- овладение навыками проведения краткого патентного исследования в предметной области и подготовки документов для получения правовой охраны на созданные объекты промышленной собственности;
- ознакомление с подходами и методами стоимостной оценки нематериальных активов и объектов интеллектуальной собственности;
- ознакомление с принципами экономического анализа и расчета стоимостных параметров лицензионных договоров и других договоров передачи технологий;
- формирование целостного представления о нематериальных (неосязаемых) ценностях, их превращении в интеллектуальный капитал и о той роли, которую в этом играет правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности и средств индивидуализации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- виды объектов промышленной собственности и принципы их правовой охраны на национальном и международном уровнях;

- ключевые методы управления интеллектуальной собственностью в организации и стратегию выявления круга патентоспособных объектов при реализации технологических проектов;
- принципы формирования стоимости нематериальных активов и, прежде всего, объектов интеллектуальной собственности;
- фундаментальные отличия знаний и других нематериальных ценностей, связанные с изначальным отсутствием у них свойства редкости, присущего всем экономическим ресурсам и рыночным товарам;
- структуру интеллектуального капитала и его составляющих – человеческого, структурного и клиентского капитала.

**уметь:**

- эффективно использовать информационные ресурсы и современные компьютерные технологии для определения уровня техники в данной области;
- выявлять технологические и иные инновационные решения, способные получить правовую охрану в качестве результатов интеллектуальной деятельности или средств индивидуализации;
- применять основные методы стоимостной оценки объектов промышленной собственности и других нематериальных активов в рамках реализации технологического проекта, в том числе рассчитывать приемлемые уровни ставок роялти;
- применять на практике знания о составе интеллектуального капитала фирмы и управлению его стоимостью в рамках всей фирмы или отдельного технологического проекта;
- проводить анализ и оптимизацию портфелей объектов интеллектуальной собственности в технологических проектах.

**владеть:**

- навыками поиска актуальной научной и патентной информации с помощью национальных и международных информационных систем;
- основными методами и современными инструментами проведения патентной аналитики;
- навыками анализа реальных задач, связанных с процессом передачи технологии и получения правовой охраны на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации;
- культурой постановки и моделирования задач, связанных с оценкой портфеля объектов интеллектуальной собственности и процессом передачи технологии;
- навыками самостоятельного сбора, сопоставления и анализа информации, доступной в различных открытых источниках (научные публикации и учебные пособия, корпоративные и государственные аналитические отчеты, базы данных и публикации в СМИ).

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Объекты промышленной собственности и их правовая охрана**

Патент на изобретение, полезную модель и промышленный образец. Товарные знаки и другие средства индивидуализации. Секреты производства (ноу-хау). Правовая охрана объектов промышленной собственности в соответствии с ГК РФ. Международное сотрудничество с области охраны промышленной собственности. Процедура РСТ и региональные патентные системы. Экспертиза изобретений. Подача и рассмотрение патентной заявки. Институт патентных поверенных. Управление промышленной собственностью в организации.

### **2. Интеллектуальная собственность в технологических проектах**

Понятие интеллектуальной собственности. Основы авторского и смежного права. Соотношение между объектами патентного и авторского права. Передача технологий и функции интеллектуальной собственности. Типы договоров на передачу технологий. Возможности правовой охраны программного обеспечения, математических методов и управленческих решений. Ограничение круга патентоспособных объектов: практика США, ЕС и РФ. Открытые проблемы интеллектуальной собственности.

### **3. Способы анализа уровня техники**

Особенности патентной информации и ее использование. Патент как информационный продукт. Патентные классификации. Виды патентной документации. Поиск патентной информации с использованием российских и международных электронных баз данных. Российская и международная патентная статистика. Ключевые тенденции изобретательской активности и технологического развития. Основы патентной аналитики.

### **4. Интеллектуальный капитал и его структура**

Интеллектуальный капитал в теории управления и неосязаемый капитал в экономической теории. Человеческий, структурный и клиентский капитал – три составляющих интеллектуального капитала. Смысл отчетов об интеллектуальном капитале. Измерение интеллектуального капитала. Состояние проблемы.

### **5. Неосязаемые ценности и рыночные товары**

Идемпотентность сложения информации, знаний, изобретений и других неосязаемых ценностей. Отсутствие свойства редкости у неосязаемых ценностей как обратная сторона идемпотентности их сложения. Правовая охрана в рамках – патентного и авторского права как средство придания редкости изобретениям, музыкальным и литературным произведениям. Охраноспособность и ценность результатов интеллектуальной деятельности. Математические модели продажи информации.

### **6. Методы стоимостной оценки объектов ИС и НМА**

Цели и организация стоимостной оценки. Типы стоимости и экономические показатели. Рыночный, затратный и доходный подходы к оценке интеллектуальной собственности и



нематериальных активов. Учет рисков и ставка дисконтирования. Приведенная стоимость и альтернативные.

#### 7. Оценка стоимости опционов

Опционы «колл» и «пут». Американские и европейские опционы. Опционные стратегии. Паритет «пут» - «колл». Предельные ограничения стоимости опциона. Подходы к оценке стоимости опционов. Метод нейтрального отношения к риску. Биноминальная модель и формула Блэка-Шольца.

#### 8. Патент и патентная заявка как реальные опционы

Реальные опционы, общее представление и примеры. Оценка реальных опционов. Патентная заявка как опцион или дерево опционов. Изменение стоимости патента во времени. Применимость формулы Блэка-Шольца при оценке патентов.

#### 9. Расчет стоимостных параметров лицензионных соглашений.

Цена лицензии как совокупность условий. Принципы Тихой Джорджии. Роялти и паушальный платеж. Стандартные отраслевые ставки роялти. Рейтинг/ранжирование. Правило 25% – правило «Бегунка». Продажа лицензии как раздел рынка. Понятие «фирмы чистой игры».

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Введение в топологические методы анализа. Степень отображения**

#### **Цель дисциплины:**

Изложение основ важного геометрического метода анализа — теории степени отображения и ее приложениям к разным задачам алгебры многочленов, теории функций, теории обыкновенных дифференциальных, уравнений.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомить студентов с основами топологических методов анализа решений уравнение;
- научить практическим методам применения топологических методов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные идеи теории степени отображения;
- основной набор методов анализа существования решений уравнений;
- основные примеры применения топологических методов в приложениях.

##### **уметь:**

- практически вычислять степень отображения в основных ситуациях;
- применять полученные методы в приложениях.

##### **владеть:**

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

## Темы и разделы курса:

### 1. Векторные поля.

Векторное поле.

Угловая функция. Вращение поля. Формула Пуанкаре. Вычисление вращения).

Векторные поля на замкнутых кривых.

Замкнутые кривые. Вращение и угловая функция. Формула Пуанкаре. Об одном признаке отличия вращения от нуля. Нечетные поля. Поле касательных.

Особые точки векторного поля.

Вращение на границе многосвязной области. Вращение поля без нулевых векторов. Особая точка и ее индекс.

### 2. Теорема об алгебраическом числе особых точек. Гомотопные векторные поля. Вращение на границе произвольной области.

Теорема об алгебраическом числе особых точек.

Продолжение векторных полей. Продолжение без нулевых векторов.

Гомотопные векторные поля.

Определение гомотопности. Основная теорема. Обратная теорема. Признаки гомотопности. Векторные поля, близкие к нечетным.

Вращение на границе произвольной области.

О векторных полях на двумерных многообразиях. Произведение вращений. Устойчивость особой точки.

### 3. Порядок точки и степень отображения. Векторные поля с главной линейной частью.

Порядок точки и степень отображения.

Порядок точки относительно образа границы. Порядок точки относительно локально простой кривой.

Степень отображения на окружность.

Локальная степень отображения. Степень отображения области.

Угловой порядок локально простой кривой.

О вращении разрывных полей.

Векторные поля с главной линейной частью.

Вычисление индекса по главной части поля. Линейные поля. Вычисление индекса по линеаризованному полю. Асимптотически линейные поля.

Векторные поля с вырожденной линейной частью.

Общая формула. Вычисление индекса. Еще один способ вычисления индекса.

4. Векторные поля с главной полилинейной частью. Разрешимость уравнений.

Векторные поля с главной полилинейной частью.

Полилинейное поле. Общая теорема. Частный класс полилинейных полей.

Общий случай полилинейных полей.

Билинейные поля. Основная формула для вычисления индекса. Асимптотически полилинейные поля.

Особые точки аналитических функций.

Функция  $w=zn$ . Индекс нуля аналитической функции. Индекс полюса.

Разрешимость уравнений.

Теорема Боля-Брауэра. Основная теорема алгебры. О нулях и полюсах аналитических функций.

Системы двух и трех уравнений.

Системы с полилинейной главной частью.

Существование неявной функции.

О расположении корней многочлена.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Введение в финансовую и актуарную математику**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с основными математическими моделями и методами, применяемыми в современной теории финансов и теории страхования. Курс базируется на знаниях основ теории вероятностей. Направлен на повышение квалификации выпускников при принятии решений в области управления инвестиционными проектами и финансовыми потоками.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать сведения о главных финансовых инструментах и характеристиках финансовых операций;
- ознакомить студентов с понятием финансового риска и способами его измерения;
- ознакомить студентов с основными моделями ценообразования финансовых активов и принципами формирования эффективных инвестиционных портфелей;
- ознакомить студентов с методами динамических финансовых расчетов, в частности, с построением хеджирующих стратегий и расчетом опционов;
- ознакомить студентов с основными понятиями математической теории страхования.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные расчетные характеристики финансовых операций и потоков;
- методы оценки финансового риска;
- методы формирования эффективных инвестиционных портфелей;
- основные модели и методы финансовой динамики;
- элементы математической теории страхования.

##### **уметь:**

- проводить расчеты характеристик финансовых операций;

- проводить оценку финансовых рисков;
- рассчитывать эффективные инвестиционные портфели;
- рассчитывать страховые премии в простейших ситуациях.

**владеть:**

- статистической обработкой реальных массивов данных;
- научной картиной мира; навыками самостоятельной работы с современными средствами обработки информации;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Алгебра финансового анализа.

Товарно-денежный механизм рыночной экономики. Ключевые объекты и структуры в теории финансов.

Финансовые инструменты. Время и неопределенность как влияющие факторы.

Характеристики финансовых операций.

2. Неопределенность и риск в принятии финансовых решений.

Случайность и неопределенность как факторы, создающие риск.

Детерминированная и случайная неопределенность. Принцип гарантированного результата при работе с детерминированной неопределенностью.

Многокритериальность оценки решения.

Парето-оптимальные (или эффективные) решения.

Стохастическая неопределенность возникает в том случае, когда неопределенные факторы имеют вероятностную природу. В этом случае принятие оптимального решения должно основываться на методах сравнения вероятностных распределений, поскольку теперь показатель качества решения представляет собой случайный вектор (случайную величину).

Основные принципы, которые могут быть использованы для сравнения вероятностных распределений.

3. Финансовая динамика.

Основные и производные (вторичные) финансовые инструменты. (B,S) модель финансового рынка.

Экономическое или геометрическое броуновское движение. Понятие эффективного финансового рынка.

Арбитраж.

Основные свойства мартингалов. Основные теоремы финансовой динамики. Расчет опционов. Некоторые модели ценовой динамики.

#### 4. Финансовая статика.

Эффективность финансового решения при вероятностной неопределенности.

Риск и степень риска. Инвестиционный портфель. Теория Марковица-Тобина.

Теория CAPM и APM.

Рыночные индексы.

#### 5. Элементы математической теории страхования.

Основные понятия страхования. Вероятностные модели возникновения страховых случаев и возникающего в результате ущерба.

Методы расчета страховой премии и вероятности разорения страховой компании.

Модели перестрахования.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Введение в хаотическую динамику**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с новыми современными методами и подходами к анализу сложных нелинейных хаотических динамических систем, описывающих многочисленные процессы и явления, протекающие в физических, химических, биологических, экономических и социальных неравновесных системах.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области нелинейной и хаотической динамики;
- приобретение теоретических знаний в области математического моделирования сложных природных и социально-экономических процессов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области хаотической динамики;
- приобретение навыков решения сложных нелинейных систем дифференциальных уравнений на ЭВМ.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы математики, физики и экономики;
- теоретические модели фундаментальных нелинейных процессов и явлений в физике, химии, биологии и экономике;
- новейшие открытия в области нелинейной динамики;
- постановку проблем математического моделирования сложных систем;
- взаимосвязь и фундаментальное единство естественных наук.

##### **уметь:**



- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной электронно-вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальных природных и общественных явлений;
- планировать процесс математического моделирования и вычислительного эксперимента.

**владеть:**

- научной картиной мира;
- методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике;
- методами математического моделирования сложных нелинейных систем и процессов.

**Темы и разделы курса:**

1. Орбитально устойчивые предельные циклы диссипативных систем и их бифуркации. Теория Флоке. Торы. Непериодические решения диссипативных систем. Теория показателей Ляпунова. Система уравнений Лоренца.

Орбитально устойчивые циклы. Бифуркации: обмена устойчивостью, седло-узловая, вилки, удвоения периода и Андронова-Хопфа. Теория Флоке. Показатели Флоке. Мультипликаторы. Гиперболические и седловые циклы. Устойчивые торы и их бифуркации.

Непериодические траектории. Теория характеристических показателей Ляпунова. Гиперболические и седловые траектории. Бифуркации гомоклинических и гетероклинических сепаратрисных контуров. Правильные системы. Анализ аттракторов методом характеристических показателей.

Конвекция Рэлея-Бенара. Вывод уравнения Лоренца. Классический сценарий образования аттрактора Лоренца. Критика классического сценария. Переход к хаосу в системе Лоренца по сценарию ФШМ (Фейгенбаума- Шарковского-Магницкого).

2. Особые точки типа ротор. Сведение к одномерным отображениям. Общая теория нелинейных отображений. Неподвижные точки, циклы и их бифуркации. Теория каскада удвоения периода Фейгенбаума. Константы Фейгенбаума.

Сведение трехмерных автономных систем к двумерным неавтономным системам. Особые точки типа ротор двумерных неавтономных систем. Сингулярные циклы и сингулярные аттракторы. Гетероклинические сепаратрисные многообразия. Сведение систем с ротором к одномерным отображениям.

Неподвижные точки и циклы многомерных отображений. Монотонные и немонотонные одномерные отображения. Бифуркации в одномерных отображениях: седло-узловая, типа вилки и удвоения периода. Унимодальные отображения и их хаотическая динамика.

Логистическое отображение. Каскад бифуркаций удвоения периода Фейгенбаума. Два замечательных предела. Универсальность Фейгенбаума. Аттрактор Фейгенбаума. Каскад бифуркаций удвоения периода циклов, двумерных и многомерных торов в нелинейных дифференциальных уравнениях.

3. Сингулярные аттракторы. Примеры систем с сингулярными аттракторами. Геометрическая концепция динамического хаоса. Гиперболическая теория. Подкова Смейла. Фракталы и фрактальная размерность.

Каскад бифуркаций удвоения периода. Субгармонический и гомоклинический каскады бифуркаций. Сингулярные аттракторы. Примеры моделей физических, химических, биологических и экономических систем с сингулярными аттракторами.

Гиперболические аттракторы. Подкова Смейла, инвариантное множество подковы. Теорема Шильникова, соленоид Смейла-Вильямса, отображение Пуанкаре. Гомоклинический и гетероклинический хаос.

Определение фрактала. Формула размерности фрактала. Размерность канторова множества. Ковер и куб Серпинского, кривая Коха.

4. Теория Шарковского. Порядок Шарковского. Гомоклинический каскад бифуркаций. Сценарий ФШМ (Фейгенбаума-Шарковского-Магницкого) перехода к хаосу. Критика других сценариев. Хаос в гамильтоновых и консервативных системах. Критика теории КАМ (Колмогорова-Арнольда-Мозера). Гетероклинические сепаратрисные многообразия. Теория ФШМ хаоса в консервативных системах.

За каскадом Фейгенбаума. Субгармонический каскад бифуркаций Шарковского. Порядок Шарковского. Сингулярные аттракторы Шарковского. За Каскадом Шарковского. Гомоклинический каскад бифуркаций. Гомоклинические аттракторы.

Универсальность сценария ФШМ во всех нелинейных системах дифференциальных уравнений. Критика других сценариев перехода к хаосу: Ландау-Хопфа, Рюэля-Такенса, Помо-Манневиля.

Гамильтоновы и консервативные системы. Резонансные торы. Переход к переменным действие-угол. Проблема малых знаменателей. Теория КАМ (Колмогорова-Арнольда-Мозера). Критика теории КАМ. Паутина Арнольда.

Расширенная диссипативная система. Гетероклинические сепаратрисные многообразия гамильтоновых и консервативных систем. Каскад бифуркаций ФШМ в консервативных системах.

5. Что такое хаотическая динамика. Краткая история открытий и достижений. Примеры хаотических систем. Диссипативные и консервативные системы, регулярные и нерегулярные аттракторы. Устойчивые особые точки диссипативных систем и их бифуркации. Теория Ляпунова.

Понятие динамического хаоса. Место и роль хаотических динамических систем. Примеры физических, химических, биологических, экономических и социальных хаотических систем. История их открытия и исследования.

Диссипативные и консервативные системы. Понятие аттрактора. Регулярные и нерегулярные аттракторы. Странные, хаотические, стохастические и другие нерегулярные аттракторы.

Устойчивые особые точки (аттракторы), гиперболические, седловые особые точки. Теория Ляпунова. Инвариантные многообразия. Теоремы Гробмана-Хартмана и Адамара-Перрона. Грубые и негрубые системы. Бифуркации особых точек.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Верификация программного обеспечения**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить студентов с базовыми принципами и методами формальной верификации.

Сформировать у студентов навыки необходимые для практического использования рассмотренных методов.

#### **Задачи дисциплины:**

- объяснение роли формальной верификации для построения корректных и надежных программ, формирование базовых знаний в этой области;
- обучение студентов методам формальной спецификации программ (пред- и постусловия, темпоральные утверждения);
- обучение студентов методам формализации поведения программ (формализация семантики языков программирования, использование формальных моделей);
- обучение студентов методам формальной верификации программ (дедуктивная верификация программ, проверка моделей);
- формирование теоретического подхода к верификации программ для проведения исследований в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль формальной верификации в процессе построения корректных программ;
- методы формальной спецификации и верификации программ;
- современные средства формальной верификации программ;
- связь методов формальной верификации с методами смежных дисциплин: математической логики, дискретной математики, программной инженерии.

##### **уметь:**

- описывать условия корректности программ в форме пред- и постусловий;
- аналитически доказывать корректность программ;
- строить формальные модели компьютерных систем;
- описывать свойства реагирующих систем в виде формул темпоральной логики;
- применять инструментальные средства формальной верификации.

**владеть:**

- навыками аналитической верификации программ;
- навыками использования средств дедуктивной верификации программ;
- навыками использования средств проверки моделей.

**Темы и разделы курса:**

1. Дедуктивная верификация программ.

Основные понятия дедуктивного анализа программ. Аксиомы и правила вывода (тройки Хоара). Понятие аннотированной программы. Верификация как поиск доказательства.

Проблема индукции при выводе свойств циклов. Невыводимость свойств цикла из его структуры. Понятие инварианта цикла. Примеры и задания.

Инструменты дедуктивной верификации программ. Язык ACSL (ANSI C Specification Language). Платформы Frama-C для статического анализа C-программ. Плагин Jessie для дедуктивного анализа C-программ (платформа Why). Примеры и задания.

Метод индуктивных утверждений Флойда. Синтаксис и семантика блок-схем.

Доказательство частичной корректности блок-схем. Точки сечения. Индуктивные утверждения. Условия верификации. Примеры и задания.

Метод фундированных множеств Флойда. Доказательство полной корректности блок-схем. Оценочные функции. Условия завершенности. Примеры и задания.

Верификация последовательных программ на языках программирования. Примеры и задания.

Автоматизация дедуктивного анализа программ. Синтез инвариантов циклов. Генерация условий верификации.

Дедуктивная верификация параллельных программ. Семантика чередований. Справедливость планировщика.

2. Динамический анализ программ.

Методы контроля потока управления в бинарных исполнимых файлах. Обнаружение утечек памяти. Выявление ошибок синхронизации.

Методы, основанные на разрешении ограничений. DART, Avalanche.

### 3. Модели программных систем.

Введение в моделирование программ. История вопроса.

Исполнимые модели. Конечные автоматы, расширенные конечные автоматы. Диаграммы состояний UML. Недетерминизм. Последовательная и параллельная композиции. Проблема взрыва числа состояний.

Введение в сети Петри.

Логические модели. Тройки Хора. Аксиоматические модели. Темпоральные логики. Формулы состояний и формулы последовательностей. Логики LTL, CTL, CTL\*. Интерпретация формул на моделях.

Алгебраические модели. Алгебры термов, эквивалентность термов. Переписывание.

### 4. Принципы формальной верификации.

Общая схема формальной верификации. Формальная спецификация требований. Формальная модель повеления. Соответствие поведения требованиям.

Примеры методов формальной верификации. Дедуктивная верификация. Проверка моделей. Проверка эквивалентности.

Формализация условий корректности. Пред- и постусловия (программный контракт). Частичная корректность. Полная корректность.

Формализация семантики языков программирования.

Операционная семантика.

Аксиоматическая семантика.

Метод доказательного программирования Дейкстры.

### 5. Проверка моделей (model checking).

Синтаксис и семантика темпоральной логики линейного времени (LTL). Основные тождества. Выражение свойств реактивных систем в логике LTL. Свойства безопасности (safety), живости (liveness), справедливости (fairness). Примеры и задания.

Инструменты проверки моделей. Язык Promela (Process/Protocol Meta Language). Инструмент проверки моделей SPIN. Примеры и задания.

Введение в метод проверки моделей для логики LTL. Моделирование реактивных систем структурами Крипке. Множество допустимых траекторий. Контрольный автомат. Проверка выполнимости формулы. Примеры и задания.

Теоретико-автоматный подход к проверке моделей для логики LTL. Автоматы Бюхи. Построение автомата Бюхи для структуры Крипке. Построение автомата Бюхи для формулы LTL. Построение синхронной композиции автоматов Бюхи. Проверка пустоты языка, допускаемого автоматом Бюхи. Примеры и задачи.

### 6. Связь между разными методами верификации.

Тестирование программ (методы черного и белого ящика). Тестирование на основе моделей. Дедуктивная верификация. Проверка моделей.

## 7. Стандарты жизненного цикла ПО.

Базовые понятия о качестве программного обеспечения. Стандарты процессов жизненного цикла программного обеспечения. Место верификации в жизненном цикле.

Стандарты и модели жизненного цикла: ISO 9000, ISO/IEC 12207, CMM, DO 178, Orange Book, Common Criteria.

Представление о методах верификации ПО. Связи между инспекцией, тестированием, моделированием, статическим анализом,

Ревью кода. Организация процесса ревью, сбор результатов, оценка результатов.

## 8. Статический анализ программ.

Представление о статическом анализе. Статическая и динамическая семантика языка программирования. Базовый статический анализ на этапе компиляции.

Методы статического анализа. Абстрактная интерпретация. Построение и анализ графа потока управления.

Проверка на моделях. Формализация требований средствами темпоральной логики. Верификация формул на автоматной модели программы или алгоритма. Построение контрпримеров.

Доказательство корректности. Контрактные спецификации как теоремы. Доказательство теорем на основе кода программы. Доказательство интегральных свойств ПО на основе контрактов отдельных компонентов.

## 9. Тестирование с использованием моделей.

Виды моделей, пригодные для тестирования. Применение моделей в тестирование. Задача извлечения тестов. Задача построения оракула. Критерии покрытия, основанные на моделях.

Технология UniTESK. Контрактные спецификации, пред- и постусловия. Генерация тестовых последовательностей из частично заданных автоматов тестов.

## 10. Тестирование.

Задачи тестирования. Классификация тестирования по размеру целевых систем: модульное, компонентное, системное, интеграционное. Место тестирования в процессах жизненного цикла.

Стандарты на процессы тестирования. Планирование тестирования, разработка тестов, оценка результатов. Тестовые покрытия. Покрытия по коду, ветвлениям, пространствам входных параметров.

Методология тестирования xUnit. Введение в Junit. Разработка на основе тестов. Тестирование асинхронных систем и обратных интерфейсов. Заглушки.

Компонентное тестирование. Задачи интеграционного и системного тестирования.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Выбор моделей машинного обучения

#### Цель дисциплины:

- рассмотрение основные задач обучения и выбор моделей машинного обучения.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний в области обучения по прецедентам;
- изучение методов их решения, как классических, так и новых, созданных за последние 10–15 лет;
- выбор моделей машинного обучения;
- освоение и глубокое понимание математических основ, взаимосвязей, достоинств и ограничений рассматриваемых методов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия задач обучения;
- основные методы и алгоритмы решения задач обучения;
- основные области применения этих методов и алгоритмов.

##### уметь:

- применять методы и алгоритмы к решению задач выбора моделей машинного обучения.

##### владеть:

- навыками самостоятельной работы при решении типовых задач;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;



□ навыками теоретического анализа реальных задач, решаемых с помощью алгоритмов обучения по прецедентам.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Байесовские методы классификации.

Оптимальный байесовский классификатор.

Принцип максимума апостериорной вероятности. Функционал среднего риска. Ошибки I и II рода. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Оценивание плотности распределения: три основных подхода. Наивный байесовский классификатор.

Непараметрическое оценивание плотности.

Ядерная оценка плотности Парзена-Розенблатта. Одномерный и многомерный случаи. Метод парзеновского окна. Выбор функции ядра. Выбор ширины окна, переменная ширина окна. Робастное оценивание плотности. Непараметрический наивный байесовский классификатор.

Параметрическое оценивание плотности.

Нормальный дискриминантный анализ. Многомерное нормальное распределение, геометрическая интерпретация. Выборочные оценки параметров многомерного нормального распределения. Матричное дифференцирование. Вывод оценок параметров многомерного нормального распределения. Квадратичный дискриминант. Вид разделяющей поверхности. Подстановочный алгоритм, его недостатки и способы их устранения. Линейный дискриминант Фишера. Связь с методом наименьших квадратов. Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация ковариационной матрицы. Робастное оценивание. Цензурирование выборки (отсев объектов-выбросов). Параметрический наивный байесовский классификатор. Жадное добавление признаков в линейном дискриминанте, метод редукции размерности Шурыгина.

Разделение смеси распределений.

Смесь распределений. EM-алгоритм: основная идея, понятие скрытых переменных. Вывод алгоритма без обоснования сходимости. Псевдокод EM-алгоритма. Критерий останова. Выбор начального приближения. Выбор числа компонентов смеси. Стохастический EM-алгоритм. Смесь многомерных нормальных распределений. Сеть радиальных базисных функций (RBF) и применение EM-алгоритма для её настройки. Сопоставление RBF-сети и SVM с гауссовским ядром.

#### 2. Градиентные линейные методы классификации.

Линейный классификатор, непрерывные аппроксимации пороговой функции потерь. Связь с методом максимума правдоподобия. Метод стохастического градиента и частные случаи: адаптивный линейный элемент ADALINE, перцептрон Розенблатта, правило Хэбба. Теорема Новикова о сходимости. Доказательство теоремы Новикова. Эвристики:

инициализация весов, порядок предъявления объектов, выбор величины градиентного шага, "выбивание" из локальных минимумов. Метод стохастического среднего градиента SAG. Проблема мультиколлинеарности и переобучения, редукция весов (weight decay). Байесовская регуляризация. Принцип максимума совместного правдоподобия данных и модели. Квадратичный (гауссовский) и лапласовский регуляризаторы. Настройка порога решающего правила по критерию числа ошибок I и II рода. Кривая ошибок (ROC curve). Алгоритм эффективного построения ROC-кривой. Градиентный метод максимизации AUC.

### 3. Логистическая регрессия.

Гипотеза экспоненциальности функций правдоподобия классов. Теорема о линейности байесовского оптимального классификатора. Оценивание апостериорных вероятностей классов с помощью сигмоидной функции активации. Логистическая регрессия. Принцип максимума правдоподобия и логарифмическая функция потерь. Метод стохастического градиента для логарифмической функции потерь. Сглаженное правило Хэбба. Метод наименьших квадратов с итеративным пересчётом весов (IRLS). Пример прикладной задачи: кредитный скоринг. Бинаризация признаков. Скоринговые карты и оценивание вероятности дефолта. Риск кредитного портфеля банка.

### 4. Логические методы классификации и решающие деревья.

Понятия закономерности и информативности.

Понятие логической закономерности. Эвристическое, статистическое, энтропийное определение информативности. Асимптотическая эквивалентность статистического и энтропийного определения. Сравнение областей эвристических и статистических закономерностей. Разновидности закономерностей: конъюнкции пороговых предикатов (гиперпараллелепипеды), синдромные правила, шары, гиперплоскости. Градиентный алгоритм синтеза конъюнкций, частные случаи: жадный алгоритм, стохастический локальный поиск, стабилизация, редукция. Бинаризация признаков. Алгоритм разбиения области значений признака на информативные зоны.

Решающие списки и деревья.

Решающий список. Жадный алгоритм синтеза списка. Решающее дерево. Псевдокод: жадный алгоритм ID3. Недостатки алгоритма и способы их устранения. Проблема переобучения. Редукция решающих деревьев: предредукция и постредукция. Преобразование решающего дерева в решающий список. Алгоритм LISTBB. Небрежные решающие деревья (oblivious decision trees).

### 5. Метод опорных векторов.

Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin). Случаи линейной делимости и отсутствия линейной делимости. Связь с минимизацией регуляризованного эмпирического риска. Кусочно-линейная функция потерь. Задача квадратичного программирования и двойственная задача. Понятие опорных векторов. Рекомендации по выбору константы C. Функция ядра (kernel functions), спрямляющее пространство, теорема Мерсера. Способы конструктивного построения ядер. Примеры ядер. Обучение SVM методом активных ограничений. Алгоритм INCAS. Алгоритм SMO. Нью-SVM. SVM-регрессия. Метод релевантных векторов RVM. Регуляризации для отбора признаков: LASSO SVM, Elastic Net SVM, SFM, RFM.

## 6. Метрические методы классификации.

Метод ближайших соседей и его обобщения.

Метод ближайших соседей (kNN) и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля. Обобщённый метрический классификатор, понятие отступа. Метод потенциальных функций, градиентный алгоритм.

Отбор эталонов и оптимизация метрики.

Отбор эталонных объектов. Псевдокод: алгоритм СТОЛП. Функция конкурентного сходства, алгоритм FRiS-СТОЛП. Функционал полного скользящего контроля, формула быстрого вычисления для метода 1NN. Профиль компактности. Функция вклада объекта. Отбор эталонных объектов на основе минимизации функционала полного скользящего контроля. Эффективные структуры данных для быстрого поиска ближайших объектов в прямых и обратных окрестностях - метрические деревья. Проклятие размерности. Задача настройки весов признаков. Концепция вывода на основе прецедентов (CBR).

## 7. Многомерная линейная регрессия.

Задача регрессии, многомерная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов, его вероятностный смысл и геометрический смысл. Сингулярное разложение. Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация. Гребневая регрессия. Лассо Тибширани, сравнение с гребневой регрессией. Метод главных компонент и декоррелирующее преобразование Карунена-Лоэва, его связь с сингулярным разложением.

## 8. Нелинейная и непараметрическая регрессия, нестандартные функции потерь.

Нелинейная параметрическая регрессия.

Метод Ньютона-Рафсона, метод Ньютона-Гаусса. Обобщённая линейная модель (GLM). Одномерные нелинейные преобразования признаков: метод настройки с возвращениями (backfitting) Хасты-Тибширани.

Непараметрическая регрессия.

Сглаживание. Локально взвешенный метод наименьших квадратов и оценка Надарая-Ватсона. Выбор функции ядра. Выбор ширины окна сглаживания. Сглаживание с переменной шириной окна. Проблема выбросов и робастная непараметрическая регрессия. Алгоритм LOWESS. Доверительный интервал значения регрессии в точке. Проблемы "проклятия размерности" и выбора метрики.

Неквадратичные функции потерь.

Метод наименьших модулей. Квантильная регрессия. Пример прикладной задачи: прогнозирование потребительского спроса. Робастная регрессия, функция Мешалкина. SVM-регрессия.

## 9. Основные понятия и примеры прикладных задач.

Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация. Примеры прикладных задач. Основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль. Методика экспериментального исследования и сравнения алгоритмов на модельных и реальных данных.

#### 10. Поиск ассоциативных правил.

Понятие ассоциативного правила и его связь с понятием логической закономерности. Примеры прикладных задач: анализ рыночных корзин, выделение терминов и тематики текстов. Алгоритм APriori. Два этапа: поиск частых наборов и рекурсивное порождение ассоциативных правил. Недостатки и пути усовершенствования алгоритма APriori. Алгоритм FP-growth. Понятия FP-дерева и условного FP-дерева. Два этапа поиска частых наборов в FP-growth: построение FP-дерева и рекурсивное порождение частых наборов. Общее представление о динамических и иерархических методах поиска ассоциативных правил.

#### 11. Прогнозирование временных рядов.

Задача прогнозирования временных рядов. Примеры приложений. Экспоненциальное скользящее среднее. Модель Хольта. Модель Тейла-Вейджа. Модель Хольта-Уинтерса. Адаптивная авторегрессионная модель. Следящий контрольный сигнал. Модель Триггера-Лича. Адаптивная селективная модель. Адаптивная композиция моделей. Адаптация весов с регуляризацией.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Газовая динамика

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями газовой динамики, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) газодинамики;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области (елей) газодинамики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области газодинамики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы теоретической газодинамики;
- современные проблемы теоретической газодинамики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Газовая динамика ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач газодинамики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач газодинамики;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач газодинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области газодинамики в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач газодинамики (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 теоретической газодинамики;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Газодинамические функции в стационарном течении.

Газодинамические функции в стационарном течении. Полное давление, температура торможения. Уравнения в естественной системе координат.

2. Обтекание затупленного тела с отошедшей ударной волной.

Обтекание затупленного тела с отошедшей ударной волной. Численное решение прямой задачи методом О.М.Белоцерковского.

3. Отображение в плоскость годографа скорости. Риманова поверхность отображения в областях эллиптичности и гиперболичности.

Отображение в плоскость годографа скорости. Риманова поверхность отображения в областях эллиптичности и гиперболичности. Характеристики в плоскости годографа и соотношения совместности на характеристиках в физической плоскости.

4. Первые интегралы системы дифференциальных уравнений идеального газа.

Первые интегралы системы дифференциальных уравнений идеального газа. Преобразование дифференциальных уравнений с использованием первых интегралов. Скорость звука. Число Маха, коэффициент скорости.

5. Полная система дифференциальных уравнений.

Полная система дифференциальных уравнений. Локально равновесная термодинамическая система. Уравнения состояния. Внутренняя энергия, энтропия, энтальпия.

#### 6. Профилирование крыла самолета.

Профилирование крыла самолета для полета в крейсерском режиме с большой дозвуковой скоростью без волнового сопротивления.

#### 7. Теория пограничного слоя.

Понятие о пограничном слое. Способы математического описания.

#### 8. Теория сопла Лавалья.

Теория сопла Лавалья. Прямая и обратная задачи. Применение метода годографа для решения задачи профилирования сопла Лавалья в корректной постановке.

#### 9. Ударные волны.

Ударные волны. Соотношения Гюгонио как следствия из интегральных законов сохранения массы, импульса, энергии. Ударная поляра. Асимптотика семейства ударных поляр.

#### 10. Эллипτικο-гиперболический тип уравнений стационарного течения идеального газа.

Эллипτικο-гиперболический тип уравнений стационарного течения идеального газа. Характеристики. Теорема М.В.Келдыша о различных типах вырождающихся эллиптических уравнений. Задача Трикоми-Франкля.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Газовая динамика

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями газовой динамики, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) газодинамики;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области (елей) газодинамики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области газодинамики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы теоретической газодинамики;
- современные проблемы теоретической газодинамики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Газовая динамика ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач газодинамики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач газодинамики;



- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач газодинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области газодинамики в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач газодинамики (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 теоретической газодинамики;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Газодинамические функции в стационарном течении.

Газодинамические функции в стационарном течении. Полное давление, температура торможения. Уравнения в естественной системе координат.

2. Обтекание затупленного тела с отошедшей ударной волной.

Обтекание затупленного тела с отошедшей ударной волной. Численное решение прямой задачи методом О.М.Белоцерковского.

3. Отображение в плоскость годографа скорости. Риманова поверхность отображения в областях эллиптичности и гиперболичности.

Отображение в плоскость годографа скорости. Риманова поверхность отображения в областях эллиптичности и гиперболичности. Характеристики в плоскости годографа и соотношения совместности на характеристиках в физической плоскости.

4. Первые интегралы системы дифференциальных уравнений идеального газа.

Первые интегралы системы дифференциальных уравнений идеального газа. Преобразование дифференциальных уравнений с использованием первых интегралов. Скорость звука. Число Маха, коэффициент скорости.

5. Полная система дифференциальных уравнений.

Полная система дифференциальных уравнений. Локально равновесная термодинамическая система. Уравнения состояния. Внутренняя энергия, энтропия, энтальпия.

#### 6. Профилирование крыла самолета.

Профилирование крыла самолета для полета в крейсерском режиме с большой дозвуковой скоростью без волнового сопротивления.

#### 7. Теория пограничного слоя.

Понятие о пограничном слое. Способы математического описания.

#### 8. Теория сопла Лавалья.

Теория сопла Лавалья. Прямая и обратная задачи. Применение метода годографа для решения задачи профилирования сопла Лавалья в корректной постановке.

#### 9. Ударные волны.

Ударные волны. Соотношения Гюгонио как следствия из интегральных законов сохранения массы, импульса, энергии. Ударная поляра. Асимптотика семейства ударных поляр.

#### 10. Эллипτικο-гиперболический тип уравнений стационарного течения идеального газа.

Эллипτικο-гиперболический тип уравнений стационарного течения идеального газа. Характеристики. Теорема М.В.Келдыша о различных типах вырождающихся эллиптических уравнений. Задача Трикоми-Франкля.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Газовая динамика

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями газовой динамики, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) газодинамики;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области (елей) газодинамики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области газодинамики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы теоретической газодинамики;
- современные проблемы теоретической газодинамики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Газовая динамика ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач газодинамики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач газодинамики;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач газодинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области газодинамики в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач газодинамики (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 теоретической газодинамики;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Газодинамические функции в стационарном течении.

Газодинамические функции в стационарном течении. Полное давление, температура торможения. Уравнения в естественной системе координат.

2. Обтекание затупленного тела с отошедшей ударной волной.

Обтекание затупленного тела с отошедшей ударной волной. Численное решение прямой задачи методом О.М.Белоцерковского.

3. Отображение в плоскость годографа скорости. Риманова поверхность отображения в областях эллиптичности и гиперболичности.

Отображение в плоскость годографа скорости. Риманова поверхность отображения в областях эллиптичности и гиперболичности. Характеристики в плоскости годографа и соотношения совместности на характеристиках в физической плоскости.

4. Первые интегралы системы дифференциальных уравнений идеального газа.

Первые интегралы системы дифференциальных уравнений идеального газа. Преобразование дифференциальных уравнений с использованием первых интегралов. Скорость звука. Число Маха, коэффициент скорости.

5. Полная система дифференциальных уравнений.

Полная система дифференциальных уравнений. Локально равновесная термодинамическая система. Уравнения состояния. Внутренняя энергия, энтропия, энтальпия.

#### 6. Профилирование крыла самолета.

Профилирование крыла самолета для полета в крейсерском режиме с большой дозвуковой скоростью без волнового сопротивления.

#### 7. Теория пограничного слоя.

Понятие о пограничном слое. Способы математического описания.

#### 8. Теория сопла Лаваля.

Теория сопла Лаваля. Прямая и обратная задачи. Применение метода годографа для решения задачи профилирования сопла Лаваля в корректной постановке.

#### 9. Ударные волны.

Ударные волны. Соотношения Гюгонио как следствия из интегральных законов сохранения массы, импульса, энергии. Ударная поляра. Асимптотика семейства ударных поляр.

#### 10. Эллипτικο-гиперболический тип уравнений стационарного течения идеального газа.

Эллипτικο-гиперболический тип уравнений стационарного течения идеального газа. Характеристики. Теорема М.В.Келдыша о различных типах вырождающихся эллиптических уравнений. Задача Трикоми-Франкля.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Газовая динамика

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями газовой динамики, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) газодинамики;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области (елей) газодинамики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области газодинамики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы теоретической газодинамики;
- современные проблемы теоретической газодинамики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Газовая динамика ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач газодинамики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач газодинамики;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач газодинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области газодинамики в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач газодинамики (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 теоретической газодинамики;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Газодинамические функции в стационарном течении.

Газодинамические функции в стационарном течении. Полное давление, температура торможения. Уравнения в естественной системе координат.

2. Обтекание затупленного тела с отошедшей ударной волной.

Обтекание затупленного тела с отошедшей ударной волной. Численное решение прямой задачи методом О.М.Белоцерковского.

3. Отображение в плоскость годографа скорости. Риманова поверхность отображения в областях эллиптичности и гиперболичности.

Отображение в плоскость годографа скорости. Риманова поверхность отображения в областях эллиптичности и гиперболичности. Характеристики в плоскости годографа и соотношения совместности на характеристиках в физической плоскости.

4. Первые интегралы системы дифференциальных уравнений идеального газа.

Первые интегралы системы дифференциальных уравнений идеального газа. Преобразование дифференциальных уравнений с использованием первых интегралов. Скорость звука. Число Маха, коэффициент скорости.

5. Полная система дифференциальных уравнений.

Полная система дифференциальных уравнений. Локально равновесная термодинамическая система. Уравнения состояния. Внутренняя энергия, энтропия, энтальпия.

#### 6. Профилирование крыла самолета.

Профилирование крыла самолета для полета в крейсерском режиме с большой дозвуковой скоростью без волнового сопротивления.

#### 7. Теория пограничного слоя.

Понятие о пограничном слое. Способы математического описания.

#### 8. Теория сопла Лавалья.

Теория сопла Лавалья. Прямая и обратная задачи. Применение метода годографа для решения задачи профилирования сопла Лавалья в корректной постановке.

#### 9. Ударные волны.

Ударные волны. Соотношения Гюгонио как следствия из интегральных законов сохранения массы, импульса, энергии. Ударная поляра. Асимптотика семейства ударных поляр.

#### 10. Эллипτικο-гиперболический тип уравнений стационарного течения идеального газа.

Эллипτικο-гиперболический тип уравнений стационарного течения идеального газа. Характеристики. Теорема М.В.Келдыша о различных типах вырождающихся эллиптических уравнений. Задача Трикоми-Франкля.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Геймдизайн-технологии, часть 1**

#### **Цель дисциплины:**

- Познакомить студентов с правилами и принципами создания игр, ведения гейм-дизайн документации и основными приемами и методами работы гейм-дизайнера

#### **Задачи дисциплины:**

- Освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) создания игр
- Освоение студентами базового понятийного аппарата разработки игр

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Что такое игра
- Как формируется дизайн-решение
- Теорию игрового дизайна

##### **уметь:**

- Искать и формулировать дизайн-решения
- Создавать гейм-дизайн-документацию
- Проектировать экономический и игровой баланс
- Деконструировать и разбирать игровой процесс для поиска решений

##### **владеть:**

- Методами прототипирования игровых механик
- Методами настройки игрового баланса
- Методами тестирования игровых прототипов на целевой аудитории

- Методами создания и ведения проектной документации

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Основы понятийного аппарата разработки игр

Введение гейм-дизайн. Что такое игра, какие системы в ней участвуют, какие процессы происходят в мозге, краткий экскурс в историю.

#### 2. Игровые механики

Основные механики видеоигр. Сочетание механик. Типы игроков. Динамика игрового процесса. Сложность игры. Игра как система.

#### 3. Игровой баланс и экономика

Баланс в игре. Расчет прогрессии. Игровая экономика. Плановый дефицит ресурсов. Плавающий баланс

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Геймдизайн-технологии, часть 2**

#### **Цель дисциплины:**

- Познакомить студентов с правилами и принципами создания игр, ведения гейм-дизайн документации и основными приемами и методами работы гейм-дизайнера

#### **Задачи дисциплины:**

- Приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в ведении гейм-дизайн документации;
- Оказание консультаций и помощи студентам в разработке собственных игровых проектов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные принципы ведения проектной документации
- Основные принципы нейрофизиологии игрового процесса
- Основные принципы построения командной работы
- Основные принципы поиска и верификации креативных решений

##### **уметь:**

- Прототипировать игровой процесс как минимальными средствами, так и с использованием специального инструментария
- Рассчитывать сложность исполнения гейм-дизайнерских задач

##### **владеть:**

- Инструментами учета и ведения задач
- Методами проверки гипотез на ранних стадиях

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Документация

Формат документов. Написание документации. Питч-док, Концепт-док, Дизайн-документ. Передача документации и ведение документации чужого авторства.

### 2. Аспекты работы и практика

Изучение инструментария. Основы командной работы. Эффективный поиск дизайн решений. Создание прототипов механик, сборка прототипа игры. Подготовка к экзамену.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Геометрические методы анализа данных**

#### **Цель дисциплины:**

Дать представления об основных математических проблемах и методах их решения, лежащих в основе современных методов анализа многомерных данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных математических моделей и результатов, используемых в математических методах анализа многомерных данных;
- практическое применение математических моделей для решения основных задач анализа многомерных данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные задачи и результаты современной математики, используемые для решения теоретических задач анализа многомерных данных и лежащих в основе современных методов анализа данных.

##### **уметь:**

- использовать современные математические методы для формулирования и решения теоретических задач анализа многомерных данных;
- читать и понимать литературу по современным теоретическим методам анализа многомерных данных;
- разрабатывать методы и алгоритмы анализа многомерных данных на основе решения соответствующих теоретических задач.

##### **владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;

- навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Элементы теории геометрии многообразий

Картирование, касательные пространства, оснащенные многообразия, касательные пространства. Геодезические и кратчайшие. Кривизна. Локальные координаты.

#### 2. Элементы топологического анализ данных

Связность. Гомологии и числа Бетти. Персистентные диаграммы и расстояние Васерштейна на их пространстве.

#### 3. Спектральные методы моделирования многообразий и элементы теории гильбертовых пространств с воспроизводящим ядром

Элементы теории гильбертовых пространств с воспроизводящим ядром. Основные определения, Теорема Морсера. Спектральные методы моделирования многообразий в рамках теории гильбертовых пространств с воспроизводящим ядром.

#### 4. Статистические свойства алгоритмов и методов анализа структуры многомерных данных

Локально-линейная структура многообразий данных. Вероятностные верхние оценки локальных и глобальных статистик на многообразиях.

#### 5. Сквозные алгоритмы анализа структуры многомерных данных

Сквозные алгоритмы анализа структуры многомерных данных, включающие в себя в качестве компонентов алгоритмы нелинейной регрессии и алгоритмы стандартного, функционального и эффективного снижения размерности.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Геометрическое моделирование и построение расчетных сеток**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных понятий и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области геометрическое моделирование и построение расчетных сеток;
- приобретение теоретических знаний в области геометрическое моделирование и построение расчетных сеток;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, методы геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач геометрического моделирования и построение расчетных сеток, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Критерии взаимнооднозначности многомерных отображений.

Критерии взаимнооднозначности многомерных отображений.

Краткий обзор теории двумерных многообразий ограниченной кривизны (МОК) А.Д. Александрова:

внутренняя метрика и кривизна;

понятие полиэдральной (многогранной метрики);

кривизна многогранников;

сходимость и аппроксимация МОК многогранниками;

метод разрезания и склейки.

Связь кривизны и свойств параметризаций МОК. Изотермические, чебышевские и квазиизометричные координаты в МОК.

Теория А.Д.Александрова и современная машинная геометрия.

Адаптивные сетки в задачах численного моделирования.

проблемы корректной постановки задачи адаптации;

минимизация ошибки интерполяции, использование апостериорных оценок в методе конечных элементов;

методы следящей поверхности, использование многомерных гармонических отображений (Брэкбил, Лисейкин);

принцип равномерного распределения (де Бур) и его многомерное обобщение на основе квазиизометричных отображений;



"распластывание" метрики в задачах адаптации;

подвижные адаптивные сетки и принцип геометрической консервативности.

2. Распластывание поверхностей в задачах анатомии, геологии, штамповки, компьютерной графики; принцип максимума для дискретных гармонических отображений, деформации триангуляции (Флоатер);

метод упаковки окружностей и конформное распастывание (Стефенсон, Бобенко);

квазиизометричное распастывание (Гаранжа).

Отображения в задачах графики и анимации: отображения текстур с минимальным искажением, деформация (морфинг) поверхностей и объемов.

Методы реконструкции и "ремонта" поверхностей.

Сингулярности отображений, понятие квазиизометричных (билипшицевых) отображений.

Вариационные методы построения отображений:

несовместимость выпуклости функционала и ориентируемости экстремального отображения (Сьярле);

понятия квазивыпуклости (Морри), поливыпуклости (Болл), выпуклости ранга 1, эллиптичности (Лсжандр-Адамар);

множество допустимых отображений, его поливыпуклость;

корректность краевых задач для построения многомерных отображений (Болл).

3. Теорема Делоне о "пустом шаре" и современные методы построения неструктурированных сеток: минимаксные свойства разбиений Делоне; вариационный принцип (Раджан); практические методы построения триангуляции Делоне (Жорж).

Понятие невырожденной (допустимой) сетки, "распутывание" расчетных сеток, понятие "барьера" на границе допустимого множества (Иваненко, Чарахчян).

Построение отображений и сеток с минимальным искажением. Оценки искажения для полилинейных отображений и для основных конечных элементов.

Построение параметризаций поверхностей и многообразий. Основные подходы к построению сеток на поверхностях.

4. Предмет курса и исторический обзор: методы численного моделирования и расчетные сетки; понятие криволинейной сетки, методы Винслоу, Годунова-Прокопова и др.; структурированные и неструктурированные сетки, их области применения.

Методы построения пространственных отображений и расчетные сетки:

конформные и квазиконформные отображения;

гармонические отображения, принцип максимума и обратимость в двумерном случае (Радо-Кнезер-Шоке);

отображения с ограниченным искажением (Решетняк);

отображения в теории упругости и кристаллографии;

квазиизометричные отображения;

"гиперболические", "параболические" и "эллиптические" методы построения расчетных сеток.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Геометрическое моделирование и построение расчетных сеток**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных понятий и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области геометрическое моделирование и построение расчетных сеток;
- приобретение теоретических знаний в области геометрическое моделирование и построение расчетных сеток;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, методы геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач геометрического моделирования и построение расчетных сеток, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Критерии взаимнооднозначности многомерных отображений.

Критерии взаимнооднозначности многомерных отображений.

Краткий обзор теории двумерных многообразий ограниченной кривизны (МОК) А.Д. Александрова:

внутренняя метрика и кривизна;

понятие полиэдральной (многогранной метрики);

кривизна многогранников;

сходимость и аппроксимация МОК многогранниками;

метод разрезания и склейки.

Связь кривизны и свойств параметризаций МОК. Изотермические, чебышевские и квазиизометричные координаты в МОК.

Теория А.Д.Александрова и современная машинная геометрия.

Адаптивные сетки в задачах численного моделирования.

проблемы корректной постановки задачи адаптации;

минимизация ошибки интерполяции, использование апостериорных оценок в методе конечных элементов;

методы следящей поверхности, использование многомерных гармонических отображений (Брэкбил, Лисейкин);

принцип равномерного распределения (де Бур) и его многомерное обобщение на основе квазиизометричных отображений;

"распластывание" метрики в задачах адаптации;

подвижные адаптивные сетки и принцип геометрической консервативности.

2. Распластывание поверхностей в задачах анатомии, геологии, штамповки, компьютерной графики; принцип максимума для дискретных гармонических отображений, деформации триангуляции (Флоатер);

метод упаковки окружностей и конформное распастывание (Стефенсон, Бобенко);

квазиизометричное распастывание (Гаранжа).

Отображения в задачах графики и анимации: отображения текстур с минимальным искажением, деформация (морфинг) поверхностей и объемов.

Методы реконструкции и "ремонта" поверхностей.

Сингулярности отображений, понятие квазиизометричных (билипшицевых) отображений.

Вариационные методы построения отображений:

несовместимость выпуклости функционала и ориентируемости экстремального отображения (Сьярле);

понятия квазивыпуклости (Морри), поливыпуклости (Болл), выпуклости ранга 1, эллиптичности (Лсжандр-Адамар);

множество допустимых отображений, его поливыпуклость;

корректность краевых задач для построения многомерных отображений (Болл).

3. Теорема Делоне о "пустом шаре" и современные методы построения неструктурированных сеток: минимаксные свойства разбиений Делоне; вариационный принцип (Раджан); практические методы построения триангуляции Делоне (Жорж).

Понятие невырожденной (допустимой) сетки, "распутывание" расчетных сеток, понятие "барьера" на границе допустимого множества (Иваненко, Чарахчян).

Построение отображений и сеток с минимальным искажением. Оценки искажения для полилинейных отображений и для основных конечных элементов.

Построение параметризаций поверхностей и многообразий. Основные подходы к построению сеток на поверхностях.

4. Предмет курса и исторический обзор: методы численного моделирования и расчетные сетки; понятие криволинейной сетки, методы Винслоу, Годунова-Прокопова и др.; структурированные и неструктурированные сетки, их области применения.

Методы построения пространственных отображений и расчетные сетки:

конформные и квазиконформные отображения;

гармонические отображения, принцип максимума и обратимость в двумерном случае (Радо-Кнезер-Шоке);

отображения с ограниченным искажением (Решетняк);

отображения в теории упругости и кристаллографии;

квазиизометричные отображения;

"гиперболические", "параболические" и "эллиптические" методы построения расчетных сеток.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Геометрическое моделирование и построение расчетных сеток**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных понятий и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области геометрическое моделирование и построение расчетных сеток;
- приобретение теоретических знаний в области геометрическое моделирование и построение расчетных сеток;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, методы геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач геометрического моделирования и построение расчетных сеток, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Критерии взаимнооднозначности многомерных отображений.

Критерии взаимнооднозначности многомерных отображений.

Краткий обзор теории двумерных многообразий ограниченной кривизны (МОК) А.Д. Александрова:

внутренняя метрика и кривизна;

понятие полиэдральной (многогранной метрики);

кривизна многогранников;

сходимость и аппроксимация МОК многогранниками;

метод разрезания и склейки.

Связь кривизны и свойств параметризаций МОК. Изотермические, чебышевские и квазиизометричные координаты в МОК.

Теория А.Д.Александрова и современная машинная геометрия.

Адаптивные сетки в задачах численного моделирования.

проблемы корректной постановки задачи адаптации;

минимизация ошибки интерполяции, использование апостериорных оценок в методе конечных элементов;

методы следящей поверхности, использование многомерных гармонических отображений (Брэкбил, Лисейкин);

принцип равномерного распределения (де Бур) и его многомерное обобщение на основе квазиизометричных отображений;



"распластывание" метрики в задачах адаптации;

подвижные адаптивные сетки и принцип геометрической консервативности.

2. Распластывание поверхностей в задачах анатомии, геологии, штамповки, компьютерной графики; принцип максимума для дискретных гармонических отображений, деформации триангуляции (Флоатер);

метод упаковки окружностей и конформное распастывание (Стефенсон, Бобенко);

квазиизометричное распастывание (Гаранжа).

Отображения в задачах графики и анимации: отображения текстур с минимальным искажением, деформация (морфинг) поверхностей и объемов.

Методы реконструкции и "ремонта" поверхностей.

Сингулярности отображений, понятие квазиизометричных (билипшицевых) отображений.

Вариационные методы построения отображений:

несовместимость выпуклости функционала и ориентируемости экстремального отображения (Сьярле);

понятия квазивыпуклости (Морри), поливыпуклости (Болл), выпуклости ранга 1, эллиптичности (Лсжандр-Адамар);

множество допустимых отображений, его поливыпуклость;

корректность краевых задач для построения многомерных отображений (Болл).

3. Теорема Делоне о "пустом шаре" и современные методы построения неструктурированных сеток: минимаксные свойства разбиений Делоне; вариационный принцип (Раджан); практические методы построения триангуляции Делоне (Жорж).

Понятие невырожденной (допустимой) сетки, "распутывание" расчетных сеток, понятие "барьера" на границе допустимого множества (Иваненко, Чарахчян).

Построение отображений и сеток с минимальным искажением. Оценки искажения для полилинейных отображений и для основных конечных элементов.

Построение параметризаций поверхностей и многообразий. Основные подходы к построению сеток на поверхностях.

4. Предмет курса и исторический обзор: методы численного моделирования и расчетные сетки; понятие криволинейной сетки, методы Винслоу, Годунова-Прокопова и др.; структурированные и неструктурированные сетки, их области применения.

Методы построения пространственных отображений и расчетные сетки:

конформные и квазиконформные отображения;

гармонические отображения, принцип максимума и обратимость в двумерном случае (Радо-Кнезер-Шоке);

отображения с ограниченным искажением (Решетняк);

отображения в теории упругости и кристаллографии;

квазиизометричные отображения;

"гиперболические", "параболические" и "эллиптические" методы построения расчетных сеток.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Геометрическое моделирование и построение расчетных сеток**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных понятий и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области геометрическое моделирование и построение расчетных сеток;
- приобретение теоретических знаний в области геометрическое моделирование и построение расчетных сеток;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, методы геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач геометрического моделирования и построение расчетных сеток, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Критерии взаимнооднозначности многомерных отображений.

Критерии взаимнооднозначности многомерных отображений.

Краткий обзор теории двумерных многообразий ограниченной кривизны (МОК) А.Д. Александрова:

внутренняя метрика и кривизна;

понятие полиэдральной (многогранной метрики);

кривизна многогранников;

сходимость и аппроксимация МОК многогранниками;

метод разрезания и склейки.

Связь кривизны и свойств параметризаций МОК. Изотермические, чебышевские и квазиизометричные координаты в МОК.

Теория А.Д.Александрова и современная машинная геометрия.

Адаптивные сетки в задачах численного моделирования.

проблемы корректной постановки задачи адаптации;

минимизация ошибки интерполяции, использование апостериорных оценок в методе конечных элементов;

методы следящей поверхности, использование многомерных гармонических отображений (Брэкбил, Лисейкин);

принцип равномерного распределения (де Бур) и его многомерное обобщение на основе квазиизометричных отображений;

"распластывание" метрики в задачах адаптации;

подвижные адаптивные сетки и принцип геометрической консервативности.

2. Распластывание поверхностей в задачах анатомии, геологии, штамповки, компьютерной графики; принцип максимума для дискретных гармонических отображений, деформации триангуляции (Флоатер);

метод упаковки окружностей и конформное распастывание (Стефенсон, Бобенко);

квазиизометричное распастывание (Гаранжа).

Отображения в задачах графики и анимации: отображения текстур с минимальным искажением, деформация (морфинг) поверхностей и объемов.

Методы реконструкции и "ремонта" поверхностей.

Сингулярности отображений, понятие квазиизометричных (билипшицевых) отображений.

Вариационные методы построения отображений:

несовместимость выпуклости функционала и ориентируемости экстремального отображения (Сьярле);

понятия квазивыпуклости (Морри), поливыпуклости (Болл), выпуклости ранга 1, эллиптичности (Лсжандр-Адамар);

множество допустимых отображений, его поливыпуклость;

корректность краевых задач для построения многомерных отображений (Болл).

3. Теорема Делоне о "пустом шаре" и современные методы построения неструктурированных сеток: минимаксные свойства разбиений Делоне; вариационный принцип (Раджан); практические методы построения триангуляции Делоне (Жорж).

Понятие невырожденной (допустимой) сетки, "распутывание" расчетных сеток, понятие "барьера" на границе допустимого множества (Иваненко, Чарахчян).

Построение отображений и сеток с минимальным искажением. Оценки искажения для полилинейных отображений и для основных конечных элементов.

Построение параметризаций поверхностей и многообразий. Основные подходы к построению сеток на поверхностях.

4. Предмет курса и исторический обзор: методы численного моделирования и расчетные сетки; понятие криволинейной сетки, методы Винслоу, Годунова-Прокопова и др.; структурированные и неструктурированные сетки, их области применения.

Методы построения пространственных отображений и расчетные сетки:

конформные и квазиконформные отображения;

гармонические отображения, принцип максимума и обратимость в двумерном случае (Радо-Кнезер-Шоке);

отображения с ограниченным искажением (Решетняк);

отображения в теории упругости и кристаллографии;

квазиизометричные отображения;

"гиперболические", "параболические" и "эллиптические" методы построения расчетных сеток.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Декомпозиция в оптимизации систем**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в области методов понижения размерности в больших задачах оптимизации.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области декомпозиции больших задач как дисциплины, интегрирующей общематематическую и общетеоретическую подготовку математиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания методов понижения размерности, выявление особенностей возникающих задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области оптимизации и управления в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль задач большой размерности в научных исследованиях;
- современные проблемы естествознания, связанные с большой размерностью;
- основные модели, приводящие к задачам большой размерности;
- принципы Данцига-Вулфа и Корнай-Липтака в оптимизации больших систем;
- понятие агрегированных переменных как основной подход к понижению размерности;
- основные подходы в декомпозиции оптимизационных задач.

##### **уметь:**

- применять на практике изучаемые подходы понижения размерности;

- выявлять специфические черты задач оптимизации для применения того или иного метода декомпозиции;
- дать обоснование в теоретическом смысле того или иного подхода;
- оценить потерю точности приближения;
- эффективно программировать на компьютере схемы декомпозиции.

**владеть:**

- последовательным анализом сложной задачи;
- наиболее эффективным подходом декомпозиции для рассматриваемого класса задач;
- теоретическим аппаратом оптимизации для сведения исходной сложной задачи к серии задач меньшей размерности.

**Темы и разделы курса:**

1. Агрегирование в леонтьевских системах межотраслевого баланса. Агрегирование переменных блоком. Системы с малым параметром. Специальная модель оптимизации отраслевой системы. Веса агрегирования. Координатор - как задача в агрегированных переменных. Настройка симплекс-метода на декомпозицию с учётом специфики исходной задачи.

Агрегирование в линейных уравнениях типа отраслевого баланса. Построение взвешенных сумм. Агрегирование компонент из единых блоков. Понятие присоединённой задачи. Дезагрегированные решения. Агрегирование в задачах со слабыми связями.

Анализ двухуровневой системы отраслевого планирования. Агрегированная задача как координатор. Решение её двойственной. Формирование локальных задач. Монотонность по функционалу итеративного процесса. Анализ вырождения.

Запись задачи линейного программирования в виде сумм подматриц. Построение вычислительного процесса. Сведение к независимым блокам.

2. Горизонтальное разбиение матрицы в линейном программировании. Понятие координирующей задачи и независимых локальных задач. Вертикальное разбиение матрицы. Принцип распределения ресурсов. Конкретные модели. Различные методы решения координирующей задачи.

Горизонтальное разбиение матрицы условий. Применения двойственного алгоритма метода улучшения плана. Формирование координирующей задачи. Построение локальных задач. Условие окончания итераций. Применение в блочном программировании. Оценки выигрыша по памяти ЭВМ. Построение различных схем координации.

Вертикальное разложение матрицы условий. Проблема распределения ресурсов. Различные методы координации. Нелинейное разложение по ресурсам. Конкретные эвристические модели разложения по ресурсам.



3. Линейное программирование. Симплекс-метод. Транспортная задача. Элементы теории двойственности. Простейшее описание иерархических систем. Модели двухуровневого отраслевого планирования.

Общая постановка задачи оптимизации. Линейное программирование. Базисные решения. Симплекс-метод. Вырождение и критерий окончания итераций. Транспортная задача. Элементы теории двойственности.

Рассмотрение модулей отраслевого управления. Локальные ограничения. Связывающие ограничения. Лестничная структура связей. Нелинейные системы. Блочнo-сепарабельные задачи. Перекрёстные связи.

4. Метод дробных шагов как процедура декомпозиции.

Метод дробных шагов в разностных схемах. Расщепление разностных формул. Применение к конкретным задачам математической физики.

5. Расщепление задач оптимизации при использовании градиентных методов.

Построение вычислительных процедур. Расщепление на независимы задачи при использовании градиентных методов. Использование покомпонентного спуска.

6. Релаксация ограничений. Метод Бендерса в частично-целочисленном программировании. Элементы блочного целочисленного программирования. Выявление параметров, которые определяют двухуровневые схемы. Метод Корнаи-Липтока как частный случай параметрической декомпозиции.

Выделение параметров системы, по которым ведётся координация. Методы релаксации, применение к нелинейным задачам. Смешанное программирование. Метод Бендерса. Двойственность к методу Данцига-Вулфа.

Декомпозиция на основе введения специальных переменных. Построение формальной схемы. применения к случаям матриц с квазиблочной структурой.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Динамические системы**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами основных понятий и методов в одной из фундаментальных областей современной математики – теории динамических систем, задаваемых обыкновенными дифференциальными уравнениями на многообразиях, изучение способов применения этих понятий и результатов теории в практической работе по нахождению и исследованию движений механических систем, описываемых дифференциальными уравнениями.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области таких разделов математики, как топология многообразий, качественные и асимптотические методы исследования решений ОДУ;
- обучение студентов возможностям применения концептуального и методического аппаратов современной теории для анализа и интерпретации данных, получаемых другими, в частности численными методами решения ОДУ;
- формирование более общих и рациональных подходов к выполнению студентами исследований в области анализа и управления движениями космических объектов в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы математики и механики;
- методический аппарат аналитической механики и способы его приложения к реальным объектам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- 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;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

**владеть:**

- научной картиной мира;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Топологическое строение динамических систем в окрестности неподвижной точки

Локальная эквивалентность динамических систем.

Линеаризация динамической системы в окрестности неподвижной точки. Локальная эквивалентность нелинейной и линеаризованной систем: теорема о Гробмана-Хартмана линеаризации. Топологическая классификация гиперболических неподвижных точек. Строение нелинейной системы в окрестности неподвижной точки. Гиперболическое и центральное инвариантные многообразия. Теорема Адамара-Перрона об инвариантных многообразиях. Теорема о центральном многообразии.

2. Топологическое введение в теорию непрерывных динамических систем

Основные топологические понятия

Множества и отображения. Введение топологии в множество. Топологические пространства. Открытые и замкнутые множества. Окрестность, внутренность, граница, замыкание множества. Компактность.

Отображения, гомеоморфизмы

Непрерывные отображения. Гомеоморфизмы. Топологическая эквивалентность пространств.

Многообразия

Определение многообразия. Размерность. Примеры многообразий. Локальные карты и атлас многообразия. Функции замены переменных. Гладкие многообразия. Связные многообразия. Классификация по размерности. Одномерные многообразия.

## Обзор простейших видов многообразий

Связные двумерные многообразия. Компактные двумерные многообразия, ориентируемые и неориентируемые многообразия. Примеры многообразий высших размерностей: сферы, цилиндры, торы. Прямые произведения многообразий. Проективное пространство и некоторые его свойства.

## Касательное расслоение и векторные поля на многообразии

Гладкие многообразия. Диффеоморфизмы. Касательный вектор и касательное пространство в точке многообразия. Касательное расслоение многообразия. Векторное поле на многообразии как обобщение системы дифференциальных уравнений.

## 3. Простейшие случаи глобальной эквивалентности динамических систем

Некоторые результаты о глобальной эквивалентности динамических систем. Системы с конечным числом неподвижных точек на окружности. Специальные потоки без неподвижных точек на торе. Сведение их к диффеоморфизмам окружности. Классификация Пуанкаре.

## 4. Основные понятия теории непрерывных динамических систем

Динамическая система, как однопараметрическая группа преобразований пространства состояний. Непрерывные динамические системы (потоки), определяемые векторными полями на многообразиях. Оператор потока. Оператор сдвига по траекториям. Основные свойства траекторий. Простейшие динамические системы: покой, простой сдвиг, поворот, гиперболический поворот. Топологическая классификация траекторий динамических систем. Неподвижные точки, замкнутые траектории (циклы), незамкнутые траектории. Периодические движения.

Инвариантные множества динамических систем.

Инвариантные множества динамических систем. Основные свойства. Замкнутые инвариантные множества. Ограничение динамической системы на инвариантное множество.

## 5. Постановки задач теории бифуркаций

Постановки задач теории бифуркаций. Проблема классификации бифуркаций. Бифуркации положений равновесия. Сведение к задаче на центральном многообразии.

## 6. Предельные множества движений динамических систем

Основные свойства

Предельные точки и предельные множества движений динамических систем. Инвариантность и замкнутость предельных множеств. Непустота и связность предельных множеств движения на компакте.

Классификация полутраекторий

Классификация полутраекторий динамических систем по свойствам их предельных множеств. неподвижные точки, периодические, уходящие и асимптотические движения. Движения, устойчивые по Пуассону.

Предельные множества движений на сфере и плоскости

Основные свойства движений, устойчивых по Пуассону. Динамически предельные множества движений на сфере и плоскости. Теорема Пуанкаре-Бендиксона.

Динамические системы на торе

Динамические системы на торе. Обмотки тора. Приведение к дискретной динамической системе на окружности. Число вращения. Рациональные и иррациональные обмотки тора. Иррациональная обмотка тора как пример движения, устойчивого по Пуассону.

## 7. Неблуждающие и блуждающие множества динамических систем

Свойства неблуждающего множества

Аттракторы и репеллеры. Неблуждающие и блуждающие точки и множества динамических систем. Основные свойства неблуждающего множества: симметрия по времени, инвариантность, замкнутость. Связь неблуждающего множества динамической системы с предельными множествами ее движений, Центральное множество динамической системы. Теорема Биркгофа о центре.

Устойчивые по Ляпунову инвариантные множества динамических систем.

Устойчивые по Ляпунову инвариантные множества динамической системы. Асимптотически устойчивые компактные множества – аттракторы. Репеллеры. Области притяжения аттракторов и репеллеров, их свойства.

## 8. Линейные системы с постоянными коэффициентами, как интегрируемых систем

Решение линейных систем

Линейные системы с постоянными коэффициентами. Фундаментальная матрица системы. Экспонента матрицы. Общий вид решения линейной системы с постоянными коэффициентами. Алгебраическая классификация двумерных линейных систем.

Инвариантные множества линейных систем

Разложение фазового пространства линейной системы на инвариантные подпространства. Гиперболические линейные системы. Устойчивое и неустойчивое подпространства гиперболических систем. Центральные линейные системы. Инвариантные торы в центральных системах.

Линейные системы с периодическими коэффициентами

Линейные системы с периодическими коэффициентами. Фундаментальная матрица системы. Матрица монодромии. Мультипликаторы. Выделение периодической части решения.

Теорема Флоке-Ляпунова

Теорема Флоке-Ляпунова о приведении системы с периодическими коэффициентами к системе с постоянными коэффициентами.

9. Понятие об эквивалентности динамических систем

Понятие об эквивалентности динамических систем. Эквивалентность динамических систем в окрестности неособой точки. Теорема о выпрямлении траекторий. Линейная, гладкая и топологическая эквивалентности линейных систем. Топологическая классификация линейных систем.

Симметрии динамических систем. Дискретные группы симметрий. Симметрии с обращением времени. Обратимые системы. Непрерывные группы симметрий. Коммутирующие потоки. Группы симметрий, порожденные коммутирующими потоками. Понижение порядка системы при наличии непрерывной группы симметрий.

10. Бифуркации положений равновесия

Однопараметрические бифуркации положений равновесия

Двухпараметрические бифуркации положений равновесия. Однопараметрические бифуркации положений равновесия. Случай нулевого собственного значения. Рождение и исчезновение пары неподвижных точек. Бифуркация для нулевого собственного значения в системе с симметрией. Случай пары чисто мнимых корней. Рождение цикла. Мягкая и жесткая потеря устойчивости.

Двухпараметрические бифуркации положений равновесия.

Двукратно вырожденная неподвижная точка одномерной системы. Сборка Уитни. Двухпараметрическая бифуркация в случае двух нулевых собственных значений.

11. Бифуркации периодических движений

Бифуркации периодических движений при мультипликаторе, равном 1

Бифуркации при мультипликаторе, равном -1

Бифуркации предельных циклов. Отображение в сечении Пуанкаре. Мультипликаторы отображения. Критические случаи. Бифуркация цикла при мультипликаторе, равном 1. Рождение и исчезновение пары предельных циклов.

Удвоение периода. Универсальность Фейгенбаума.

## 12. Нелокальные бифуркации в системах на плоскости

Нелокальные бифуркации в системах на плоскости. Появление и распад седловой связки. Рождение цикла из гомоклинической траектории седло-узла. Рождение предельного цикла из петли сепаратрисы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Динамическое программирование**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с применением метода динамического программирования и теории Гамильтона-Якоби-Беллмана к задачам оценивания состояния и синтеза управления для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Излагаемые теоретические результаты иллюстрируются на примерах решения указанных задач для линейных управляемых процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные методы динамического программирования;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы динамического программирования;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

##### **владеть:**



- принципами применения методов динамического программирования к конкретным практическим задачам;
- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение в динамическое программирование.

- Задачи оптимального управления. Программное и позиционное управления. Подход динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана. Теорема о верификации. Связь с принципом максимума Понтрягина.
- Множество достижимости, разрешимости. Их связь с функцией Беллмана. Прямое и попятное уравнения Беллмана.

#### 2. Задачи на бесконечном интервале времени.

- Постановка задачи поиска стабилизирующего управления.
- Задача со стабилизирующим функционалом.
- Задача для стационарной динамической системы (подынтегральный функционал с дисконтирующим множителем). Примеры.

#### 3. Линейно-выпуклые задачи.

- Понятие о линейно-выпуклой задаче.
- Множества достижимости и разрешимости.
- Синтез управления в задаче разрешимости.
- Задача быстрогодействия.

#### 4. Линейно-выпуклые задачи с фазовыми ограничениями в конечном числе моментов времени.

- Множество достижимости и разрешимости при фазовых ограничениях.
- Синтез управления при фазовых ограничениях.

#### 5. Управляемость и наблюдаемость линейных управляемых систем.

Управляемость и наблюдаемость линейных управляемых систем. Двойственность управляемости и наблюдаемости.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Динамическое программирование**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с применением метода динамического программирования и теории Гамильтона-Якоби-Беллмана к задачам оценивания состояния и синтеза управления для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Излагаемые теоретические результаты иллюстрируются на примерах решения указанных задач для линейных управляемых процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные методы динамического программирования;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы динамического программирования;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

##### **владеть:**

- принципами применения методов динамического программирования к конкретным практическим задачам;
- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение в динамическое программирование.

- Задачи оптимального управления. Программное и позиционное управления. Подход динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана. Теорема о верификации. Связь с принципом максимума Понтрягина.
- Множество достижимости, разрешимости. Их связь с функцией Беллмана. Прямое и попятное уравнения Беллмана.

#### 2. Задачи на бесконечном интервале времени.

- Постановка задачи поиска стабилизирующего управления.
- Задача со стабилизирующим функционалом.
- Задача для стационарной динамической системы (подынтегральный функционал с дисконтирующим множителем). Примеры.

#### 3. Линейно-выпуклые задачи.

- Понятие о линейно-выпуклой задаче.
- Множества достижимости и разрешимости.
- Синтез управления в задаче разрешимости.
- Задача быстрогодействия.

#### 4. Линейно-выпуклые задачи с фазовыми ограничениями в конечном числе моментов времени.

- Множество достижимости и разрешимости при фазовых ограничениях.
- Синтез управления при фазовых ограничениях.

#### 5. Управляемость и наблюдаемость линейных управляемых систем.

Управляемость и наблюдаемость линейных управляемых систем. Двойственность управляемости и наблюдаемости.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Динамическое программирование

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с применением метода динамического программирования и теории Гамильтона-Якоби-Беллмана к задачам оценивания состояния и синтеза управления для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Излагаемые теоретические результаты иллюстрируются на примерах решения указанных задач для линейных управляемых процессов.

#### Задачи дисциплины:

- научить использовать основные методы динамического программирования;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные методы динамического программирования;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность.

##### уметь:

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

##### владеть:

- принципами применения методов динамического программирования к конкретным практическим задачам;
- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение в динамическое программирование.

- Задачи оптимального управления. Программное и позиционное управления. Подход динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана. Теорема о верификации. Связь с принципом максимума Понтрягина.
- Множество достижимости, разрешимости. Их связь с функцией Беллмана. Прямое и попятное уравнения Беллмана.

#### 2. Задачи на бесконечном интервале времени.

- Постановка задачи поиска стабилизирующего управления.
- Задача со стабилизирующим функционалом.
- Задача для стационарной динамической системы (подынтегральный функционал с дисконтирующим множителем). Примеры.

#### 3. Линейно-выпуклые задачи.

- Понятие о линейно-выпуклой задаче.
- Множества достижимости и разрешимости.
- Синтез управления в задаче разрешимости.
- Задача быстрогодействия.

#### 4. Линейно-выпуклые задачи с фазовыми ограничениями в конечном числе моментов времени.

- Множество достижимости и разрешимости при фазовых ограничениях.
- Синтез управления при фазовых ограничениях.

#### 5. Управляемость и наблюдаемость линейных управляемых систем.

Управляемость и наблюдаемость линейных управляемых систем. Двойственность управляемости и наблюдаемости.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дискретные и сетевые модели экономического равновесия**

#### **Цель дисциплины:**

Способность применять математический аппарат для построения экономических моделей на сетях, модифицировать математические модели выпуклого программирования и теории двойственности, а также интерпретировать полученные математические результаты при решения задач в области профессиональной деятельности

#### **Задачи дисциплины:**

- дать студентам представление о теории дискретных и сетевых моделях экономического равновесия;
- научить пониманию и использованию математического языка дискретных и сетевых моделей экономического равновесия;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

современный математический аппарат, а также основные понятия и методы, используемые при построении сетевых экономико-математических моделей, в том числе на примере вычислимой сетевой модели железнодорожных грузоперевозок и сетевой модели межотраслевых взаимодействий;

##### **уметь:**

пользоваться современным математическим аппаратом при решении задач, возникающих при анализе экономико-математических моделей на сетях; применять на практике методы построения сетевых моделей взаимодействия экономических агентов; использовать вычислимую модель конкурентного равновесия на графе для анализа тарифной политики системы железнодорожных грузоперевозок;

##### **владеть:**

математическими методами, которые используются при построении и анализе сетевых экономических моделей; подходами к построению экономических моделей на сетях; навыками анализа взаимодействия экономических агентов с помощью сетевых моделей;

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение в курс.

Особенности моделирования сложных сетей и построения сетевых моделей для различных объектов. Вычислимые сетевые экономико-математической модели. Специфика инфраструктурных отраслей. Парадокс Эджворта.

#### 2. Вычислимая сетевая модель для анализа тарифной политики железнодорожных грузоперевозок.

Описание модели. Конкурентное равновесие в модели. Представление задачи о поиске конкурентного равновесия в виде стандартной задачи дополненности.

#### 3. Сведение задачи к паре взаимно двойственных задач выпуклого программирования.

Функции прибыли агентов. Их свойства. Постановка прямой задачи выпуклого программирования в модели. Сопряженные функции. Теорема Фенхеля-Моро. Теорема двойственности Фенхеля.

#### 4. Двойственная задача в модели железнодорожных грузоперевозок.

Применение теоремы Фенхеля для построения двойственной задачи в модели железнодорожных перевозок.

#### 5. Существование конкурентного равновесия в модели железнодорожных грузоперевозок.

Доказательство теоремы о существовании конкурентного равновесия в модели железнодорожных грузоперевозок на основе анализа существования решения прямой и двойственной задачи выпуклого программирования.

#### 6. Нарушение экономической эффективности в условиях несовершенной конкуренции.

Учет деятельности посредника в модели. Показатель общесистемных потерь в результате изменения тарифов. Примеры монопольного посредника и олигополии Курно с  $n$  равноправными перевозчиками.

#### 7. Модель железнодорожных перевозок с коммуникационными ограничениями.

Постановка задачи с учетом пропускной способности. Определение конкурентного равновесия в модели. Существование конкурентного равновесия в модели для случая зафиксированных маршрутов грузоперевозок и для случая оптимизации по выбору маршрутов. Интерпретация результатов.

#### 8. Сетевая модель межотраслевого взаимодействия и ее приложение для анализа экономических кризисов.

Формализация модели межотраслевых взаимодействий. Представление межотраслевых связей в виде матрицы коэффициентов затрат на основе описания производства с помощью функции Кобба-Дугласа. Эквивалентное представление в виде ориентированного графа с весами.

## 9. Исследование сетевой модели межотраслевого взаимодействия.

Постановка задачи о поиске равновесия на сети. Функция полезности домашних хозяйств при бюджетных ограничениях. Функция прибыли в отрасли. Задача о равновесии в экономической системе. Учет идиосин-кратического шока в системе путем введения случайного множителя в производственную функцию Кобба-Дугласа. Примеры. Понятия центральности и степени вершины в графе. Анализ модели. Анализ асимптотического поведения равновесия при увеличении количества отраслей (фирм) в экономической системе.

## 10. Элементы теории случайных графов. Возможности анализа

Возможности анализа системных рисков банковской системы с помощью сетевой модели.

Каскадные эффекты на межбанковском рынке. Представление сети межбанковских отношений как реализации случайного графа. Топология графа межбанковского кредитования, процесс распространения «заражения» по графу. Анализ системных рисков каскадного дефолта в банковской системе.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дифференциальная геометрия и введение в теорию особенностей**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с применениями дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.

Знакомство студентов с двумя основными разделами теории особенностей (часто называемой также теорией катастроф) – теории особенностей гладких отображений и теории особенностей дифференциальных уравнений.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) теории особенностей;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении теории особенностей;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в этой области.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;

- современные проблемы применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- основные свойства соответствующих математических объектов.
- фундаментальные понятия применения теории особенностей;
- современные проблемы применения теории особенностей;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем теории особенностей;
- основные свойства математических объектов теории особенностей.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.
- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения теории особенностей;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- точно представить математические знания в области применения теории особенностей.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления (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 применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления, и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения теории особенностей;
- 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 применения теории особенностей.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Многообразия, Группы Ли и подгруппы Ли

1.1. Многообразия, два способа задания. Подмногообразия. Примеры многообразий: сфера, прямое произведение многообразий, тор, конфигурационное пространство классической системы, проективное пространство. Многообразия Грассмана и Штифеля. Плюкерововложение многообразия Грассмана в проективное пространство. Гиперповерхности второго порядка.

1.2. Группы Ли и подгруппы Ли. Классические группы Ли и матричные группы. Фактор-группы и локально изоморфные группы Ли. Линейное представление группы. Действие группы Ли на многообразии. Три действия группы Ли. G-многообразия и Эрлангенская программа Ф. Клейна. Орбиты, пространство орбит (модулей), однородные пространства. Применение – пространство шейпов Kendall'a.

#### 2. Однородные пространства Производные многообразия.

2.1. Однородные пространства. Групповое описание однородных пространств. Примеры однородных пространств: сфера, многообразия Грассмана и Штифеля, пространства флагов как однородные пространства классических компактных и комплексных групп. Матричные пространства. Орбиты группы Лоренца в пространстве Минковского и конформная геометрия сферы. Пространство шейпов треугольников.

2.2. Производные многообразия. Касательное и кокасательное расслоение многообразия. Два определения касательного вектора (вектора скорости). Алгебра Ли векторных полей и уравнения первого порядка. Поток векторного поля и полные поля. Тензорные расслоения и тензорные поля. Производная Ли и формула Лейбница. Примеры тензорных полей: риманова метрики и дифференциальные р-формы. Распределения и теорема Фробениуса. Геометрия джетов (функций и кривых).

#### 3. Геометрия зрения. Дифференциальные формы.

3.1. Геометрия зрения. Сигма- аппроксимация дифференциальной геометрии и мультимасштабная геометрия Кондеринка. Зрительные нейроны как фильтры. Одномерное распределение в зрительной коре V1 и джетов кривых.

3.2. Дифференциальные формы. Внешний дифференциал. Интегрирование дифференциальных форм. Теорема Стокса. Симплектические, контактные и Пуассоновы структуры. Примеры контактных, симплектических и Пуассоновых многообразий. Контактная структура на  $J^1(M, \mathbb{R})$  и  $T^*M$ , симплектическая структура на  $T^*M$ , Пуассонова структура на  $\mathfrak{g}^*$ . Гамильтонова механика.

#### 4. Риманова геометрия. Геометрия касательного и кокасательного расслоений

4.1. Риманова геометрия. Индуцированная метрика и связность n-поверхности M в  $\mathbb{R}^{n+k}$ . Вторая квадратичная форма и главные кривизны. Риманово многообразие и связность Леви-Чивита. Тензор кривизны и секционная кривизна. Тензор Риччи. Уравнение Эйнштейна. Разложение тензора кривизны. Пространства постоянной кривизны и их модели.

4.2. Геометрия касательного и кокасательного расслоений. Лагранжева и гамильтонова механика в инвариантном изложении.

#### 5. Параллельный перенос и группа голономии. Геометрия однородных пространств.

5.1. Параллельный перенос и группа голономии. Классификация групп голономии. Симметрические, келеровы и кватернионно келеровы многообразия. Главное расслоение ортонормальных реперов и связность Картана. Линейные связности. Кривизна и кручение линейной связности. Дифференциальные уравнения, ассоциированные с римановой метрикой и геометрический смысл решений.

5.2. Геометрия однородных пространств. Представление изотропии инвариантные геометрические структуры. Однородные римановы, симплектические и контактные многообразия.

#### 6. Информационная геометрия

6.1. Информационная геометрия. Дивергенция Кульбака-Лейблера и метрика Фишера-Рао. Однородные статистические и Гессиановы многообразия и левосимметрические алгебры. Однородные выпуклые конусы и области.

6.2. Субриманова геометрия и главные расслоения. Субримановы геодезические. Системы Чаплыгина и поля Янга-Миллса.

6.3. Полупростые группы и алгебры Ли и симметрические пространства.

#### 7. Вводная часть в теорию особенностей

7.1. Вводная часть: чем занимается теория особенностей. Лемма Адамара. Лемма Морса с параметрами (лемма о расщеплении особенности). Теорема деления и следствия из нее. Ряды Ньютона-Пуизё.

7.2. Критические точки функций нескольких переменных. Коранг и коразмерность особенности, формула произведения корангов. Критические точки корангов 1 и 2 – начало классификации Арнольда.

## 8. Формальные степенные ряды и гладкие функции

8.1. Формальные степенные ряды и гладкие функции. Лемма о представлении гладкой функции в виде суммы четной и нечетной части.

8.2. Алгебры, идеалы, факторалгебры. Локальная алгебра ростка отображения. Кратность ростков отображений и функций нескольких переменных. Теорема Тужрона.

## 9. Теорема Мальгранжа. Особенности отображений плоскости

9.1. Теорема Мальгранжа и некоторые следствия из нее.

9.2. Понятие право-левой эквивалентности отображений. Теорема Уитни об особенностях отображений плоскости на плоскость.

9.3. Особенности отображений плоскости на 3-мерное пространство. Зонтик Уитни. Неизолированные особенности: полукубическое ребро возврата, сложенный зонтик Уитни, ласточкин хвост.

## 10. Неявные дифференциальные уравнения

8. Неявные дифференциальные уравнения. Поднятие уравнения на поверхность. Преобразование Лежандра. Особенности интегральных кривых.

## 11. Локальные нормальные формы

11.1. Локальные нормальные формы векторных полей в вещественном и комплексном пространстве. Резонансы как препятствие линеаризации. Нормальная форма Пуанкаре-Дюлака.

11.2. Локальные нормальные формы векторных полей с изолированными особыми точками. Инвариантные многообразия, принцип сведения.

11.3. Локальные нормальные формы неявных дифференциальных уравнений в типичных особых точках. Теоремы Чибрарио и Давыдова.

## 12. Геодезические длины и действия

12. Геодезические как экстремали функционалов длины и действия. Особенности геодезических потоков в псевдоримановых метриках переменной сигнатуры.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дифференциальная геометрия и введение в теорию особенностей**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с применениями дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.

Знакомство студентов с двумя основными разделами теории особенностей (часто называемой также теорией катастроф) – теории особенностей гладких отображений и теории особенностей дифференциальных уравнений.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) теории особенностей;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении теории особенностей;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в этой области.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;

- современные проблемы применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- основные свойства соответствующих математических объектов.
- фундаментальные понятия применения теории особенностей;
- современные проблемы применения теории особенностей;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем теории особенностей;
- основные свойства математических объектов теории особенностей.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.
- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения теории особенностей;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- точно представить математические знания в области применения теории особенностей.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления (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 применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления, и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения теории особенностей;
- 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 применения теории особенностей.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Многообразия, Группы Ли и подгруппы Ли

1.1. Многообразия, два способа задания. Подмногообразия. Примеры многообразий: сфера, прямое произведение многообразий, тор, конфигурационное пространство классической системы, проективное пространство. Многообразия Грассмана и Штифеля. Плюкерововложение многообразия Грассмана в проективное пространство. Гиперповерхности второго порядка.

1.2. Группы Ли и подгруппы Ли. Классические группы Ли и матричные группы. Фактор-группы и локально изоморфные группы Ли. Линейное представление группы. Действие группы Ли на многообразии. Три действия группы Ли. G-многообразия и Эрлангенская программа Ф. Клейна. Орбиты, пространство орбит (модулей), однородные пространства. Применение – пространство шейпов Kendall'a.

#### 2. Однородные пространства Производные многообразия.

2.1. Однородные пространства. Групповое описание однородных пространств. Примеры однородных пространств: сфера, многообразия Грассмана и Штифеля, пространства флагов как однородные пространства классических компактных и комплексных групп. Матричные пространства. Орбиты группы Лоренца в пространстве Минковского и конформная геометрия сферы. Пространство шейпов треугольников.

2.2. Производные многообразия. Касательное и кокасательное расслоение многообразия. Два определения касательного вектора (вектора скорости). Алгебра Ли векторных полей и уравнения первого порядка. Поток векторного поля и полные поля. Тензорные расслоения и тензорные поля. Производная Ли и формула Лейбница. Примеры тензорных полей: риманова метрики и дифференциальные р-формы. Распределения и теорема Фробениуса. Геометрия джетов (функций и кривых).

#### 3. Геометрия зрения. Дифференциальные формы.



3.1. Геометрия зрения. Сигма- аппроксимация дифференциальной геометрии и мультимасштабная геометрия Кондеринка. Зрительные нейроны как фильтры. Одномерное распределение в зрительной коре V1 и джетов кривых.

3.2. Дифференциальные формы. Внешний дифференциал. Интегрирование дифференциальных форм. Теорема Стокса. Симплектические, контактные и Пуассоновы структуры. Примеры контактных, симплектических и Пуассоновых многообразий. Контактная структура на  $J^1(M, \mathbb{R})$  и  $T^*M$ , симплектическая структура на  $T^*M$ , Пуассонова структура на  $\mathfrak{g}^*$ . Гамильтонова механика.

#### 4. Риманова геометрия. Геометрия касательного и кокасательного расслоений

4.1. Риманова геометрия. Индуцированная метрика и связность  $n$ -поверхности  $M$  в  $\mathbb{R}^{n+k}$ . Вторая квадратичная форма и главные кривизны. Риманово многообразие и связность Леви-Чивита. Тензор кривизны и секционная кривизна. Тензор Риччи. Уравнение Эйнштейна. Разложение тензора кривизны. Пространства постоянной кривизны и их модели.

4.2. Геометрия касательного и кокасательного расслоений. Лагранжева и гамильтонова механика в инвариантном изложении.

#### 5. Параллельный перенос и группа голономии. Геометрия однородных пространств.

5.1. Параллельный перенос и группа голономии. Классификация групп голономии. Симметрические, келеровы и кватернионно келеровы многообразия. Главное расслоение ортонормальных реперов и связность Картана. Линейные связности. Кривизна и кручение линейной связности. Дифференциальные уравнения, ассоциированные с римановой метрикой и геометрический смысл решений.

5.2. Геометрия однородных пространств. Представление изотропии инвариантные геометрические структуры. Однородные римановы, симплектические и контактные многообразия.

#### 6. Информационная геометрия

6.1. Информационная геометрия. Дивергенция Кульбака-Лейблера и метрика Фишера-Рао. Однородные статистические и Гессиановы многообразия и левосимметрические алгебры. Однородные выпуклые конусы и области.

6.2. Субриманова геометрия и главные расслоения. Субримановы геодезические. Системы Чаплыгина и поля Янга-Миллса.

6.3. Полупростые группы и алгебры Ли и симметрические пространства.

#### 7. Вводная часть в теорию особенностей

7.1. Вводная часть: чем занимается теория особенностей. Лемма Адамара. Лемма Морса с параметрами (лемма о расщеплении особенности). Теорема деления и следствия из нее. Ряды Ньютона-Пуизё.

7.2. Критические точки функций нескольких переменных. Коранг и коразмерность особенности, формула произведения корангов. Критические точки корангов 1 и 2 – начало классификации Арнольда.

## 8. Формальные степенные ряды и гладкие функции

8.1. Формальные степенные ряды и гладкие функции. Лемма о представлении гладкой функции в виде суммы четной и нечетной части.

8.2. Алгебры, идеалы, факторалгебры. Локальная алгебра ростка отображения. Кратность ростков отображений и функций нескольких переменных. Теорема Тужрона.

## 9. Теорема Мальгранжа. Особенности отображений плоскости

9.1. Теорема Мальгранжа и некоторые следствия из нее.

9.2. Понятие право-левой эквивалентности отображений. Теорема Уитни об особенностях отображений плоскости на плоскость.

9.3. Особенности отображений плоскости на 3-мерное пространство. Зонтик Уитни. Неизолированные особенности: полукубическое ребро возврата, сложенный зонтик Уитни, ласточкин хвост.

## 10. Неявные дифференциальные уравнения

8. Неявные дифференциальные уравнения. Поднятие уравнения на поверхность. Преобразование Лежандра. Особенности интегральных кривых.

## 11. Локальные нормальные формы

11.1. Локальные нормальные формы векторных полей в вещественном и комплексном пространстве. Резонансы как препятствие линеаризации. Нормальная форма Пуанкаре-Дюлака.

11.2. Локальные нормальные формы векторных полей с неизолированными особыми точками. Инвариантные многообразия, принцип сведения.

11.3. Локальные нормальные формы неявных дифференциальных уравнений в типичных особых точках. Теоремы Чибрарио и Давыдова.

## 12. Геодезические длины и действия

12. Геодезические как экстремали функционалов длины и действия. Особенности геодезических потоков в псевдоримановых метриках переменной сигнатуры.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дифференциальная геометрия и введение в теорию особенностей**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с применениями дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.

Знакомство студентов с двумя основными разделами теории особенностей (часто называемой также теорией катастроф) – теории особенностей гладких отображений и теории особенностей дифференциальных уравнений.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) теории особенностей;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении теории особенностей;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в этой области.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;

- современные проблемы применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- основные свойства соответствующих математических объектов.
- фундаментальные понятия применения теории особенностей;
- современные проблемы применения теории особенностей;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем теории особенностей;
- основные свойства математических объектов теории особенностей.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.
- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения теории особенностей;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- точно представить математические знания в области применения теории особенностей.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления (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 применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления, и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения теории особенностей;
- 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 применения теории особенностей.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Многообразия, Группы Ли и подгруппы Ли

1.1. Многообразия, два способа задания. Подмногообразия. Примеры многообразий: сфера, прямое произведение многообразий, тор, конфигурационное пространство классической системы, проективное пространство. Многообразия Грассмана и Штифеля. Плюкерововложение многообразия Грассмана в проективное пространство. Гиперповерхности второго порядка.

1.2. Группы Ли и подгруппы Ли. Классические группы Ли и матричные группы. Фактор-группы и локально изоморфные группы Ли. Линейное представление группы. Действие группы Ли на многообразии. Три действия группы Ли. G-многообразия и Эрлангенская программа Ф. Клейна. Орбиты, пространство орбит (модулей), однородные пространства. Применение – пространство шейпов Kendall'a.

#### 2. Однородные пространства Производные многообразия.

2.1. Однородные пространства. Групповое описание однородных пространств. Примеры однородных пространств: сфера, многообразия Грассмана и Штифеля, пространства флагов как однородные пространства классических компактных и комплексных групп. Матричные пространства. Орбиты группы Лоренца в пространстве Минковского и конформная геометрия сферы. Пространство шейпов треугольников.

2.2. Производные многообразия. Касательное и кокасательное расслоение многообразия. Два определения касательного вектора (вектора скорости). Алгебра Ли векторных полей и уравнения первого порядка. Поток векторного поля и полные поля. Тензорные расслоения и тензорные поля. Производная Ли и формула Лейбница. Примеры тензорных полей: риманова метрики и дифференциальные р-формы. Распределения и теорема Фробениуса. Геометрия джетов (функций и кривых).

#### 3. Геометрия зрения. Дифференциальные формы.

3.1. Геометрия зрения. Сигма- аппроксимация дифференциальной геометрии и мультимасштабная геометрия Кондеринка. Зрительные нейроны как фильтры. Одномерное распределение в зрительной коре V1 и джетов кривых.

3.2. Дифференциальные формы. Внешний дифференциал. Интегрирование дифференциальных форм. Теорема Стокса. Симплектические, контактные и Пуассоновы структуры. Примеры контактных, симплектических и Пуассоновых многообразий. Контактная структура на  $J^1(M, \mathbb{R})$  и  $T^*M$ , симплектическая структура на  $T^*M$ , Пуассонова структура на  $\mathfrak{g}^*$ . Гамильтонова механика.

#### 4. Риманова геометрия. Геометрия касательного и кокасательного расслоений

4.1. Риманова геометрия. Индуцированная метрика и связность  $n$ -поверхности  $M$  в  $\mathbb{R}^{n+k}$ . Вторая квадратичная форма и главные кривизны. Риманово многообразие и связность Леви-Чивита. Тензор кривизны и секционная кривизна. Тензор Риччи. Уравнение Эйнштейна. Разложение тензора кривизны. Пространства постоянной кривизны и их модели.

4.2. Геометрия касательного и кокасательного расслоений. Лагранжева и гамильтонова механика в инвариантном изложении.

#### 5. Параллельный перенос и группа голономии. Геометрия однородных пространств.

5.1. Параллельный перенос и группа голономии. Классификация групп голономии. Симметрические, келеровы и кватернионно келеровы многообразия. Главное расслоение ортонормальных реперов и связность Картана. Линейные связности. Кривизна и кручение линейной связности. Дифференциальные уравнения, ассоциированные с римановой метрикой и геометрический смысл решений.

5.2. Геометрия однородных пространств. Представление изотропии инвариантные геометрические структуры. Однородные римановы, симплектические и контактные многообразия.

#### 6. Информационная геометрия

6.1. Информационная геометрия. Дивергенция Кульбака-Лейблера и метрика Фишера-Рао. Однородные статистические и Гессиановы многообразия и левосимметрические алгебры. Однородные выпуклые конусы и области.

6.2. Субриманова геометрия и главные расслоения. Субримановы геодезические. Системы Чаплыгина и поля Янга-Миллса.

6.3. Полупростые группы и алгебры Ли и симметрические пространства.

#### 7. Вводная часть в теорию особенностей

7.1. Вводная часть: чем занимается теория особенностей. Лемма Адамара. Лемма Морса с параметрами (лемма о расщеплении особенности). Теорема деления и следствия из нее. Ряды Ньютона-Пуизё.

7.2. Критические точки функций нескольких переменных. Коранг и коразмерность особенности, формула произведения корангов. Критические точки корангов 1 и 2 – начало классификации Арнольда.

## 8. Формальные степенные ряды и гладкие функции

8.1. Формальные степенные ряды и гладкие функции. Лемма о представлении гладкой функции в виде суммы четной и нечетной части.

8.2. Алгебры, идеалы, факторалгебры. Локальная алгебра ростка отображения. Кратность ростков отображений и функций нескольких переменных. Теорема Тужрона.

## 9. Теорема Мальгранжа. Особенности отображений плоскости

9.1. Теорема Мальгранжа и некоторые следствия из нее.

9.2. Понятие право-левой эквивалентности отображений. Теорема Уитни об особенностях отображений плоскости на плоскость.

9.3. Особенности отображений плоскости на 3-мерное пространство. Зонтик Уитни. Неизолированные особенности: полукубическое ребро возврата, сложенный зонтик Уитни, ласточкин хвост.

## 10. Неявные дифференциальные уравнения

8. Неявные дифференциальные уравнения. Поднятие уравнения на поверхность. Преобразование Лежандра. Особенности интегральных кривых.

## 11. Локальные нормальные формы

11.1. Локальные нормальные формы векторных полей в вещественном и комплексном пространстве. Резонансы как препятствие линеаризации. Нормальная форма Пуанкаре-Дюлака.

11.2. Локальные нормальные формы векторных полей с неизолированными особыми точками. Инвариантные многообразия, принцип сведения.

11.3. Локальные нормальные формы неявных дифференциальных уравнений в типичных особых точках. Теоремы Чибрарио и Давыдова.

## 12. Геодезические длины и действия

12. Геодезические как экстремали функционалов длины и действия. Особенности геодезических потоков в псевдоримановых метриках переменной сигнатуры.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дифференциальная геометрия и введение в теорию особенностей**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с применениями дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.

Знакомство студентов с двумя основными разделам теории особенностей (часто называемой также теорией катастроф) – теории особенностей гладких отображений и теории особенностей дифференциальных уравнений.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) теории особенностей;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении теории особенностей;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в этой области.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;



- современные проблемы применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- основные свойства соответствующих математических объектов.
- фундаментальные понятия применения теории особенностей;
- современные проблемы применения теории особенностей;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем теории особенностей;
- основные свойства математических объектов теории особенностей.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.
- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения теории особенностей;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- точно представить математические знания в области применения теории особенностей.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления (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 применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления, и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения теории особенностей;
- 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 применения теории особенностей.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Многообразия, Группы Ли и подгруппы Ли

1.1. Многообразия, два способа задания. Подмногообразия. Примеры многообразий: сфера, прямое произведение многообразий, тор, конфигурационное пространство классической системы, проективное пространство. Многообразия Грассмана и Штифеля. Плюкерововложение многообразия Грассмана в проективное пространство. Гиперповерхности второго порядка.

1.2. Группы Ли и подгруппы Ли. Классические группы Ли и матричные группы. Фактор-группы и локально изоморфные группы Ли. Линейное представление группы. Действие группы Ли на многообразии. Три действия группы Ли. G-многообразия и Эрлангенская программа Ф. Клейна. Орбиты, пространство орбит (модулей), однородные пространства. Применение – пространство шейпов Kendall'a.

#### 2. Однородные пространства Производные многообразия.

2.1. Однородные пространства. Групповое описание однородных пространств. Примеры однородных пространств: сфера, многообразия Грассмана и Штифеля, пространства флагов как однородные пространства классических компактных и комплексных групп. Матричные пространства. Орбиты группы Лоренца в пространстве Минковского и конформная геометрия сферы. Пространство шейпов треугольников.

2.2. Производные многообразия. Касательное и кокасательное расслоение многообразия. Два определения касательного вектора (вектора скорости). Алгебра Ли векторных полей и уравнения первого порядка. Поток векторного поля и полные поля. Тензорные расслоения и тензорные поля. Производная Ли и формула Лейбница. Примеры тензорных полей: риманова метрики и дифференциальные р-формы. Распределения и теорема Фробениуса. Геометрия джетов (функций и кривых).

#### 3. Геометрия зрения. Дифференциальные формы.

3.1. Геометрия зрения. Сигма- аппроксимация дифференциальной геометрии и мультимасштабная геометрия Кондеринка. Зрительные нейроны как фильтры. Одномерное распределение в зрительной коре V1 и джетов кривых.

3.2. Дифференциальные формы. Внешний дифференциал. Интегрирование дифференциальных форм. Теорема Стокса. Симплектические, контактные и Пуассоновы структуры. Примеры контактных, симплектических и Пуассоновых многообразий. Контактная структура на  $J^1(M, \mathbb{R})$  и  $T^*M$ , симплектическая структура на  $T^*M$ , Пуассонова структура на  $\mathfrak{g}^*$ . Гамильтонова механика.

#### 4. Риманова геометрия. Геометрия касательного и кокасательного расслоений

4.1. Риманова геометрия. Индуцированная метрика и связность  $n$ -поверхности  $M$  в  $\mathbb{R}^{n+k}$ . Вторая квадратичная форма и главные кривизны. Риманово многообразие и связность Леви-Чивита. Тензор кривизны и секционная кривизна. Тензор Риччи. Уравнение Эйнштейна. Разложение тензора кривизны. Пространства постоянной кривизны и их модели.

4.2. Геометрия касательного и кокасательного расслоений. Лагранжева и гамильтонова механика в инвариантном изложении.

#### 5. Параллельный перенос и группа голономии. Геометрия однородных пространств.

5.1. Параллельный перенос и группа голономии. Классификация групп голономии. Симметрические, келеровы и кватернионно келеровы многообразия. Главное расслоение ортонормальных реперов и связность Картана. Линейные связности. Кривизна и кручение линейной связности. Дифференциальные уравнения, ассоциированные с римановой метрикой и геометрический смысл решений.

5.2. Геометрия однородных пространств. Представление изотропии инвариантные геометрические структуры. Однородные римановы, симплектические и контактные многообразия.

#### 6. Информационная геометрия

6.1. Информационная геометрия. Дивергенция Кульбака-Лейблера и метрика Фишера-Рао. Однородные статистические и Гессиановы многообразия и левосимметрические алгебры. Однородные выпуклые конусы и области.

6.2. Субриманова геометрия и главные расслоения. Субримановы геодезические. Системы Чаплыгина и поля Янга-Миллса.

6.3. Полупростые группы и алгебры Ли и симметрические пространства.

#### 7. Вводная часть в теорию особенностей

7.1. Вводная часть: чем занимается теория особенностей. Лемма Адамара. Лемма Морса с параметрами (лемма о расщеплении особенности). Теорема деления и следствия из нее. Ряды Ньютона-Пуизё.

7.2. Критические точки функций нескольких переменных. Коранг и коразмерность особенности, формула произведения корангов. Критические точки корангов 1 и 2 – начало классификации Арнольда.

## 8. Формальные степенные ряды и гладкие функции

8.1. Формальные степенные ряды и гладкие функции. Лемма о представлении гладкой функции в виде суммы четной и нечетной части.

8.2. Алгебры, идеалы, факторалгебры. Локальная алгебра ростка отображения. Кратность ростков отображений и функций нескольких переменных. Теорема Тужрона.

## 9. Теорема Мальгранжа. Особенности отображений плоскости

9.1. Теорема Мальгранжа и некоторые следствия из нее.

9.2. Понятие право-левой эквивалентности отображений. Теорема Уитни об особенностях отображений плоскости на плоскость.

9.3. Особенности отображений плоскости на 3-мерное пространство. Зонтик Уитни. Неизолированные особенности: полукубическое ребро возврата, сложенный зонтик Уитни, ласточкин хвост.

## 10. Неявные дифференциальные уравнения

8. Неявные дифференциальные уравнения. Поднятие уравнения на поверхность. Преобразование Лежандра. Особенности интегральных кривых.

## 11. Локальные нормальные формы

11.1. Локальные нормальные формы векторных полей в вещественном и комплексном пространстве. Резонансы как препятствие линеаризации. Нормальная форма Пуанкаре-Дюлака.

11.2. Локальные нормальные формы векторных полей с неизолированными особыми точками. Инвариантные многообразия, принцип сведения.

11.3. Локальные нормальные формы неявных дифференциальных уравнений в типичных особых точках. Теоремы Чибрарио и Давыдова.

## 12. Геодезические длины и действия

12. Геодезические как экстремали функционалов длины и действия. Особенности геодезических потоков в псевдоримановых метриках переменной сигнатуры.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дополнительные главы аналитической механики**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с современным геометрическим подходом к задачам аналитической механики и теории возмущений.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение углубленных знаний в области гамильтоновой механики и классической теории возмущений;
- освоение геометрических методов гамильтоновой механики как механики на симплектических многообразиях;
- знакомство с основами КАМ-теории и теории возмущений Хори-Депри.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и законы в области гамильтоновой механики и классической теории возмущений;
- качественную геометрическую интерпретацию основных понятий и законов гамильтоновой механики;
- базовые сведения о КАМ-теории и теории возмущений Хори-Депри.

##### **уметь:**

- выводить с достаточной степенью строгости основные теоретические результаты гамильтоновой механики;
- визуализировать динамику гамильтоновой системы с помощью различных геометрических методов и техник;
- правильно и эффективно применять математические методы теории возмущений в прикладных задачах механики.

**владеть:**

- техникой представления движения возмущенной гамильтоновой системы в виде формальных асимптотических рядов;
- навыками численного моделирования механических систем с использованием программных средств MATLAB®;
- культурой поиска и обработки актуальной научной информации (статей, книг) на русском и английском языках в сети Интернет.

**Темы и разделы курса:****1. Классическая теория возмущений Пуанкаре-фон Цайпеля-Брауэра.**

Теория возмущений Пуанкаре для невырожденных систем. Разложение в формальные ряды. Метод Линдштедта-Пуанкаре. Метод разделения временных масштабов (мультимасштабный анализ).

Вырожденные системы. Проблема малых знаменателей. Теория фон Цайпеля-Брауэра. Осреднение. Вековые, долгопериодические, короткопериодические члены.

**2. Математические основы гамильтоновой механики.**

Дифференцируемые (гладкие) многообразия. Касательное пространство. Касательное расслоение. Дифференциальные  $k$ -формы. Симплектические многообразия. Алгебра Ли. Теорема Лиувилля о фазовом объеме. Теорема Пуанкаре о возвращении. Отображение Пуанкаре. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана. Универсальный интегральный инвариант Пуанкаре. Теорема Громова о несжимаемости.

Интегрируемые системы. Теорема Лиувилля-Арнольда об интегрируемых системах. Условно периодические траектории. Резонансные и нерезонансные частоты. Инвариантные торы. Переменные действие-угол. Теорема о среднем. Метод Биркгофа нормализации гамильтонианов.

**3. Основы теории возмущений Хори-Депри.**

Группы Ли. Инфинитезимальные канонические преобразования. Производные Ли. Ряды Ли. Обратные преобразования Ли. Рекурсивная формула Депри.

Ряды Ли в переменных действие-угол. Пертурбационные уравнения Хори. Вычисление членов высших порядков. Сравнение теории Хори-Депри с теорией Пуанкаре-фон Цайпеля-Брауэра.

**4. Основы теории Колмогорова-Арнольда-Мозера (КАМ).**

Проблема сходимости формальных рядов. Сохранение условно периодических движений при малом возмущении невырожденной системы. Теорема Колмогорова и ее расширение на случай вырожденных систем. Разрушение резонансных инвариантных торов невозмущенной задачи. Диффузия Арнольда. Оценка сверху для скорости диффузии (оценка Нехорошева).

**5. От лагранжева формализма к гамильтоновой механике.**

Обобщенные координаты и скорости. Классификация механических связей. Голономные связи. Уравнения Эйлера-Лагранжа для голономных систем. Лагранжиан.

Принцип наименьшего действия Гамильтона. Преобразование Лежандра. Обобщенные импульсы. Канонические уравнения Гамильтона. Первые интегралы. Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Производящая функция. Уравнение Гамильтона-Якоби.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дополнительные главы теории сложности**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов знаний об основных подходах к математическому уточнению интуитивного понятия алгоритм, их эквивалентности, о методах доказательства алгоритмической неразрешимости проблем, о способах оценки сложности выполнения алгоритмов, также изучение вопросов применения понятий и методов теории алгоритмов в математике и ее приложениях.

#### **Задачи дисциплины:**

- обучение студентов современным принципам анализа алгоритмической сложности задач, выявление особенностей практических задач и их использование для нахождения эффективного алгоритмического решения;

- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области анализа алгоритмической сложности задач в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные определения, понятия и проблемы теории алгоритмов.

##### **уметь:**

- применять математический аппарат теории алгоритмов для решения профессиональных задач.

##### **владеть:**

- аппаратом теории алгоритмов и основными подходами к оценке сложности выполнения алгоритмов.

#### **Темы и разделы курса:**



## 1. Теорема Разборова

Теорема Разборова о квадратичном разрыве между недетерминированной и детерминированной сложностями

## 2. Способы доказательства нижних оценок на размеры схем ограниченной глубины

Общие идеи. Вводные определения. Лемма о переключении, доказательство через лемму Разборова. Доказательство леммы Разборова. Получение оценок

## 3. Теорема Разборова-Смоленского

Теорема Разборова-Смоленского. Нижние оценки в теории сложности доказательств: метод узкого места, интерполяция. Нижние оценки для деревьев принятия решения. Нижние оценки в коммуникационной сложности. Трудности доказательства нижних оценок: естественные доказательства.

## 4. Естественные доказательства (NaturalProofs). Мотивация

Естественные доказательства (NaturalProofs). Мотивация. Примеры. Теорема Разборова-Рудича. Превращение доказательства теоремы Разборова-Смоленского в естественное.

## 5. PСP-теорема

PСP-теорема. Увеличение зазора: сведения CSP-задач к хорошим CSP-задачам, увеличение зазора для хороших CSP-задач. Понижение алфавита.

## 6. Экстракторы

Экстракторы. Существование экстракторов, экстракторы из блуждания по экспандеру. Экстракторы из универсального семейства хеш-функций.

## 7. Дерандомизация вычислений

Дерандомизация вычислений с ограничениями по памяти.

Дерандомизация не проще нижних оценок для схем, дерандомизация PIT, дерандомизация promise-MA

## 8. Псевдослучайный генератор

Псевдослучайный генератор Нисана-Вигдерсона.

Экстрактор Тревисана (из псевдослучайного генератора).

Повышение трудности с помощью кодов.

## 9. Теорема Вильямса

Теорема Вильямса и ее доказательство

## 10. Деревья принятия решений

Деревья принятия решений. Примеры вычисления сложности. Сертификатная сложность. Вероятностные деревья принятия решений. Нижние оценки для вероятностных деревьев с помощью MINMAX-теоремы для матричных игр. Чувствительность и блочная чувствительность.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дополнительные главы теории сложности**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов знаний об основных подходах к математическому уточнению интуитивного понятия алгоритм, их эквивалентности, о методах доказательства алгоритмической неразрешимости проблем, о способах оценки сложности выполнения алгоритмов, также изучение вопросов применения понятий и методов теории алгоритмов в математике и ее приложениях.

#### **Задачи дисциплины:**

- обучение студентов современным принципам анализа алгоритмической сложности задач, выявление особенностей практических задач и их использование для нахождения эффективного алгоритмического решения;

- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области анализа алгоритмической сложности задач в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные определения, понятия и проблемы теории алгоритмов.

##### **уметь:**

- применять математический аппарат теории алгоритмов для решения профессиональных задач.

##### **владеть:**

- аппаратом теории алгоритмов и основными подходами к оценке сложности выполнения алгоритмов.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Теорема Разборова

Теорема Разборова о квадратичном разрыве между недетерминированной и детерминированной сложностями

## 2. Способы доказательства нижних оценок на размеры схем ограниченной глубины

Общие идеи. Вводные определения. Лемма о переключении, доказательство через лемму Разборова. Доказательство леммы Разборова. Получение оценок

## 3. Теорема Разборова-Смоленского

Теорема Разборова-Смоленского. Нижние оценки в теории сложности доказательств: метод узкого места, интерполяция. Нижние оценки для деревьев принятия решения. Нижние оценки в коммуникационной сложности. Трудности доказательства нижних оценок: естественные доказательства.

## 4. Естественные доказательства (NaturalProofs). Мотивация

Естественные доказательства (NaturalProofs). Мотивация. Примеры. Теорема Разборова-Рудича. Превращение доказательства теоремы Разборова-Смоленского в естественное.

## 5. PСP-теорема

PСP-теорема. Увеличение зазора: сведения CSP-задач к хорошим CSP-задачам, увеличение зазора для хороших CSP-задач. Понижение алфавита.

## 6. Экстракторы

Экстракторы. Существование экстракторов, экстракторы из блуждания по экспандеру. Экстракторы из универсального семейства хеш-функций.

## 7. Дерандомизация вычислений

Дерандомизация вычислений с ограничениями по памяти.

Дерандомизация не проще нижних оценок для схем, дерандомизация PIT, дерандомизация promise-MA

## 8. Псевдослучайный генератор

Псевдослучайный генератор Нисана-Вигдерсона.

Экстрактор Тревисана (из псевдослучайного генератора).

Повышение трудности с помощью кодов.

## 9. Теорема Вильямса

Теорема Вильямса и ее доказательство

## 10. Деревья принятия решений

Деревья принятия решений. Примеры вычисления сложности. Сертификатная сложность. Вероятностные деревья принятия решений. Нижние оценки для вероятностных деревьев с помощью MINMAX-теоремы для матричных игр. Чувствительность и блочная чувствительность.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дополнительные главы теории сложности**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов знаний об основных подходах к математическому уточнению интуитивного понятия алгоритм, их эквивалентности, о методах доказательства алгоритмической неразрешимости проблем, о способах оценки сложности выполнения алгоритмов, также изучение вопросов применения понятий и методов теории алгоритмов в математике и ее приложениях.

#### **Задачи дисциплины:**

- обучение студентов современным принципам анализа алгоритмической сложности задач, выявление особенностей практических задач и их использование для нахождения эффективного алгоритмического решения;

- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области анализа алгоритмической сложности задач в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные определения, понятия и проблемы теории алгоритмов.

##### **уметь:**

- применять математический аппарат теории алгоритмов для решения профессиональных задач.

##### **владеть:**

- аппаратом теории алгоритмов и основными подходами к оценке сложности выполнения алгоритмов.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Теорема Разборова

Теорема Разборова о квадратичном разрыве между недетерминированной и детерминированной сложностями

## 2. Способы доказательства нижних оценок на размеры схем ограниченной глубины

Общие идеи. Вводные определения. Лемма о переключении, доказательство через лемму Разборова. Доказательство леммы Разборова. Получение оценок

## 3. Теорема Разборова-Смоленского

Теорема Разборова-Смоленского. Нижние оценки в теории сложности доказательств: метод узкого места, интерполяция. Нижние оценки для деревьев принятия решения. Нижние оценки в коммуникационной сложности. Трудности доказательства нижних оценок: естественные доказательства.

## 4. Естественные доказательства (NaturalProofs). Мотивация

Естественные доказательства (NaturalProofs). Мотивация. Примеры. Теорема Разборова-Рудича. Превращение доказательства теоремы Разборова-Смоленского в естественное.

## 5. PСP-теорема

PСP-теорема. Увеличение зазора: сведения CSP-задач к хорошим CSP-задачам, увеличение зазора для хороших CSP-задач. Понижение алфавита.

## 6. Экстракторы

Экстракторы. Существование экстракторов, экстракторы из блуждания по экспандеру. Экстракторы из универсального семейства хеш-функций.

## 7. Дерандомизация вычислений

Дерандомизация вычислений с ограничениями по памяти.

Дерандомизация не проще нижних оценок для схем, дерандомизация PIT, дерандомизация promise-MA

## 8. Псевдослучайный генератор

Псевдослучайный генератор Нисана-Вигдерсона.

Экстрактор Тревисана (из псевдослучайного генератора).

Повышение трудности с помощью кодов.

## 9. Теорема Вильямса

Теорема Вильямса и ее доказательство

## 10. Деревья принятия решений

Деревья принятия решений. Примеры вычисления сложности. Сертификатная сложность. Вероятностные деревья принятия решений. Нижние оценки для вероятностных деревьев с помощью MINMAX-теоремы для матричных игр. Чувствительность и блочная чувствительность.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Дополнительные главы теории сложности**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов знаний об основных подходах к математическому уточнению интуитивного понятия алгоритм, их эквивалентности, о методах доказательства алгоритмической неразрешимости проблем, о способах оценки сложности выполнения алгоритмов, также изучение вопросов применения понятий и методов теории алгоритмов в математике и ее приложениях.

#### **Задачи дисциплины:**

- обучение студентов современным принципам анализа алгоритмической сложности задач, выявление особенностей практических задач и их использование для нахождения эффективного алгоритмического решения;

- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области анализа алгоритмической сложности задач в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные определения, понятия и проблемы теории алгоритмов.

##### **уметь:**

- применять математический аппарат теории алгоритмов для решения профессиональных задач.

##### **владеть:**

- аппаратом теории алгоритмов и основными подходами к оценке сложности выполнения алгоритмов.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Теорема Разборова

Теорема Разборова о квадратичном разрыве между недетерминированной и детерминированной сложностями

## 2. Способы доказательства нижних оценок на размеры схем ограниченной глубины

Общие идеи. Вводные определения. Лемма о переключении, доказательство через лемму Разборова. Доказательство леммы Разборова. Получение оценок

## 3. Теорема Разборова-Смоленского

Теорема Разборова-Смоленского. Нижние оценки в теории сложности доказательств: метод узкого места, интерполяция. Нижние оценки для деревьев принятия решения. Нижние оценки в коммуникационной сложности. Трудности доказательства нижних оценок: естественные доказательства.

## 4. Естественные доказательства (NaturalProofs). Мотивация

Естественные доказательства (NaturalProofs). Мотивация. Примеры. Теорема Разборова-Рудича. Превращение доказательства теоремы Разборова-Смоленского в естественное.

## 5. PСP-теорема

PСP-теорема. Увеличение зазора: сведения CSP-задач к хорошим CSP-задачам, увеличение зазора для хороших CSP-задач. Понижение алфавита.

## 6. Экстракторы

Экстракторы. Существование экстракторов, экстракторы из блуждания по экспандеру. Экстракторы из универсального семейства хеш-функций.

## 7. Дерандомизация вычислений

Дерандомизация вычислений с ограничениями по памяти.

Дерандомизация не проще нижних оценок для схем, дерандомизация PIT, дерандомизация promise-MA

## 8. Псевдослучайный генератор

Псевдослучайный генератор Нисана-Вигдерсона.

Экстрактор Тревисана (из псевдослучайного генератора).

Повышение трудности с помощью кодов.

## 9. Теорема Вильямса

Теорема Вильямса и ее доказательство

## 10. Деревья принятия решений

Деревья принятия решений. Примеры вычисления сложности. Сертификатная сложность. Вероятностные деревья принятия решений. Нижние оценки для вероятностных деревьев с помощью MINMAX-теоремы для матричных игр. Чувствительность и блочная чувствительность.

## **Дополнительные главы теории управления нелинейными системами**

### **Цель дисциплины:**

формирование у студентов знаний и навыков работы с современными понятиями теории управления нелинейными динамическими системами.

### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области теории управляемых динамических систем;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории управляемых динамических систем;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области теории управляемых динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- фундаментальные понятия теории управляемых динамических систем;
- современные проблемы соответствующих разделов теории управляемых динамических систем;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть теории управляемых динамических систем;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические подходы и методы для решения типовых прикладных задач математической теории управляемых динамических систем.

#### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории управляемых динамических систем;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;

- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории управляемых динамических систем, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в теории управляемых динамических систем в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории управляемых динамических систем (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории управляемых динамических систем предметным языком теории управляемых динамических систем и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Распределения и кораспределения. Эквивалентность семейств векторных полей и эквивалентность систем Пфаффа.

Базисное семейство векторных полей распределения. Базисная система Пфаффа кораспределения. Двойственность распределения и кораспределения. Аффинные распределения и  $t$ -кораспределения.

Эквивалентность семейств векторных полей без отмеченного векторного поля и с отмеченным векторным полем. Простая эквивалентность систем Пфаффа и  $t$ -эквивалентность. Теорема Дарбу.

2. Категории управляемых динамических систем.

Морфизмы управляемых систем. Категория управляемых систем с морфизмами, не меняющими управления. Категория аффинных управляемых систем.

3. Эквивалентность и классификация управляемых систем.

Связь понятий эквивалентности семейств векторных полей, систем Пфаффа и управляемых систем. Классификация некоторых типов аффинных систем, в частности, применение теоремы Дарбу к задаче классификации аффинных управляемых систем, для которых число управлений равно  $n-1$ , где число  $n$  является размерностью фазового пространства.

4. Факторсистемы управляемых систем.

Факторизация управляемых систем в разных категориях. Связь с декомпозицией.

5. Подсистемы управляемых систем.

Сужение управляемых систем в разных категориях. Понижение размерности системы с помощью перехода к подсистеме.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Избранные главы механики космического полета**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление студентов с основными направлениями современных исследований в механике космического полета и полученными по этим направлениям результатами.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение углубленных знаний в области оптимального управления движением космических аппаратов в одиночном и групповом полете;
- освоение принципов и математических методов проектирования и оптимизации межпланетных траекторий, в том числе с использованием динамических эффектов задачи трех тел;
- знакомство с базовыми сведениями о перспективных технологиях бестопливного управления движением космических аппаратов и их применении в задачах орбитальной механики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории в области оптимального управления орбитальным движением космических аппаратов в одиночном и групповом полете;
- принципы и математические методы проектирования и оптимизации межпланетных траекторий, в том числе с использованием динамических эффектов задачи трех тел;
- базовые сведения о технологиях бестопливного управления движением космических аппаратов и их применении в задачах орбитальной механики.

##### **уметь:**

- получать оптимальные законы управления орбитальным движением космических аппаратов с двигателями большой и малой тяги;
- моделировать относительное движение космических аппаратов в групповом полете;

- разрабатывать алгоритмы импульсного и непрерывного поддержания спутниковых конфигураций;
- проектировать оптимальные траектории к небесным телам Солнечной системы, в том числе с использованием динамических эффектов задачи трех тел;
- моделировать движение космических аппаратов, оснащенных солнечным парусом или электродинамическим тросом.

**владеть:**

- техникой постановки и решения оптимизационных задач механики космического полета;
- навыками моделирования управляемого движения космических аппаратов с использованием программных средств MATLAB®;
- культурой поиска и обработки актуальной научной информации (статей, книг) на русском и английском языках в сети Интернет.

**Темы и разделы курса:**

1. Бестопливные способы управления орбитальным движением космических аппаратов.

Концепции солнечного паруса и светоотражающего баллона. Эволюция орбиты спутника с большой парусностью. Применение паруса/баллона для увода спутников с орбиты. Применение солнечного паруса в межпланетных перелетах. Некеплеровы орбиты. Миссия «Полярный смотритель» ("Pole-sitter").

Концепции электродинамического и электростатического тросов, их применение в задаче увода спутников с орбиты.

2. Оптимальное управление орбитальным движением космических аппаратов.

Необходимые условия оптимальности импульсных маневров. Понятие базис-вектора (primer vector). Геометрическая интерпретация необходимых условий оптимальности. Решение задачи перелета между близкими компланарными околокруговыми орбитами.

Типы двигателей малой тяги: идеально регулируемый, с постоянной скоростью истечения. Различные постановки оптимизационной задачи. Метод продолжения по параметру (гомотопии) для решения получающихся из необходимых условий оптимальности краевых задач.

Необходимые условия оптимальности при наличии ограничений на направление вектора тяги. Понятие одноосного управления (single-input control). Оптимальная одноосная коррекция плоскости орбиты.

3. Относительное движение космических аппаратов.

Концепция группового полета (formation flying). Типы спутниковых формаций: созвездия (constellations), кластеры (clusters), рои (swarms). Нелинейные уравнения относительного движения в декартовых координатах и орбитальных элементах. Линеаризованные

уравнения Хилла-Клоэсси-Уилтшира (Hill-Clohessy-Wiltshire) и Шонера-Хемпеля (Tschauner-Hempel).

Поддержание спутниковых конфигураций с помощью непрерывного или дискретного управления. Управление на основе функций Ляпунова. Линейно-квадратичный регулятор. Двухимпульсные маневры поддержания и реконфигурации формации. Ошибки исполнения маневров, способы их учета и уменьшения.

#### 4. Проектирование и оптимизация межпланетных траекторий.

Модель сопряженных конических сечений. Активные и пассивные гравитационные маневры. Маневры в глубоком космосе (deep space maneuvers). Резонансные траектории. Граф Тиссерана.

Низкоэнергетические перелеты к Луне в бикруговой задаче четырех тел. Баллистический захват. Межпланетная транспортная сеть (interplanetary transport network). Резонансные сближения. Граф Тиссерана-Пуанкаре.

#### 5. Регулярная и хаотическая динамика в ограниченной задаче трех тел.

Линеаризованные уравнения движения в окрестности коллинеарных точек либрации. Горизонтальные и вертикальные орбиты Ляпунова. Гало-орбиты. Квазипериодические орбиты. Инвариантные многообразия. Асимптотические и транзитные орбиты. Гомоклинические и гетероклинические траектории.

Уравнения движения в задаче Хилла. Двукратно осредненная задача Хилла. Механизм Лидова-Козаи. Замороженные орбиты (frozen orbits).



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Интеллектуальный анализ данных**

#### **Цель дисциплины:**

- получение студентами фундаментальных знаний в области своей прикладной деятельности, ознакомление с последними результатами научных исследований;
- обучение принципам подготовки научной магистерской диссертации и её презентации.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение студентами навыков подготовки научно-исследовательских проектов и презентаций;
- приобретение новейших знаний в области своей научно-исследовательской работы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- содержание научных публикаций по тематике своей магистерской диссертации;
- знать варианты теоретических концепций, которые могут быть положены в основу магистерской диссертации;
- знать особенности методологии и методики сбора и обработки соответствующих статистических данных.

##### **уметь:**

- обосновывать актуальность темы магистерской диссертации;
- давать развернутую характеристику ее замысла и программы исследований;
- объяснить, на каких фактографических и теоретических представлениях, а также статистических данных основывается магистерская диссертация;
- аргументированно объяснить, почему те или иные аспекты исходной исследовательской задачи не были рассмотрены в магистерской диссертации и как это сказалось на ее результатах.

**владеть:**

- культурой постановки и моделирования прикладных задач;
- навыками построения презентации материалов магистерской диссертации.
- навыками теоретического анализа реальных задач интеллектуального анализа данных.

**Темы и разделы курса:**

1. Ознакомление с основными результатами, представленными на последних научных конференциях в области интеллектуальных систем. Выступления студентов с докладами по результатам своей научной работы.

Краткое ознакомление с докладами последних научных конференций.

Доклады студентов.

2. Оформление магистерской диссертации.

Правила оформления магистерской диссертации.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Информационная безопасность**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основ информационной безопасности объектов

- как условия пребывания объектов в безопасном состоянии и защиты информации;
- как процесса достижения этого состояния.

Ознакомление студентов с организационными, техническими, алгоритмическими, интеллектуальными, и другими методами, и средствами защиты компьютерной информации, с законодательством и стандартами в этой области, с современными криптосистемами, в том числе с:

- основными понятиями и определениями информационной безопасности;
- угрозами, которыми подвергается информация;
- вредоносными программами.
- защитой от компьютерных вирусов и других вредоносных программ;
- политикой безопасности компании в области информационной безопасности;
- стандартами и моделями информационной безопасности;
- интеллектуальными методами защиты информации;
- криптографическими методами и алгоритмами шифрования информации;
- алгоритмами аутентификации пользователей;
- защитой информации в сетях;
- требованиями к системам защиты информации;
- перспективами и прогнозами развития систем информационной безопасности.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Сформировать взгляд на криптографию и защиту информации как на систематическую научно-практическую деятельность, носящую теоретический и прикладной характер.

2. Сформировать базовые теоретические понятия, лежащие в основе процесса защиты информации, включая модели возможных угроз, модели доступа к информации в информационных системах методы и основные положения теории защиты информации,
3. Дать представление о роли вычислительных систем и методов искусственного интеллекта в реализации алгоритмов и систем информационной безопасности, включая криптографические алгоритмы, автоматизацию работы по анализу трафика, обнаружению и распознаванию сетевых атак, перехвату и раскрытию шифров.
4. Научить практическим навыкам построения алгоритмов защиты информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, объекты информатизации, включая компьютерные, автоматизированные, телекоммуникационные и информационные системы, информационные ресурсы и информационные технологии в условиях существования угроз в информационной сфере;
- правовые основы защиты компьютерной информации, математические основы криптографии, организационные, технические и программные методы защиты информации в современных компьютерных системах и сетях, стандарты;
- технологии обеспечения информационной безопасности объектов различного уровня (система, объект системы, компонент объекта);
- процессы управления информационной безопасностью защищаемых объектов;
- модели и методы шифрования, методы идентификации пользователей, методы защиты программ от вирусов;
- основы инфраструктуры систем, построенных с использованием публичных и секретных ключей.

#### **уметь:**

- выполнять сбор и анализ исходных данных для проектирования систем защиты информации; выявлять источники, риски и формы атак на информацию;
- разрабатывать политику информационной безопасности компании;
- практически применять модели доступа к информации, криптографические модели защиты информации, идентификацию и аутентификацию пользователей;
- комплексно применять методы и алгоритмы для расчета систем обеспечения информационной безопасности; проводить сравнительный анализ, выбирать методы и средства, оценивать уровень защиты информационных ресурсов в прикладных системах;
- прогнозировать основные направления развития методов и средств защиты информации, прогнозировать развитие вредоносного программного обеспечения;
- проводить анализ рынка компьютерной защиты.

**Владеть:**

- методами постановки и решения задач и методами обработки результатов расчетов;
- навыками самостоятельной аналитической работы и работы на современной вычислительной технике;
- методами математического моделирования сложных нелинейных систем и процессов.

**Темы и разделы курса:**

1. Информация. Определение и основные свойства. Предметные направления защиты информации. Политика информационной безопасности. Теоретические исследования и постановка задач защиты информации в компьютерных сетях.

Стандарты на информационную безопасность. Виды угроз информационной безопасности. Три составляющих национальной безопасности. Информационно-коммуникационная безопасность. Защита информации и компьютерная безопасность

Внутренние и внешние угрозы.

Классификация уязвимостей облачных вычислений.

Анализ состояния исследований в области защиты вычислений.

Патенты, стандарты и руководства обеспечения безопасности вычислений.

Обзор существующих решений в области информационной безопасности ориентированных на использование облачных технологий.

Специфика систем безопасности облачных систем.

Сравнительный анализ существующих в России и за рубежом исследований в области интеллектуальных методов выявления сетевых атак с предлагаемыми решениями.

Распознавание аномалий как задача распознавания образов.

2. Криптоанализ. Идентификация и аутентификация. Прогнозы развития вредоносного программного обеспечения. Анализ рынка компьютерной защиты.

Криптоанализ – как исследование возможности расшифровки без знания ключей.

Симметричные криптосистемы. Криптоанализ классических шифров.

Шифр столбцовой перестановки. Шифр двойной перестановки. Шифр простой замены. Шифр Виженера.

Методы обработки и распознавания биометрической информации.

Проблема аутентификации данных и электронная цифровая подпись. Однонаправленные хэш-функции. Алгоритм безопасного хэширования SHA. Однонаправленные хэш-функции на основе симметричных блочных алгоритмов. Отечественный стандарт хэш-функции.

Электронная подпись на основе алгоритма RSA. Алгоритм цифровой подписи Эль-Гамала (EGSA). Алгоритм цифровой подписи DSA. Отечественный стандарт цифровой подписи.

Прогноз развития вредоносного программного обеспечения. Анализ рынка компьютерной защиты. Ценовая конкуренция: расчет цены. Неценовая конкуренция: управление качеством. Регрессионные модели. Модель ухудшающего отбора. Выход на рынок: swot-анализ.

Сценарии развития рынка. Оценка вмененной стоимости системы защиты. Противодействие атакам: управление риском.

Расчет стоимости системы защиты от сетевых атак. Проведение маркетинговых исследований.

3. Модели безопасности. Языки описания сетевых атак. Автоматные модели сетевых атак.

Интеллектуальные методы автоматизированного обнаружения и предотвращения распределенных сетевых атак. Особенности защиты современных систем облачных вычислений.

Алгоритмическое и программное обеспечение систем обнаружения и предотвращения распределенных сетевых атак.

Нейроны и искусственные нейронные сети. Применение нейронных сетей для распознавания типов сетевых атак и прогнозирования.

Классификаторы.

Метод опорных векторов. Метод МГУА.

Метод дискриминантной функции.

Экспертные системы. Корреляционный анализ. Сигнатурный анализ. Продукции. Метод динамических порогов. Деревья решений. Построение комитетов классификаторов

Средства и задачи защиты систем облачных вычислений. Исследовательский стенд для моделирования систем облачных вычислений.

Сравнительный анализ интеллектуальных методов, используемых в системе.

Разработка и реализация основных алгоритмов обнаружения и предотвращения распределенных сетевых атак.

Компоненты программной системы.

Программные сетевые сенсоры сбора информации о сетевых пакетах данных.

Модуль корреляционного анализа. Модуль принятия решения на основе методов искусственного интеллекта для обработки данных от сетевых сенсоров. Модуль управления компонентами средств обнаружения атак. Модуль реакции на обнаруженные атаки и вторжения. Модуль хранения настроек, событий и базы данных ЭО ИПС.

Проведение экспериментальных исследований по обнаружению и предотвращению распределенных сетевых атак.

Соответствие методики экспериментальных исследований международным и тестовым наборам.

Формальное моделирование политики безопасности и криптография. Защита информации путем ее преобразования (криптология: криптографию и криптоанализ). Криптография – как поиск и исследование математических методов преобразования информации.

Криптосистемы с открытым ключом. Системы электронной подписи. Управление ключами.

Шифрование с закрытым ключом: перестановка, подстановка или замена, гаммирование, шифрование с помощью аналитических преобразований.

Алгоритмы шифрования.

Системы DES, DEA как системы шифрования с закрытым ключом.

Шифрование с открытым ключом. Пара ключей – открытый и закрытый. Системы шифрования с открытым ключом – система RSA и другие.

4. Принципы построения систем выявления сетевых атак. Анализ видов современных сетевых атак и способов их обнаружения. Анализ трафика и выделение информативных признаков сетевых атак.

Исследования и принципы защиты облачных вычислений компании IBM

Исследования и принципы обеспечения безопасности компании Microsoft

Исследования и принципы обеспечения безопасности. Данные PCMagazine

Принципы обеспечения защиты от DoS и DDoS атак на основе мультиагентных технологий. Механизмы защиты. Агентный подход к защите атак

Сетевые атаки, использующие уязвимость протоколов передачи данных

Почтовая бомбардировка. Атаки с подбором пароля. Вирусы, почтовые черви и «тройские кони». Сетевая разведка (сканирование портов). Сниффинг пакетов. IP-спуфинг. IP-Hijacking. Атака на типа «отказ в обслуживании». Атака типа MITM. Внедрение ложного DNS-сервера. Другие виды атак

Сетевые атаки, использующие уязвимости операционных сетей

Возможности манипуляций с ядром операционной системы. Слабая аутентификация. «Активные» данные, Неразвитые средства мониторинга и управления.

Сетевые атаки, использующие уязвимости прикладного программного обеспечения.

Переполнение буфера. Некорректные значения параметров. Проблемы со спецификацией формата строк. Проблемы, связанные с многозадачностью. Уязвимости Java-машины. Способы противодействия атакам на прикладное программное обеспечение.

Алгоритмические средства обнаружения сетевых аномалий

Принципы моделирования и анализа сетевых атак на обычные вычисления

Анализаторы сетевого трафика. Построение системы мониторинга аномальной сетевой активности. Архитектура нейросетевого модуля сетевых атак. Общие требования к модулю нейросетевого мониторинга сетевых атак.

Реализация механизма выделения информативных признаков

Использование базы данных KDD-99 для моделирования. Классификация и выделение признаков атак. Программные средства выделения признаков атак.

Применение искусственных нейронных сетей и метрик для классификации атак.

Обобщенный подход. Тестирование однослойного персептрона. Тестирование нейронной сети Кохонена. Эксперименты с использованием метрики Евклида-Махаланобиса. Эксперименты на репрезентативной выборке. Моделирование сетевых атак на облачные вычисления.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Искусственный интеллект в космических системах**

#### **Цель дисциплины:**

– освоение студентами основных понятий и методов в области искусственного интеллекта и изучение способов применения этих понятий и результатов теории в задачах механики космического полета.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области искусственного интеллекта и машинного обучения;
- обучение студентов возможностям применения методов искусственного интеллекта и машинного обучения к задачам проектирования космических систем и задачам механики космического полета;
- формирование более общих и рациональных подходов к выполнению студентами исследований в области анализа и управления движением космических объектов в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовые понятия из области искусственного интеллекта;
- математические основы машинного обучения;
- методы машинного обучения для решения задач механики космического полета;
- проблематику и базовые методы глубокого обучения;
- технологии с искусственным интеллектом для современных космических систем.

##### **уметь:**

- ставить задачу машинного обучения в типичных случаях из механики космического полета;
- аргументировать выбор тех или иных алгоритмов обучения;

проектировать архитектуру космических систем с искусственным интеллектом на основе рассмотренных в курсе примеров.

**владеть:**

- методами анализа качества машинного обучения;
- навыками использования библиотек для машинного обучения на языке Python;
- культурой поиска и обработки актуальной научной информации (статей, книг) на русском и английском языках в сети Интернет.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы искусственного интеллекта

Понятие «искусственный интеллект», история развития области. Функциональная структура системы ИИ. Представление знаний. Экспертные системы. Логическое программирование, функциональные языки. Языки Prolog и Lisp. Нейронные и нейроподобные сети. Машинное обучение, три вида обучения и типичные задачи.

2. Математические основы методов машинного обучения

Схема статистического обучения, минимизация эмпирического риска, вероятно почти корректное обучение, достаточные условия обучаемости. VC-размерность. Алгоритмы обучения. Переобучение и недообучение. Теорема об отсутствии бесплатных завтраков. Регуляризация. Гиперпараметры и контрольные наборы. Оценки, смещение и дисперсия. Оценка максимального правдоподобия. Байесовская оценка. Алгоритмы обучения с учителем: вероятностное обучение с учителем, метод опорных векторов и др. Онлайнное обучение. Понижение размерности. Стохастический градиентный спуск. Построение алгоритма машинного обучения. Проблемы, требующие глубокого обучения. Методы обучения с подкреплением: PPO, DDPG, A2C и др. Метаобучение с подкреплением.

3. Глубокое обучение

Глубокие сети прямого распространения. Регуляризация в глубоком обучении. Оптимизация в обучении глубоких моделей. Показатели качества. Крупномасштабное глубокое обучение.

4. Практика решения задач машинного обучения на языке Python

Основы синтаксиса языка Python, виртуальные среды. Библиотеки NumPy, Matplotlib, Scikit-learn, PyTorch, Tensor Flow. Примеры построения pipeline для разных задач.

5. Приложения ИИ к задачам механики космического полета

Интеграция управления, навигации и наведения в задачах посадки спускаемого модуля на поверхность небесного тела. Аппроксимация оптимальной функции управления орбитальным движением аппарата с малой тягой. Методы взаимодействия с некооперирующими спутниками. Нейросетевые технологии в задачах обработки спутниковых изображений. Интеллектуальные системы управления стойкостью аппарата к электрофизическим воздействиям. Технологии управления многоспутниковыми

группировками. Проактивное управление жизненным циклом космических средств. Современные аппаратные средства для построения интеллектуальных систем бортового комплекса управления.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Искусственный интеллект**

#### **Цель дисциплины:**

Получение первичных профессиональных умений и опыта в области разработки игр через создание собственного игрового проекта путём использования различных навыков и инструментов, приобретённых в рамках обучения.

#### **Задачи дисциплины:**

Перед студентами ставятся следующие задачи:

- изучение предметной области;
- изучение процессов разработки игровых проектов;
- освоение методов создания игровых проектов;
- подготовка отчета по результатам практики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы создания игровых проектов;
- принципы командной разработки;
- основные этапы разработки игр;
- правила оформления результатов практической деятельности.

##### **уметь:**

- проводить обзор имеющегося материала для решения поставленной задачи;
- использовать выбранный метод или сочетать различные методы в решении поставленной задачи;
- применять современные методы сбора и обработки данных;
- разбивать поставленную задачу на несколько этапов;

- намечать сроки выполнения этапов и задачи в целом;
- строить деятельность на основе выполнения технологических требований и нормативов;
- оформлять и предоставлять результаты выполненной работы в соответствии с изначальной постановкой задачи, а также самостоятельно оценивать статус прогресса по достижению цели.

**владеть:**

- методами разработки игровых приложений;
- основными инструментами по разработке игровых проектов;
- навыками анализа технической информации в области игровых дисциплин.

**Темы и разделы курса:**

1. Финализация прототипа

Программирование игры на одном из известных игровых движков, либо на собственном фреймворке. Проработка геймплея. Создание первой полноценной версии игры в виде программного приложения.

2. Анализ результата

Обработка данных и анализ полученных результатов.

3. Подготовка отчёта проекта

Подготовка отчета по проектной работе, выступление на заседании Центра. Демонстрация работы приложения.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Испанский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне А1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;

- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

### **Темы и разделы курса:**

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

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

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

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

Фонетика: правила чтения и постановки ударения. Интонация.

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

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

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

Грамматика: имя прилагательное, артикль, числительные.

Фонетика: правила чтения (продолжение), интонация.

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

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

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

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

#### 4. Генеалогическое дерево. Семья.

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

## 7. Одежда. Мода. Проблемы потребления.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Испанский язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

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

## Темы и разделы курса:

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

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

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

Грамматика/фонетика: глагол *ser*. Гласные/согласные звуки. Ударение. Порядок слов, интонация в предложении. Дифтонги. Случаи ассимиляции звуков. Род и число существительного. Определенный артикль. Указательные местоимения. Спряжение глагола *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: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Испанский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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



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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

**владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет - технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 4. История Испании и Латинской Америки

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

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

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

#### 5. Здоровоохранение в Испании

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

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

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

#### 6. Реклама и СМИ

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

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

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

#### 7. Традиции и обычаи

Коммуникативные задачи: рассказать/расспросить о национальных традициях и обычаях. Ориентация в аэропорту: регистрация на рейс, обсуждение условий перелета, сдача багажа, поиск утерянного багажа, условия провоза ручной клади. Передать информацию при помощи жестов. Свободное времяпрепровождение.

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

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

## 8. Средства коммуникации

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

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

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

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Испанский язык (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

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

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;

- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; когнитивными стратегиями для изучения иностранного языка; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- современными техническими средствами и технологиями получения и обработки информации при изучении иностранного языка.

### **Темы и разделы курса:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5. Здоровье и заболевания. Предупреждения и советы.

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лексика: романтические отношения. Настроение. Характер.

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

## 10. Форматы и цели сообщений

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

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

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

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

## 11. Информация и степень уверенности

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

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

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

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **История и методология информатики и вычислительной техники**

#### **Цель дисциплины:**

- Подготовка студента к успешной работе в области естественнонаучного направления на основе гармоничного сочетания научной, фундаментальной и профессиональной подготовки кадров;
- создание условий для овладения универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда;
- формирование социально-личностных качеств выпускников: целеустремленность, организованность, трудолюбие, коммуникабельность, умение работать в коллективе, ответственность за конечный результат своей профессиональной деятельности, гражданственность, толерантность; повышение их общей культуры, способности самостоятельно приобретать и применять новые знания и умения;
- рассмотрение принципов и методов изучения информатики; изучение программных средств, предназначенных для реализации на компьютере информационных технологий; подготовка студентов в области применения современной вычислительной техники для решения практических задач обработки данных, математического моделирования: получение высшего профессионального (на уровне бакалавра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных компьютерных технологий.

#### **Задачи дисциплины:**

- Определить роль и место прикладной математики и информатики в истории развития цивилизации;
- создать представление о том, как возникали и развивались математические методы, понятия, идеи, как исторически складывались математические теории;
- выяснить характер и особенности развития математики у отдельных народов в определенные исторические периоды;
- оценить вклад, внесенный в математику великими учеными;
- проанализировать исторический путь математических дисциплин, их связь с потребностями людей и задачами других наук.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

### **знать:**

- Основные этапы развития вычислительной техники, историю развития языков;
- программирования, логические основы информатики, иметь представление о формализации;
- знаний, развитие науки "Кибернетика", предмета «Информатики» и развитие методов;
- обучения в информатике.

### **уметь:**

- Классифицировать разделы информатики; анализировать исторические сведения;
- использовать компьютерные информационные технологии для обработки разных видов информации.

### **владеть:**

- Методологическим аппаратом науки информатики.

### **Темы и разделы курса:**

1. История прикладной математики.

Математика в древности.

Возникновение первых математических понятий

Страны Востока. Египет

Математики Греции. Пифагор. «Начала» Евклида. Творчество Архимеда

Математика в средние века.

Математика Востока

Математика в Европе. Период упадка в науке

Эпоха Возрождения. Достижения в алгебре

Математика после эпохи Возрождения. Математика и астрономия

Творчество Ньютона и Лейбница

Эйлер и математика в России

Математика XIX века.

Творчество Ж. Фурье, О. Коши, К. Гаусса, А. Пуанкаре

Достижения Российской академии наук и российских ученых: П. Л. Чебышева, А. А. Маркова и А. М. Ляпунова

Развитие вычислительной математики.

Решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Решение задач линейной алгебры

Численное дифференцирование и интегрирование

Интерполирование. Равномерные и среднеквадратичные приближения функций

Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений

Математические модели.

Модели Солнечной системы

Модели механики сплошной среды

Простейшие модели в биологии

2. История вычислительной техники.

Доэлектронная история вычислительной техники.

Системы исчисления. Абак и счеты

Логарифмическая линейка

Арифмометр. Вычислительные машины Бэббиджа

Табулятор Холлерита. Счетно перфорационные машины

Электромеханические и релейные машины К. Цузе. Проект MARK 1

Аналоговые вычислительные машины

Первые компьютеры.

ENIAC, EDSAC, МЭСМ

Роль первых ученых – разработчиков компьютеров

Развитие элементной базы, архитектуры и структуры компьютеров.

Поколения ЭВМ

Семейства машин IBM 360/370, машины DEC

Отечественные ЭВМ серий БЭСМ, «Мир», «Урал», «Минск», «Сетунь»

Семейства ЕС ЭВМ, СМ ЭВМ и «Электроника»

Отечественные ученые – разработчики ЭВМ

Развитие параллелизма.

Векторно конвейерные ЭВМ «Cray 1» и другие ЭВМ С. Крея

Многопроцессорные ЭВМ

Вычислительные кластеры. Рейтинг «Топ 500»

Отечественные многопроцессорные вычислительные комплексы

Системы и устройства обработки «больших данных»

Персональные компьютеры.

Персональные компьютеры и рабочие станции. CISC и RISC архитектуры

Компьютерные сети. Сети с коммутацией каналов, локальные вычислительные сети.

Сетевые протоколы и сетевые услуги

Основные области применения компьютеров.

История математического моделирования и вычислительного эксперимента (А. А. Самарский, М. В. Келдыш, И. М. Гельфанд).

Роль применения отечественных компьютеров в атомных и космических программах

История автоматизированных систем управления промышленными предприятиями

История систем массового обслуживания («Сирена», «Экспресс»)

Компьютерные эксперименты в биологии и химии (А. М. Молчанов, Э. Э. Шноль)

3. История программного обеспечения.

Этапы развития программного обеспечения.

Развитие теории программирования

Библиотеки стандартных программ. Ассемблеры

Языки и системы программирования

Операционные системы

Системы управления базами данных и пакеты прикладных программ

Ведущие мировые ученые

Ведущие отечественные ученые и организаторы разработок программного обеспечения: А. А. Ляпунов, М. Р. Шара Бура, С. С. Лавров, А. П. Ершов, Е. Л. Ющенко, Л. Н. Королев, В. В. Липаев, И. В. Поттосин, Э. З. Любимский, В. П. Иванников, Г. Г. Рябов, Б. А. Бабаян

Языки и системы программирования.

Первые языки: Фортран, Алгол 60, Кобол, Лисп

Языки Н. Вирта: Паскаль, Модула, Оберон

Отечественные языки программирования: РЕФАЛ, Алгоритмический язык

История развития объектно ориентированного программирования. Simula и SmallTalk

Компилируемые и интерпретируемые языки программирования. Виртуальные машины Java и .NET

Операционные системы.

Системы «Автооператор»

Мультипрограммные (пакетные) операционные системы

Системы с разделением времени, системы реального времени

Операционные системы для БЭСМ 6, ЕС ЭВМ

История системы UNIX и ее клонов

Прикладное программное обеспечение.

Системы управления базами данных

Системы, основанные на знаниях (искусственный интеллект)

Графические пакеты

Машинный перевод

Защита информации.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **История, философия и методология естествознания**

#### **Цель дисциплины:**

приобщить студентов к историческому опыту мировой философской мысли, дать ясное представление об основных этапах, направлениях и проблемах истории и философии науки, способствовать формированию навыков работы с предельными вопросами, связанными с границами и основаниями различных наук и научной рациональности, овладению принципами рационального философского подхода к процессам и тенденциям развития современной науки.

#### **Задачи дисциплины:**

- систематизированное изучение философских и методологических проблем естествознания с учетом историко-философского контекста и современного состояния науки;
- приобретение студентами теоретических представлений о многообразии форм человеческого опыта и знания, природе мышления, соотношении истины и заблуждения;
- понимание роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники и связанные с ними современные социальные и этические проблемы, умение различать исторические типы научной рациональности, знать структуру, формы и методы научного познания в их историческом генезисе, современные философские модели научного знания;
- знакомство с основными научными школами, направлениями, концепциями, с ролью новейших информационных технологий в мире современной культуры и в области гуманитарных и естественных наук;
- понимание смысла соотношения биологического и социального в человеке, отношения человека к природе, дискуссий о характере изменений, происходящих с человеком и человечеством на рубеже третьего тысячелетия;
- знание и понимание диалектики формирования личности, ее свободы и ответственности, своеобразия интеллектуального, нравственного и эстетического опыта разных исторических эпох.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- структуру естественных и социо-гуманитарных наук, специфику их методологического аппарата;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- основы современной научной картины мира, базовые принципы научного познания и ключевые направления междисциплинарных исследований;
- концепции развития науки и разные подходы к проблеме когнитивного статуса научного знания;
- проблему материи и движения;
- понятия энергии и энтропии;
- проблемы пространства–времени;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- великие научные открытия XX и XXI веков;
- ключевые события истории развития науки с древнейших времён до наших дней;
- взаимосвязь мировоззрения и науки;
- проблему формирования мировоззрения;
- систему интердисциплинарных отношений в науке, проблему редукционизма в науке;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- о Вселенной в целом как физическом объекте и ее эволюции;
- о соотношении порядка и беспорядка в природе, о проблемах нелинейных процессов и самоорганизующихся систем;
- динамические и статистические закономерности в природе;
- о роли вероятностных описаний в научной картине мира;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания для создания технических устройств;
- особенности биологической формы организации материи, принципы воспроизводства и развития живых систем;
- о биосфере и направлении ее эволюции.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, гипотезы, доказательства, законы;
- применять методологию естествознания при организации конкретных исследований;
- дать панораму наиболее универсальных методов и законов современного естествознания.

**владеть:**

- научной методологией как исходным принципом познания объективного мира;
- принципами выбора адекватной методологии исследования конкретных научных проблем;
- системным анализом;
- знанием научной картины мира;
- понятийным и методологическим аппаратом междисциплинарных подходов в науке.

**Темы и разделы курса:****1. Возникновение и развитие науки на Западе и на Востоке**

Проблема возникновения науки в древности. Рецептурный и прикладной характер знания на Древнем Востоке. Рождение философии. Научные программы Платона, Аристотеля и Демокрита. Зарождение античной науки: математика, физика, астрономия и биология. Проблема социальной организации античной науки. «Мусический» культ и научно-философские школы. Александрийский Мусейон и дальнейшее развитие эллинистической науки. Наука Древнего Рима. Арабская средневековая наука.

Наука в Европе в Средние века. Христианство и наука Спор веры и разума. Переосмысление античного наследия. Средневековый эмпиризм. Николай Кузанский и понятие бесконечности. Мировоззренческий поворот эпохи Возрождения.

Возникновение науки Нового времени: основные концепции и ключевые персоналии. Ключевые исследовательские программы новоевропейской науки. Триумф ньютоновской физики и становление математического естествознания. Центральные теоретические постулаты и методы классического естествознания.

**2. Методология научного и философского познания**

Познание как философская проблема. Природа, основание и условия познания. Основные понятия: истина и ее критерии, истина и мнение, истина/заблуждение/ложь. Различные концепции истины. Чувственное и рациональное познание. Деление познавательных способностей (чувственность, рассудок, разум, понятие интеллектуальной интуиции). Субъект и объект познания. Возможности и границы познания.

Период метафизики (XVII–XVIII вв.). Спор рационализма и эмпиризма

Рационалистическое направление: метод дедукции и понятие интеллектуальной интуиции в философии Декарта и Спинозы. Декартовский пробабиллизм. Теория врожденных идей. Учение Лейбница об „истинах факта“ и „истинах разума“, о видах знания, об анализе и синтезе. Рационалистическая трактовка тезиса о соответствии бытия и мышления.

Традиция английского эмпиризма: бэконовское учение об опыте, о роли индукции, об „идолах“ познания. Локковская модель научного познания. Тезис Беркли: быть — значит

быть воспринимаемым. Юмовский скептицизм и психологизм, критика понятия причинности.

Кантовское решение проблемы познания. Постановка вопроса о возможности познания. Пространство и время как формы чувственности. Конструирование предметности в процессе познания. Разум как законодатель. Специфика кантовского понимания мышления. Критика возможности сверхчувственного познания. Понятие „вещи в себе“. Антиномии разума.

Трактовка познания в неокантианстве. Марбургская и баденская школы неокантианства. Неокантианская разработка теории познания. Деление наук на номотетические и идиографические. Проблема ценностей в Баденской школе.

Логический позитивизм и «лингвистический поворот».

Гносеологические вопросы в философии новейшего времени. Ф. Ницше: познание как выражение „воли к власти“. Разум и интуиция в философии А. Бергсона. Природа познания и понимание истины в позитивизме и прагматизме. Теория познания в русской философской традиции: интуитивизм Н. Лосского. Отказ от идеи репрезентации у Д. Дьюи, Л. Витгенштейна, М. Хайдеггера.

Логическая критика позитивизма К. Поппером: проблемы индукции и демаркации; принцип фальсификации; отношение к истине. Концепция роста науки К. Поппера: фаллибилизм и теория правдоподобия. Развитие современной космологии и физики элементарных частиц.

Историческая критика позитивизма. Существуют ли „решающие эксперименты“? Тезис о „несоизмеримости теорий“. Куновская модель развития науки: научное сообщество и научная парадигма, „нормальная“ и „аномальная“ фазы в истории науки. Модель исследовательских программ И. Лакатоса: „жесткое ядро“ и „защитный пояс гипотез“; „прогрессивный сдвиг проблем“ как критерий отброса исследовательских программ. Исторический релятивизм П. Фейерабенда. Спор реализма и антиреализма в современной философии науки. Социологизация современной философии науки. Спор о модели «внешней» и «внутренней» истории Лакатоса. Место лаборатории в науке. Взаимоотношения науки и техники во второй половине XX – начале XXI в.

Структура естественно-научного знания. Место математики и измерений. Место оснований и теорий явлений. Место методологических принципов.

Взаимоотношение науки и техники. Происхождение техники и ее сущность. Проблема научно-технического прогресса. Этические проблемы современной науки. Формы сочетания науки и техники в XX в.

### 3. Современная философия о проблемах естественнонаучного знания

Понятие динамических и статистических закономерностей и вероятности как объективной характеристики природных объектов. Место принципов симметрии и законов сохранения.

Синергетика, самоорганизация и соотношение порядка и беспорядка. Модель глобального эволюционизма.

#### 4. Современная философия о проблемах естественнонаучного знания

Особенности наук о живом. Вопрос о редукции биологии и химии к физике. Противоречия между природой и человеком в наши дни. Глобальные проблемы современной цивилизации, возможности экологической катастрофы. Биосфера, ноосфера, экология и проблема устойчивого развития.

Междисциплинарные подходы в современной науке.

#### 5. Современная философия о проблемах социального и гуманитарного знания

Гуссерлевская критика психологизма в логике. Феноменология как строгая наука. Истина и метод: от разума законодательствующего к разуму интерпретирующему; Г.-Р. Гадамер, П. Рикер и др. «Философия и зеркало природы»: Р. Рорти.

Философская антропология (Шелер, Гелен). Структурализм (Л. Леви-Брюль, К. Леви-Строс и др.); постструктурализм (Р. Барт, М. Фуко и др.). Фундаментальная онтология М. Хайдеггера. Герменевтика Х. Гадамера.

#### 6. Наука, религия, философия

Религия и философское знание. Ранние формы религии. Многообразие подходов к проблемам ранних религиозных форм: эволюционизм (У. Тейлор), структурализм (Леви-Брюль, Леви-Строс), марксизм.

От мифа к логосу: возникновение греческой философии, противопоставление умозрительного и технического. Натурфилософия, онтология, этика, логика. Гармония человека и природы в древневосточной философии. Человек и природа в традиции европейской культуры. Эволюция европейской мысли от “фюсис” античности — к “природе” и “материи” Нового Времени.

Наука Нового времени как наследница греческой натурфилософии. Натурфилософские традиции прошлого и современные философские и научные подходы к пониманию природы, отношений человека и природы.

Взаимоотношение мировых религий с философией и наукой. Решение проблем соотношения веры и разума, свободы воли и предопределенности в различных ветвях христианства и в исламе. Проблема возможности существования религиозной философии. Религиозно-философские концепции немецких романтиков (Ф. Шлейермахер). Религиозная философия С. Кьеркегора. Границы существования религиозной философии в рамках католицизма (неотомизм), протестантизма, православия. Русская религиозная метафизика.

#### 7. Проблема кризиса культуры в научном и философском дискурсе

Культ разума и идея прогресса эпохи Просвещения и антипросвещенческие иррационалистические течения конца XIX и вв. С. Кьеркегор, А. Шопенгауэр, Ф. Ницше.

3. Фрейд, его последователи и оппоненты. Учение о коллективном бессознательном К.Г. Юнга.

Антициентизм и кризис культуры. Марксизм советский и западный, переосмысление марксистского наследия в творчестве представителей Франкфуртской школы социологии (М. Хоркхаймер, Т. Адорно, Г. Маркузе, Ю. Хабермас). Экзистенциализм (Ж.-П. Сартр, А. Камю, К. Ясперс), его основные проблемы и парадоксы. Философский постмодерн (Лиотар, Бодрийар, Делез и др.). Образ философии и ее истории в современных философских дискуссиях.

#### 8. Наука и философия о природе сознания

Феномен сознания как философская проблема. Знание, сознание, самосознание. Реальное и идеальное. Бытие и сознание. Сознание–речь–язык. Вещь–сознание–имя. Сверхсознание–сознание–бессознательное. Принцип тождества бытия и мышления (сознания): от элеатов до Г. Гегеля. Сознание и самосознание в философии Г. Гегеля. Проблематика сознания у философов XIX-XX вв.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Квазилинейные уравнения в моделях распространения новых технологий**

#### **Цель дисциплины:**

Способность применять математический аппарат квазилинейных уравнений, модифицировать математические модели распространения новых технологий, а также интерпретировать полученные математические результаты при решения задач в области профессиональной деятельности

#### **Задачи дисциплины:**

- дать студентам представление о теории квазилинейных уравнений, в приложениях к моделированию распространения новых технологий;
- научить пониманию и использованию математического языка квазилинейных уравнений при моделировании технологического прогресса;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

современные методы математического моделирования распространения новых технологий и основанные на них современные программные продукты, необходимые для исследований.

##### **уметь:**

применять современный инструментарий квазилинейных уравнений для математического моделирования;

##### **владеть:**

методикой и методологией проведения математического моделирования технологического прогресса; навыками самостоятельной исследовательской работы.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Введение в теорию квазилинейных уравнений**

Уравнения первого порядка. Законы сохранения. Связь с уравнениями Гамильтона-Якоби. Вязкое решение. Формула Лакса-Олейник. Формула Хопфа. Обобщённые решения. Ударные волны и волны разрежения. Условия Ренкина-Гюгонио. Энтропийные условия. Асимптотика решений задачи Коши в случае Хопфа, Ильина-Олейник. Уравнение Колмогорова-Петровского-Пискунова. Уравнение Кортевега-де-Фриза. Связь с уравнением Бюргерса.

### **2. Моделирование распространения новых технологий**

Модель Полтеровича-Хенкина. Распространение новых технологий как волновые процессы в сплошных средах. Исследование асимптотических структур дифференциально-разностных аналогов квазилинейных уравнений. Модификация Ташлицкой, Шананина. Цепочка Ленгмюра-Вольтерра. Шумпетеровская инновационная динамика в моделях Лукаса-Молла, Вольфрам, Кёнига, Латмера и др.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Кинетические уравнения**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами, поведение которых описывается дифференциальными уравнениями с частными производными, а также ознакомление с областями практического применения этих знаний.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов базовых знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами;
- приобретение студентами навыков постановки задач оптимизации, возникающих в математической физике;
- овладение студентами аналитическими и численными методами решения прикладных задач оптимизации сложных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы теории оптимизации сложных динамических систем;
- основные современные методы решения задач оптимального управления сложными системами;
- новейшие открытия в естествознании;
- постановку проблем физико-математического и компьютерного 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;
- использовать современную вычислительную технику;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение вычислительного эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов вычислительного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современной вычислительной технике;
- методами математического моделирования сложных систем и управления этими системами.

**Темы и разделы курса:**

1. Уравнения химической кинетики и H-теорема. Возрастание энтропии.

Классификация уравнений химической кинетики.

Линейные уравнения и Марковские процессы.

Уравнение Лиувилля и энтропия. Временные средние совпадают с экстремалами Больцмана. Фазы и ансамбли Гиббса.

2. Дискретные модели уравнения Больцмана.

Разреженный газ. Уравнение Больцмана и проблемы вывода газодинамических уравнений.

Линейные инварианты и равновесие.

Модели для смесей газов.

3. Квантовые кинетические уравнения и квантовая энтропия.

Соответствие квантовые гамильтонианы - кинетические уравнения.

Дальнодействие и уравнения типа Власова. Плазма и гравитация.

4. Реактивные контрреактивные и хемореактивные силы.

Фотофорез, электрофорез, горение, катализаторы и магнитофорез.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Кинетические уравнения**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами, поведение которых описывается дифференциальными уравнениями с частными производными, а также ознакомление с областями практического применения этих знаний.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов базовых знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами;
- приобретение студентами навыков постановки задач оптимизации, возникающих в математической физике;
- овладение студентами аналитическими и численными методами решения прикладных задач оптимизации сложных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы теории оптимизации сложных динамических систем;
- основные современные методы решения задач оптимального управления сложными системами;
- новейшие открытия в естествознании;
- постановку проблем физико-математического и компьютерного 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;
- использовать современную вычислительную технику;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение вычислительного эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов вычислительного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современной вычислительной технике;
- методами математического моделирования сложных систем и управления этими системами.

**Темы и разделы курса:**

1. Уравнения химической кинетики и H-теорема. Возрастание энтропии.

Классификация уравнений химической кинетики.

Линейные уравнения и Марковские процессы.

Уравнение Лиувилля и энтропия. Временные средние совпадают с экстремалами Больцмана. Фазы и ансамбли Гиббса.

2. Дискретные модели уравнения Больцмана.

Разреженный газ. Уравнение Больцмана и проблемы вывода газодинамических уравнений.

Линейные инварианты и равновесие.

Модели для смесей газов.

3. Квантовые кинетические уравнения и квантовая энтропия.

Соответствие квантовые гамильтонианы - кинетические уравнения.

Дальнодействие и уравнения типа Власова. Плазма и гравитация.

4. Реактивные контрреактивные и хемореактивные силы.

Фотофорез, электрофорез, горение, катализаторы и магнитофорез.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Кинетические уравнения**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами, поведение которых описывается дифференциальными уравнениями с частными производными, а также ознакомление с областями практического применения этих знаний.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов базовых знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами;
- приобретение студентами навыков постановки задач оптимизации, возникающих в математической физике;
- овладение студентами аналитическими и численными методами решения прикладных задач оптимизации сложных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы теории оптимизации сложных динамических систем;
- основные современные методы решения задач оптимального управления сложными системами;
- новейшие открытия в естествознании;
- постановку проблем физико-математического и компьютерного 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;
- использовать современную вычислительную технику;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение вычислительного эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов вычислительного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современной вычислительной технике;
- методами математического моделирования сложных систем и управления этими системами.

**Темы и разделы курса:**

1. Уравнения химической кинетики и H-теорема. Возрастание энтропии.

Классификация уравнений химической кинетики.

Линейные уравнения и Марковские процессы.

Уравнение Лиувилля и энтропия. Временные средние совпадают с экстремалами Больцмана. Фазы и ансамбли Гиббса.

2. Дискретные модели уравнения Больцмана.

Разреженный газ. Уравнение Больцмана и проблемы вывода газодинамических уравнений.

Линейные инварианты и равновесие.

Модели для смесей газов.

3. Квантовые кинетические уравнения и квантовая энтропия.

Соответствие квантовые гамильтонианы - кинетические уравнения.

Дальнодействие и уравнения типа Власова. Плазма и гравитация.

4. Реактивные контрреактивные и хемореактивные силы.

Фотофорез, электрофорез, горение, катализаторы и магнитофорез.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Кинетические уравнения**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами, поведение которых описывается дифференциальными уравнениями с частными производными, а также ознакомление с областями практического применения этих знаний.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов базовых знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами;
- приобретение студентами навыков постановки задач оптимизации, возникающих в математической физике;
- овладение студентами аналитическими и численными методами решения прикладных задач оптимизации сложных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы теории оптимизации сложных динамических систем;
- основные современные методы решения задач оптимального управления сложными системами;
- новейшие открытия в естествознании;
- постановку проблем физико-математического и компьютерного 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;
- использовать современную вычислительную технику;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение вычислительного эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов вычислительного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современной вычислительной технике;
- методами математического моделирования сложных систем и управления этими системами.

**Темы и разделы курса:**

1. Уравнения химической кинетики и H-теорема. Возрастание энтропии.

Классификация уравнений химической кинетики.

Линейные уравнения и Марковские процессы.

Уравнение Лиувилля и энтропия. Временные средние совпадают с экстремалами Больцмана. Фазы и ансамбли Гиббса.

2. Дискретные модели уравнения Больцмана.

Разреженный газ. Уравнение Больцмана и проблемы вывода газодинамических уравнений.

Линейные инварианты и равновесие.

Модели для смесей газов.

3. Квантовые кинетические уравнения и квантовая энтропия.

Соответствие квантовые гамильтонианы - кинетические уравнения.

Дальнодействие и уравнения типа Власова. Плазма и гравитация.

4. Реактивные контрреактивные и хемореактивные силы.

Фотофорез, электрофорез, горение, катализаторы и магнитофорез.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Китайский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

Целью изучения дисциплины «Китайский язык. Уровень А1» является формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции студентов на элементарном уровне для решения коммуникативных задач в профессионально-деловой, социокультурной и академической сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников.

#### **Задачи дисциплины:**

Достижение элементарного уровня межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции в ходе изучения дисциплины «Китайский язык» требует решения ряда задач, которые состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции КНР;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни КНР;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и его отличие от родного языка;
- основные особенности письменной и устной форм коммуникации.

**уметь:**

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

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Вводно-фонетический и вводно-иероглифический курс. Знакомство с китайскими коллегами, однокурсниками, соседями.

Ознакомление с основами произносительной базы китайского языка (путунхуа) и основными правилами каллиграфии и иероглифики, а также актуализация полученных знаний в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка; читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; составлять фразы, в т.ч. повседневного обихода, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию; принимать участие в ролевой игре «Знакомство с китайскими коллегами».

Произносительная сторона речи: звуко-буквенный стандарт записи слов китайского языка - пиньинь, соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений.

Лексическая сторона речи: фразы приветствия и прощания, устойчивые выражения, фразы вежливости, названия стран мира, городов КНР и мира, популярные китайские фамилии, социальные роли, учебные принадлежности.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.). Предложение с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария). Отрицательная форма предложения с качественным сказуемым (с качественным прилагательным в позиции комментария). Предложения с глаголом-связкой 是 shì, положение отрицания 不 bù в предложении с глаголом-связкой 是 shì, вопросительные предложения с частицами 吗 ma, 吧 ba, 呢 ne. Определение со значением притяжательности. Частица 的 de. Порядок следования определений в китайском предложении. Личные местоимения в китайском языке, их функции и употребление. Указательные и вопросительные местоимения в китайском языке. 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. Знакомство с университетом и кампусом, ориентирование в городе.

Здания внутри кампуса и внутри здания, различные учреждения, их местоположение относительно друг друга, ориентирование в пространстве и по сторонам света, ориентирование в городе. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

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; описывать кампус университета, способы добраться до пункта назначения; принять участие в ролевой игре «Экскурсия по кампусу университета»; сообщение местоположения и направления движения, локализация предмета в пространстве.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, фразы вежливости, дата, время, время дня, дни недели в китайском языке, послелого (локативы), уточняющие пространственные отношения.

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 yǒu. Указания на местоположения с глаголами 在 zài и 是 shì. Послелого (локативы), уточняющие пространственные отношения (前边 qiánbiān, 后边 hòubiān, 上边 shàngbiān и др.), в функции подлежащего, дополнения, определения. Предложения со значением местонахождения (глагол 在 zài, глагол 有 yǒu, связка 是 shì).

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

3. Повседневная жизнь на работе и дома, разговор о точном времени, планы на ближайшее будущее.

Обсуждение распорядка дня, расписания занятий, планов на ближайшее будущее, назначение встречи. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; сообщение о прошлом опыте как в повседневной жизни, так и в профессиональной; разговор о точном времени, о начале и окончании событий, расписании занятий, планах на ближайшее время.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, название точного времени, дни недели, время дня, временные наречия сегодня, завтра, вчера, счет от 1 до 100, адрес, телефон.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения.

Обстоятельство времени; способы обозначения точного времени и даты. Порядок следования обстоятельств времени в предложении. Специальный вопрос к обстоятельству времени. Глагол 有 и отрицание 没有. Вопросительные слова 几 и 多少, фразовые частицы 吧 и 呢

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

4. Разговор об адресе, номере телефона, маршруте передвижения. Поход за покупками. Разговор о семье. Разговор о погоде.

Разговор с продавцом, обсуждение планируемых покупок, беседа о количестве предметов, о стоимости покупки. Беседа о составе семьи, члены семьи, домашние питомцы. Обсуждение сезонов и погоды в России и Китае, температура воздуха, предпочтения активностей.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка; понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики; читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка; читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей; составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка; употреблять фразы вежливости; участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов; рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты/прочитанное/прослушанное/увиденное; строить мини-диалог с «продавцом» о планируемых покупках, стоимости товаров, количестве приобретаемых предметов. Вести диалог о составе семьи своей и собеседника. Обсуждать климатические особенности Китая и своей страны, погоду в разные сезоны, температурный режим.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, фразы вежливости, покупки, товары, магазин, деньги, счетные слова для различных предметов, денег, членов семьи. Наименования родственников и домашних питомцев. Времена года, погода, природные явления.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения. Вопросительные слова 几 и 多少. Числительные 二 и 两. Счетные слова и их употребление в зависимости от существительного. Качественное сказуемое и специальный вопрос к качественному сказуемому с вопросительным словом 怎么样.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

5. Беседа о настоящем моменте действия, расписание занятий на неделю и на день, планы на завтра.

Обсуждение свободного времени студента, домашних заданий, занятия в настоящий момент времени. Обсуждение планов на ближайшее время, сначала и потом, 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 занятии своем и собеседника в настоящий момент времени, беседа о расписании занятий, что происходит каждый день, каждую неделю и т. д. Обсуждение планов на ближайшие дни, что планируется сначала, что потом.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, фразы вежливости, временные выражения от.. и до..., в настоящий момент, каждый день, дни недели, сначала, потом, учреждения и цель их посещения.

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения.

Наречия настоящего времени 现在 и 正在, выражения 每...都, выражение периода времени 从...到, 先...然后... Модальный глагол 打算, выражения цели поездки сериальной глагольной конструкцией типа 去商店买东西. Наречие 一起. Общий вопрос с утвердительно-отрицательной формой сказуемого.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом, написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

6. Обсуждение товара перед покупкой, день рождения друга, выбор подарка, беседа о предпочтениях.

Разговор о выборе цвета одежды, о предпочтениях, обсуждение купленного товара, преимуществ и недостатков. Подготовка подарка на день рождения друга, обсуждение разных вариантов подарков, предпочтений другого человека.

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 товаре перед покупкой, обсуждать товары, их преимущества и недостатки, выражать свое мнение о свойствах и характеристиках товаров; обсуждать выбор подарка для друга, советовать, аргументировать, помогать с выбором.

Произносительная сторона речи: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка; соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексическая сторона речи: устойчивые выражения, фразы вежливости, названия оттенков, цвет, свойства предметов, выражение «слегка...» (有一点儿...), лексика, относящаяся ко дню рождения

Грамматическая сторона речи: основные коммуникативные типы предложений (повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные) и схемы их построения. Определительный оборот с частицей 的, наречие 有一点儿... и наречие 挺, альтернативный вопрос с союзом 还是, определение с «приставкой» 可 (可送的, 可看的, 可去的)

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: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Китайский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения китайского языка в МФТИ заключается в формировании и развитии межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне А2 для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников магистратуры.

#### **Задачи дисциплины:**

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

- межкультурная компетенция: общая способность распознавать условия и особенности межкультурной ситуации, избирать конкретные тактики ведения межкультурного диалога с позиции равного статуса двух взаимодействующих культур;
- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и использовать в вербальной коммуникации грамматически и синтаксически правильных форм;
- социолингвистическая компетенция: умение выбирать оптимальные лингвистические формы, способы языкового выражения в зависимости от коммуникативной цели говорящего и других конкретных межкультурных условий высказывания;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, умение управлять межкультурной ситуацией, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная (речевая) компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение планировать и строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая (компенсаторная) компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач и компенсировать недостаток знаний или навыков при ведении межкультурной коммуникации;

- компенсаторная компетенция: умение преодолевать коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- прагматическая компетенция: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции Китая;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни Китая;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и аналогичные особенности в родном языке;
- социальную специфику китайской и родной культур.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в фонетической, лексико-грамматической, синтаксической и стилистической системах родного и китайского языка;
- выявлять условия и особенности межкультурной коммуникативной ситуации;
- прогнозировать возможный межкультурный конфликт и выбирать тактику его разрешения;
- пользоваться специализированными Интернет-ресурсами и компьютерными технологиями (в т.ч. иностранными), направленными на поиск информации языкового и культурного характера;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость, дружелюбие, готовность и желание помочь при общении с представителями другой культуры;
- самостоятельно добывать новые знания межкультурного характера и использовать их на практике;
- критически осознавать иноязычную и родную культуры, давать им самостоятельную интерпретацию и оценку.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией, включая основные субкомпетенции, в разных видах речевой и неречевой деятельности на элементарном уровне,
- различными межкультурно-коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями культурной саморефлексии, т.е. стратегиями, дающими критический взгляд на культуры для их последующей интерпретации и оценки;
- базовыми навыками ведения межкультурной коммуникации в рамках принятого вербального и невербального этикета;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.

### **Темы и разделы курса:**

1. Планы на выходные, приглашение гостей, обсуждение традиций приема гостей в Китае.

Обсуждение привычного времяпрепровождения в выходные, прием гостей, фразы вежливости при приеме гостей, обсуждение особенностей времяпрепровождения в гостях в Китае.

Знакомство с лексикой по теме: уикенд, виды деятельности, угощения, как добрались, отмечать праздники и т. п. Фразы настроения.

Коммуникативные задачи: описывать свое настроение и предпочтения, научиться поддерживать вежливую беседу в гостях.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «выходные», «в гостях».

Грамматика: наречия степени 太, 真, 有一点, 一点儿, 不太, 最,, предложная конструкция с предлогом 在, альтернативный вопрос с союзом 还是, модальные глаголы 会, 得; риторический вопрос 不是... 吗 · высказывания с условием «если..., то...».

2. Привычки, адаптация к новым условиям.

Обсуждение своих привычек, привычек собеседника, привыкание к новым условиям в незнакомой стране.

Коммуникативные задачи: научиться вести личные беседы, давать советы, интересоваться ситуацией собеседника в новых условиях.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме (привык, адаптировался, возраст, здоровый образ жизни).

Грамматика: наречия 就, 才, наречие 还, наречие 大概. Вопрос 多大年纪?

3. Здоровье, заболевание, визит к больному, лекарства и лечение.

Разговор о заболеваниях, лекарствах, способах лечения, больничных.

Коммуникативные задачи: научиться говорить о самочувствии, болезни, говорить с врачом о своих жалобах, понимать диагноз и способы лечения, уметь отпроситься у учителя по болезни.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «здоровье, болезнь, лечение».

Грамматика: частица 了, суффикс 了, модальный глагол 能, выражения 好像, 最好....

4. Планы на ближайшее и отдаленное будущее, внезапная смена планов.

Обсуждение продолжительности какого-то периода в жизни в прошлом, настоящем и будущем, обсуждение планов на будущее — отдаленное и ближайшее

Коммуникативные задачи: научиться говорить о длительности действия в настоящем, прошедшем и будущем, обсуждать планы, мечты, намерения, научиться составлять совместные планы на выходные.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «планы на будущее», «встреча», «продолжительность времени».

Грамматика: грамматика длительности действия, специальный вопрос к дополнению длительности.

5. Хобби, спорт, активный отдых.

Обсуждение любимых видов деятельности, вариантов времяпрепровождения, занятий спортом.

Коммуникативные задачи: научиться описывать свое хобби, обсуждать занятия спортом, физические нагрузки, свои предпочтения и самочувствие после активного времяпрепровождения.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («хобби», «спорт» и пр.).

Грамматика: различение модальных глаголов 会, 可以, 能, 得, 想, 要..

6. Подготовка к экзаменам, планы на каникулы.

Обсуждение своей готовности к экзамену, волнение, уровень знаний. Выражение скорого наступления какого-то события.

Коммуникативные задачи: научиться говорить о наступающих событиях, обсуждать подготовку к предстоящим мероприятиям.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («экзамен», «каникулы» и пр.).

Грамматика: конструкции 快要...了, 就要...了; наречия 只好, 可能, наречия 再, 又.

7. Планирование путешествий по Китаю, интересные места для посещения в Китае.

Обсуждение интересных мест для поездки по Китаю, разговор о планах на каникулы. Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: научиться обсуждать путешествия, интересные места, свои размышления о предстоящих событиях.

Письмо: иероглифика, соответствующая темам «путешествия», «каникулы» и пр.

Грамматика: прилагательное + 极了, глагольные счетные слова 一趟, 一次, 一遍.

8. Обсуждение сложностей в учебе, результатов экзаменов.

Коммуникативные задачи: научиться рассказывать по-китайски о сложностях при подготовке к чему-либо, о своих переживаниях, своем состоянии, научиться строить вопросы и предложения о результатах какого-либо дела.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («экзамен», «задания», «подготовка» и т.д.).

Грамматика: дополнение результата, частица 得.

9. Способы путешествовать по Китаю, виды транспорта, категории билетов.

Особенности путешествия по Китаю на поезде, категории билетов: купе, мягкий сидячий, жесткий сидячий, билет без места.

Коммуникативные задачи: научиться беседовать о предстоящей поездке, знакомство в особенностями китайский поездов, научиться различать на слух и знать, как купить нужную категорию билета, поменять билет и др.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («поезд», «билет» и т.д.)

Грамматика: результативная морфема 完, 好, 到, 见 · 干净.

10. Вечер встреч, подготовка к вечеринке.

Обсуждение подготовки к вечеру встреч, приготовления, подготовка выступления.

Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: научиться обсуждать предстоящее мероприятие, подготовку к нему, знакомство с традициями проведения вечеринок в кругу коллег из разных стран.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («встреча», «вечеринка», «готовиться» и пр.)

Грамматика: обобщение пройденной грамматики.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Комбинаторика

#### Цель дисциплины:

освоение основных современных методов экстремальной комбинаторики (ЭК): вероятностного метода, линейно-алгебраического метода, топологического метода.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области ЭК;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ЭК;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области ЭК.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ЭК;
- оценивать корректность постановок задач;



- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ЭК, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ЭК в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ЭК (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 ЭК;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовый вероятностный метод. Метод первого момента. Метод альтернирования.

Задача Эрдеша о свойстве  $B$  гиперграфа. Простейшая оценка снизу для величины  $m(n)$ , равной наименьшему количеству ребер  $n$ -однородного гиперграфа, не обладающего свойством  $B$ . Значения  $m(2)$  и  $m(3)$ . Верхняя оценка  $m(n)$ . Первая оценка снизу для диагонального числа Рамсея. Оценка сверху для произвольного числа Рамсея (рекуррентное неравенство) и следствия из нее. Простейшие оценки числа Рамсея  $R(3, t)$ . Связность случайного графа (верхняя оценка пороговой вероятности).

Улучшенная нижняя оценка диагонального числа Рамсея. Существование графов с большим хроматическим числом и обхватом.

2. Рандомизированные алгоритмы. Метод второго момента и общий метод моментов.

Улучшенная нижняя оценка  $m(n)$ : теорема Бека–Спенсера; теорема Радхакришнана–Сринивасана. Симметричный случай локальной леммы Ловаса. Применение в задаче про свойство  $B$  однородного регулярного гиперграфа. Наилучшая известная нижняя оценка для  $R(s, s)$ . Орграфы зависимостей. Несимметричная локальная лемма. Применение в задаче о нижней оценке  $R(3, t)$ .

Связность случайного графа (нижняя оценка пороговой вероятности). Треугольники в случайных графах. Древесные компоненты в случайных графах. Неравенство Азумы. Мартингалы реберного и вершинного типов. Липшицевость. Теорема Шамира–Спенсера о плотной концентрации хроматического числа около своего математического ожидания. Теорема Боллобаша о хроматическом числе случайного графа.

3. Величина  $m(n, k, t)$  (наибольшее число ребер в  $k$ -однородном гиперграфе на  $n$  вершинах, у которого никакие два ребра не пересекаются по  $t$  элементам). Хроматические числа пространств. Проблема Борсука.

Точное значение для  $m(n, 3, 1)$ : явная конструкция и оценка по индукции. Линейно-алгебраическая оценка для  $m(n, 3, 1)$ . Аналогичная оценка для  $m(n, 5, 2)$  и ее асимптотическая неулучшаемость. Общая теорема Франкла–Уилсона для  $m(n, k, k-p)$ . Замечание о непростом «модуле».

Историческая справка. Нижняя оценка хроматического числа пространства с помощью результатов для  $m(n, k, t)$ : интерпретация величины  $m(n, k, t)$  как числа независимости дистанционного графа. Возможные улучшения.

Историческая справка. Контрпримеры к гипотезе Борсука (история). Нижняя оценка числа Борсука с помощью теоремы Франкла–Уилсона. Уточнения.

4. Теорема Эрдеша–Ко–Радо (максимальное число ребер в 1-пересекающемся гиперграфе). Граф пересечений для полного однородного гиперграфа. Кнезеровский граф. Теорема Борсука–Улама–Люстерника–Шнирельмана и теорема Ловаса.

$t$ -пересекающиеся гиперграфы и величина  $f(n, k, t)$ , равная максимальному числу ребер в  $t$ -пересекающемся  $k$ -однородном гиперграфе на  $n$  вершинах. Пример, когда нижняя оценка заведомо не точна. История последовательных продвижений в задаче: теорема Эрдеша–Ко–Радо (общий случай), теорема Франкла, теорема Уилсона, теорема Алсведе–Хачатряна.

Его кликовое число и число независимости.

Верхняя оценка его хроматического числа. Простые нижние оценки. Примеры конкретных кнезеровских графов.

О хроматическом числе кнезеровского графа.

5. «Тривиальные» нижние и верхние оценки. Нижняя оценка с помощью обобщенных с.о.п.

Верхняя оценка с помощью жадного алгоритма. Теорема о конструктивной нижней оценке. Вероятностная нижняя оценка. Следствие из нее.

Соотношения между полученными результатами. Интерпретация чисел Рамсея в терминах с.о.п.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Комбинаторика

#### Цель дисциплины:

освоение основных современных методов экстремальной комбинаторики (ЭК): вероятностного метода, линейно-алгебраического метода, топологического метода.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области ЭК;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ЭК;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области ЭК.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ЭК;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ЭК, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ЭК в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ЭК (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 ЭК;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовый вероятностный метод. Метод первого момента. Метод альтернирования.

Задача Эрдеша о свойстве  $B$  гиперграфа. Простейшая оценка снизу для величины  $m(n)$ , равной наименьшему количеству ребер  $n$ -однородного гиперграфа, не обладающего свойством  $B$ . Значения  $m(2)$  и  $m(3)$ . Верхняя оценка  $m(n)$ . Первая оценка снизу для диагонального числа Рамсея. Оценка сверху для произвольного числа Рамсея (рекуррентное неравенство) и следствия из нее. Простейшие оценки числа Рамсея  $R(3, t)$ . Связность случайного графа (верхняя оценка пороговой вероятности).

Улучшенная нижняя оценка диагонального числа Рамсея. Существование графов с большим хроматическим числом и обхватом.

2. Рандомизированные алгоритмы. Метод второго момента и общий метод моментов.

Улучшенная нижняя оценка  $m(n)$ : теорема Бека–Спенсера; теорема Радхакришнана–Сринивасана. Симметричный случай локальной леммы Ловаса. Применение в задаче про свойство  $B$  однородного регулярного гиперграфа. Наилучшая известная нижняя оценка для  $R(s, s)$ . Орграфы зависимостей. Несимметричная локальная лемма. Применение в задаче о нижней оценке  $R(3, t)$ .

Связность случайного графа (нижняя оценка пороговой вероятности). Треугольники в случайных графах. Древесные компоненты в случайных графах. Неравенство Азумы. Мартингалы реберного и вершинного типов. Липшицевость. Теорема Шамира–Спенсера о плотной концентрации хроматического числа около своего математического ожидания. Теорема Боллобаша о хроматическом числе случайного графа.

3. Величина  $m(n, k, t)$  (наибольшее число ребер в  $k$ -однородном гиперграфе на  $n$  вершинах, у которого никакие два ребра не пересекаются по  $t$  элементам). Хроматические числа пространств. Проблема Борсука.

Точное значение для  $m(n, 3, 1)$ : явная конструкция и оценка по индукции. Линейно-алгебраическая оценка для  $m(n, 3, 1)$ . Аналогичная оценка для  $m(n, 5, 2)$  и ее асимптотическая неулучшаемость. Общая теорема Франкла–Уилсона для  $m(n, k, k-p)$ . Замечание о непростом «модуле».

Историческая справка. Нижняя оценка хроматического числа пространства с помощью результатов для  $m(n, k, t)$ : интерпретация величины  $m(n, k, t)$  как числа независимости дистанционного графа. Возможные улучшения.

Историческая справка. Контрпримеры к гипотезе Борсука (история). Нижняя оценка числа Борсука с помощью теоремы Франкла–Уилсона. Уточнения.

4. Теорема Эрдеша–Ко–Радо (максимальное число ребер в 1-пересекающемся гиперграфе). Граф пересечений для полного однородного гиперграфа. Кнезеровский граф. Теорема Борсука–Улама–Люстерника–Шнирельмана и теорема Ловаса.

$t$ -пересекающиеся гиперграфы и величина  $f(n, k, t)$ , равная максимальному числу ребер в  $t$ -пересекающемся  $k$ -однородном гиперграфе на  $n$  вершинах. Пример, когда нижняя оценка заведомо не точна. История последовательных продвижений в задаче: теорема Эрдеша–Ко–Радо (общий случай), теорема Франкла, теорема Уилсона, теорема Алсведе–Хачатряна.

Его кликовое число и число независимости.

Верхняя оценка его хроматического числа. Простые нижние оценки. Примеры конкретных кнезеровских графов.

О хроматическом числе кнезеровского графа.

5. «Тривиальные» нижние и верхние оценки. Нижняя оценка с помощью обобщенных с.о.п.

Верхняя оценка с помощью жадного алгоритма. Теорема о конструктивной нижней оценке. Вероятностная нижняя оценка. Следствие из нее.

Соотношения между полученными результатами. Интерпретация чисел Рамсея в терминах с.о.п.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Комбинаторика

#### Цель дисциплины:

освоение основных современных методов экстремальной комбинаторики (ЭК): вероятностного метода, линейно-алгебраического метода, топологического метода.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области ЭК;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ЭК;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области ЭК.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ЭК;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ЭК, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ЭК в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ЭК (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 ЭК;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовый вероятностный метод. Метод первого момента. Метод альтернирования.

Задача Эрдеша о свойстве  $B$  гиперграфа. Простейшая оценка снизу для величины  $m(n)$ , равной наименьшему количеству ребер  $n$ -однородного гиперграфа, не обладающего свойством  $B$ . Значения  $m(2)$  и  $m(3)$ . Верхняя оценка  $m(n)$ . Первая оценка снизу для диагонального числа Рамсея. Оценка сверху для произвольного числа Рамсея (рекуррентное неравенство) и следствия из нее. Простейшие оценки числа Рамсея  $R(3, t)$ . Связность случайного графа (верхняя оценка пороговой вероятности).

Улучшенная нижняя оценка диагонального числа Рамсея. Существование графов с большим хроматическим числом и обхватом.

2. Рандомизированные алгоритмы. Метод второго момента и общий метод моментов.

Улучшенная нижняя оценка  $m(n)$ : теорема Бека–Спенсера; теорема Радхакришнана–Сринивасана. Симметричный случай локальной леммы Ловаса. Применение в задаче про свойство  $B$  однородного регулярного гиперграфа. Наилучшая известная нижняя оценка для  $R(s, s)$ . Орграфы зависимостей. Несимметричная локальная лемма. Применение в задаче о нижней оценке  $R(3, t)$ .

Связность случайного графа (нижняя оценка пороговой вероятности). Треугольники в случайных графах. Древесные компоненты в случайных графах. Неравенство Азумы. Мартингалы реберного и вершинного типов. Липшицевость. Теорема Шамира–Спенсера о плотной концентрации хроматического числа около своего математического ожидания. Теорема Боллобаша о хроматическом числе случайного графа.

3. Величина  $m(n, k, t)$  (наибольшее число ребер в  $k$ -однородном гиперграфе на  $n$  вершинах, у которого никакие два ребра не пересекаются по  $t$  элементам). Хроматические числа пространств. Проблема Борсука.

Точное значение для  $m(n, 3, 1)$ : явная конструкция и оценка по индукции. Линейно-алгебраическая оценка для  $m(n, 3, 1)$ . Аналогичная оценка для  $m(n, 5, 2)$  и ее асимптотическая неулучшаемость. Общая теорема Франкла–Уилсона для  $m(n, k, k-p)$ . Замечание о непростом «модуле».

Историческая справка. Нижняя оценка хроматического числа пространства с помощью результатов для  $m(n, k, t)$ : интерпретация величины  $m(n, k, t)$  как числа независимости дистанционного графа. Возможные улучшения.

Историческая справка. Контрпримеры к гипотезе Борсука (история). Нижняя оценка числа Борсука с помощью теоремы Франкла–Уилсона. Уточнения.

4. Теорема Эрдеша–Ко–Радо (максимальное число ребер в 1-пересекающемся гиперграфе). Граф пересечений для полного однородного гиперграфа. Кнезеровский граф. Теорема Борсука–Улама–Люстерника–Шнирельмана и теорема Ловаса.

$t$ -пересекающиеся гиперграфы и величина  $f(n, k, t)$ , равная максимальному числу ребер в  $t$ -пересекающемся  $k$ -однородном гиперграфе на  $n$  вершинах. Пример, когда нижняя оценка заведомо не точна. История последовательных продвижений в задаче: теорема Эрдеша–Ко–Радо (общий случай), теорема Франкла, теорема Уилсона, теорема Алсведе–Хачатряна.

Его кликовое число и число независимости.

Верхняя оценка его хроматического числа. Простые нижние оценки. Примеры конкретных кнезеровских графов.

О хроматическом числе кнезеровского графа.

5. «Тривиальные» нижние и верхние оценки. Нижняя оценка с помощью обобщенных с.о.п.

Верхняя оценка с помощью жадного алгоритма. Теорема о конструктивной нижней оценке. Вероятностная нижняя оценка. Следствие из нее.

Соотношения между полученными результатами. Интерпретация чисел Рамсея в терминах с.о.п.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Комбинаторика

#### Цель дисциплины:

освоение основных современных методов экстремальной комбинаторики (ЭК): вероятностного метода, линейно-алгебраического метода, топологического метода.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области ЭК;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ЭК;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области ЭК.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ЭК;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ЭК, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ЭК в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ЭК (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 ЭК;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовый вероятностный метод. Метод первого момента. Метод альтернирования.

Задача Эрдеша о свойстве  $B$  гиперграфа. Простейшая оценка снизу для величины  $m(n)$ , равной наименьшему количеству ребер  $n$ -однородного гиперграфа, не обладающего свойством  $B$ . Значения  $m(2)$  и  $m(3)$ . Верхняя оценка  $m(n)$ . Первая оценка снизу для диагонального числа Рамсея. Оценка сверху для произвольного числа Рамсея (рекуррентное неравенство) и следствия из нее. Простейшие оценки числа Рамсея  $R(3, t)$ . Связность случайного графа (верхняя оценка пороговой вероятности).

Улучшенная нижняя оценка диагонального числа Рамсея. Существование графов с большим хроматическим числом и обхватом.

2. Рандомизированные алгоритмы. Метод второго момента и общий метод моментов.

Улучшенная нижняя оценка  $m(n)$ : теорема Бека–Спенсера; теорема Радхакришнана–Сринивасана. Симметричный случай локальной леммы Ловаса. Применение в задаче про свойство  $B$  однородного регулярного гиперграфа. Наилучшая известная нижняя оценка для  $R(s, s)$ . Орграфы зависимостей. Несимметричная локальная лемма. Применение в задаче о нижней оценке  $R(3, t)$ .

Связность случайного графа (нижняя оценка пороговой вероятности). Треугольники в случайных графах. Древесные компоненты в случайных графах. Неравенство Азумы. Мартингалы реберного и вершинного типов. Липшицевость. Теорема Шамира–Спенсера о плотной концентрации хроматического числа около своего математического ожидания. Теорема Боллобаша о хроматическом числе случайного графа.

3. Величина  $m(n, k, t)$  (наибольшее число ребер в  $k$ -однородном гиперграфе на  $n$  вершинах, у которого никакие два ребра не пересекаются по  $t$  элементам). Хроматические числа пространств. Проблема Борсука.

Точное значение для  $m(n, 3, 1)$ : явная конструкция и оценка по индукции. Линейно-алгебраическая оценка для  $m(n, 3, 1)$ . Аналогичная оценка для  $m(n, 5, 2)$  и ее асимптотическая неулучшаемость. Общая теорема Франкла–Уилсона для  $m(n, k, k-p)$ . Замечание о непростом «модуле».

Историческая справка. Нижняя оценка хроматического числа пространства с помощью результатов для  $m(n, k, t)$ : интерпретация величины  $m(n, k, t)$  как числа независимости дистанционного графа. Возможные улучшения.

Историческая справка. Контрпримеры к гипотезе Борсука (история). Нижняя оценка числа Борсука с помощью теоремы Франкла–Уилсона. Уточнения.

4. Теорема Эрдеша–Ко–Радо (максимальное число ребер в  $t$ -пересекающемся гиперграфе). Граф пересечений для полного однородного гиперграфа. Кнезеровский граф. Теорема Борсука–Улама–Люстерника–Шнирельмана и теорема Ловаса.

$t$ -пересекающиеся гиперграфы и величина  $f(n, k, t)$ , равная максимальному числу ребер в  $t$ -пересекающемся  $k$ -однородном гиперграфе на  $n$  вершинах. Пример, когда нижняя оценка заведомо не точна. История последовательных продвижений в задаче: теорема Эрдеша–Ко–Радо (общий случай), теорема Франкла, теорема Уилсона, теорема Алсведе–Хачатряна.

Его кликовое число и число независимости.

Верхняя оценка его хроматического числа. Простые нижние оценки. Примеры конкретных кнезеровских графов.

О хроматическом числе кнезеровского графа.

5. «Тривиальные» нижние и верхние оценки. Нижняя оценка с помощью обобщенных с.о.п.

Верхняя оценка с помощью жадного алгоритма. Теорема о конструктивной нижней оценке. Вероятностная нижняя оценка. Следствие из нее.

Соотношения между полученными результатами. Интерпретация чисел Рамсея в терминах с.о.п.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Компьютерная графика**

#### **Цель дисциплины:**

- Формирование базовых знаний и навыков для работы с алгоритмами компьютерной графики.

#### **Задачи дисциплины:**

- Овладение навыками разработки, отладки и оптимизации алгоритмов компьютерной графики.
- Обзор низкоуровневых основ работы с графическими процессорами и графическими API.
- Освоение некоторых современных методов компьютерной графики реального времени на практике.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основы принципов работы графических процессоров.
- Абстракции используемые при разработке алгоритмов компьютерной графики.
- Современные подходы к решению основных задач компьютерной графики.
- Принципы проектирования высокоуровневых графических API.

##### **уметь:**

- Создавать и отлаживать алгоритмы компьютерной графики с использованием высокоуровневого API.
- Писать шейдерные программы на одном из шейдерных языков программирования: GLSL, HLSL

##### **владеть:**

- Методами разработки графических приложений.
- Навыками оптимизации и отладки программ для графических процессоров.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение в GPU

Обзор работы GPU. Отличия GPU и CPU. SIMD и SIMT. Пиксельный шейдер. Отличия языков для шейдеров от C++. SDF. Модель Фонга. Точечные источники света

### 2. Текстурирование и отладка

Модель Блинн-Фонг. PBR, параметры материалов. Текстурирование моделей. Типы текстур. Семплеры. Фильтрация. Mip-уровни текстур. Инструменты для отладки графических приложений. RenderDoc, Nsight, PIX. Сравнение инструментов, демонстрация использования.

### 3. Графические API

Обзор графических API. Объяснение, как начать работать с одним из них на примере Dx12/Vulkan/etc. Компьют шейдеры. Буферы. GPGPU. Обзор классического графического конвейера (2 типа шейдеров). Вершинный шейдер. Загрузка моделей. Создание буферов (Vertex Buffer, Index Buffer). Преобразования координат. Матрицы преобразований.

### 4. Компьют шейдеры

Текстуры. Компьют шейдеры для image processing. Фильтры для изображений, удаление шума, свертки. Разница между компьютер шейдерами и пиксельными. Инстансинг моделей. Скиннинг моделей. Деформации в вершинном шейдере. Лодирование. Indirect draw. Геометрический шейдер. Тесселяционный шейдер. Обзор расширенного конвейера. Transform feedback. Displacement map.

### 5. Рендер

Настройки для различных этапов конвейера. z-test, stencil-test. Форматы глубины. Forward/deferred шейдинг, форвард +. Gbuffer. Depth prepass.

### 6. GPU

Архитектура GPU. Работа с памятью. Обработка циклов и условных операторов. Типичные “узкие места” в графических приложениях. Методы профилирования GPU. Типичные подходы к оптимизации.

### 7. Трассировка и шейдеры

Трассировка лучей. TLAS/BLAS. Типы шейдеров для трассировки лучей. Ускоряющие структуры. Создание фотореалистичных изображений. Monte-Carlo integration. Offline rendering.

### 8. Свет и тени

Источники света. IES текстуры. Виды источников света. Tiled/clustered lights. Карты теней. Трассировка для получения тени. Мягкие тени. Каскадные карты теней. PCF, VSM, ESM. Атласы карт теней.

## 9. Окружающее пространство

Рисование ландшафтов. Карты высот. Виртуальные текстуры. Биомы. Деформация ландшафта. Рисование растительности. Проблемы с производительностью. Импостеры. Реакция растений на ветер. Рисование травы. Транслюцентные материалы. Рисование тумана и облаков. Ray-marching. 3D-текстуры.

## 10. Алиасинг

Проблема алиасинга. Типы алиасинга. SSAA, MSAA, FXAA, TAA. Задача увеличения разрешения. TAAU. DLSS. Checkerboard upscale. VRS.

## 11. Эффекты

Экранные эффекты. SSAO. GTAO. SSR. Постэффекты. Тонмаппинг. HDR. Depth of field.

## 12. Алгоритмы

Обзор алгоритмов Global illumination. RSM, Light propagation volumes, Voxel cone tracing, Irradiance cache, Radiosity, light probes. Основные алгоритмы на компьютер шейдерах: scan, компрессия, построение гистограммы, bitonic sort, radix sort. Warp.

## 13. Материалы и эффекты

Subsurface scattering. Рисование кожи, волос, глаз. Анизотропные материалы. Реализация системы частиц. Рисование билбордов. Реализация поведения частиц.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Конструирование ядра операционной системы**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных принципов внутреннего устройства ядра операционной системы, механизмов аппаратной поддержки работы ядра, а также получение навыков проектирования и программирования компонентов ядра операционной системы и отладки программ в привилегированном режиме работы процессора.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами основных принципов внутреннего устройства ядра операционной системы;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и получение навыков проектирования и программирования компонентов ядра операционной системы и отладки программ в привилегированном режиме работы процессора.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Принципы внутреннего устройства ядра операционной системы. Механизмы аппаратной поддержки работы ядра. Механизмы обеспечения защиты ядра операционной системы от приложений и приложений друг от друга. Методы управления и распределения аппаратными ресурсам. Методы и средства виртуализации аппаратных ресурсов.

##### **уметь:**

Проектировать компоненты ядра операционной системы. Программировать на языке Си и на языке ассемблера с использованием привилегированных инструкций процессора. Отлаживать программы, работающие в привилегированном режиме работы процессора.

##### **владеть:**

Технологиями разработки компонентов ядра операционной системы.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение. Устройство ядра JOS.

Введение. Карта физической памяти x86. Процесс загрузки и инициализации PC.

BIOS, инициализация основных устройств. Загрузчик JOS. Загрузка ядра.

Устройство ядра JOS. Отладка кода ядра JOS. Компиляция первой собственной функции, вывод строк на консоль.

### 2. Описатели процессов в JOS. Прерывания в x86. Инициализация IDT.

Описатели процессов в JOS. Создание процессов в JOS, загрузка приложений в память из бинарных секций образа ядра. Переключение контекстов. Кооперативное разделение времени. Прimitивный планировщик FIFO без приоритетов.

Прерывания в x86. Инициализация IDT. Обработка прерываний таймера. Вытесняющее разделение времени. Прimitивный планировщик Round Robin без приоритетов.

### 3. Обработка вложенных прерываний в x86.

Обработка вложенных прерываний в x86. Средства синхронизации, состояние гонок, дедлоки. Запрет прерываний, семафоры.

Управление распределением физических страниц. Виртуальная память. Сегментная и страничная трансляция. Таблицы трансляции.

### 4. Переключение между режимами работы процессора.

Переключение между режимами работы процессора. Прерывания и системные вызовы. Вложенные прерывания. Изменения в создании процессов, переключении между контекстами. Передача данных между программой и ядром.

Управление процессами. Системный вызов `fork()`. Механизмы межпроцессного взаимодействия.

### 5. Прimitивная файловая система

Прimitивная файловая система. Реализация системных вызовов `open()`, `close()`, `read()`, `write()`, `exec()`.

Механизмы и виды виртуализации. Аппаратная поддержка виртуализации.



## 6. Комплексное практическое задание

Комплексное практическое задание

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математические методы визуализации данных**

#### **Цель дисциплины:**

изучение математических и теоретических основ современного статистического анализа, а также подготовка слушателей к дальнейшей самостоятельной работе в области математических методов визуализации данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение математических основ математических методов визуализации данных;
- приобретение слушателями теоретических знаний в области современного статистического анализа.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия математических методов визуализации данных;
- основные подходы к сравнению оценок параметров неизвестного распределения;
- асимптотические и неасимптотические свойства оценок параметров неизвестного распределения;
- основные методы построения оценок с хорошими асимптотическими свойствами: метод моментов, метод максимального правдоподобия, метод выборочных квантилей;
- понятие эффективных оценок и неравенство информации Рао-Крамера;
- определение и главные свойства условного математического ожидания случайной величины относительно сигма-алгебры или другой случайной величины;
- определение общей линейной регрессионной модели и метод наименьших квадратов;
- многомерное нормальное распределение и его основные свойства;
- базовые понятия теории проверки статистических гипотез;
- лемму Неймана – Пирсона и теорему о монотонном отношении правдоподобия;
- критерий хи-квадрат Пирсона для проверки простых гипотез в схеме Бернулли.

**уметь:**

- обосновывать асимптотические свойства оценок с помощью применения предельных теорем математических методов визуализации данных;
- строить оценки с хорошими асимптотическими свойствами для параметров неизвестного распределения по заданной выборке из него;
- находить байесовские оценки по заданному априорному распределению;
- вычислять условные математические ожидания с помощью условных распределений;
- находить оптимальные оценки с помощью полных достаточных статистик;
- строить точные и асимптотические доверительные интервалы и области для параметров неизвестного распределения;
- находить оптимальные оценки и доверительные области в гауссовской линейной модели;
- строить равномерно наиболее мощные критерии в случае параметрического семейства с монотонным отношением правдоподобия;
- строить F-критерий для проверки линейных гипотез в линейной гауссовской модели.

**владеть:**

- основными методами математических методов визуализации данных построения точечных и доверительных оценок: методом моментов, выборочных квантилей, максимального правдоподобия, методом наименьших квадратов, методом центральной статистики.
- навыками асимптотического анализа статистических критериев;
- навыками применения теорем математических методов визуализации данных в прикладных задачах физики и экономики.

**Темы и разделы курса:**

1. Основная задача математической статистики.

Основная задача математической статистики. Примеры: выборка и линейная модель.

2. Различные виды сходимостей случайных векторов.

Различные виды сходимостей случайных векторов: с вероятностью 1, по вероятности, по распределению. Три знаменитых теоремы: закон больших чисел, усиленный

закон больших чисел, центральная предельная теорема. Теорема о наследовании сходимости и лемма Слуцкого. Пример применения леммы Слуцкого.

### 3. Эмпирическое распределение и эмпирическая функция распределения.

Эмпирическое распределение и эмпирическая функция распределения. Обоснованность основной задачи математической статистики и теорема Гливенко-Кантелли.

### 4. Вероятностно-статистическая модель.

Вероятностно-статистическая модель. Понятия наблюдения и выборки. Параметрическая статистическая модель. Моделирование выборки из неизвестного распределения, принадлежащему параметрическому семейству.

### 5. Статистики и оценки.

Статистики и оценки. Примеры статистик: выборочные характеристики, порядковые статистики. Основные свойства оценок: несмещенность, состоятельность, сильная состоятельность, асимптотическая нормальность. Примеры. Наследование состоятельности и сильной состоятельности при взятии непрерывной функции. Лемма о наследовании асимптотической нормальности.

### 6. F-критерий для проверки линейных гипотез в гауссовской линейной модели.

F-критерий для проверки линейных гипотез в гауссовской линейной модели. Пример с двумя гауссовскими выборками, отличающимися сдвигом: проверка гипотезы об их однородности.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Математические модели биологии

#### Цель дисциплины:

Ознакомление слушателей с основными математическими методами исследования моделей биологических систем.

#### Задачи дисциплины:

Получение основополагающих сведений из теории бифуркаций, основ построения моделей при наличии иерархии характерных времен, теории возникновения периодических решений, исследования моделей хищничества и конкуренции, теории Вольтерра консервативных и диссипативных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной математики;
- методы организации поиска путей решения возникающих научных проблем;
- ключевые методы анализа наиболее употребительных математических теорий;
- характер формирования и развития спектра современных исследований в области математического моделирования.

##### уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- конструировать и реализовывать схемы организации исследований при решении возникающих научных проблем;
- распределять возникающие проблемы по степени их значимости как с точки зрения их соответствия реально наблюдаемым явлениям, так и по их модельной коразмерности;
- организовывать методики контроля точности и полноты получаемых научных результатов;

- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- представлениями о механизмах формирования информационного и ресурсного обеспечения, необходимого при решении прикладных и теоретических проблем;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории, библиотеке и Интернете;
- культурой накопления опыта постановки и моделирования практических задач;
- навыками грамотной обработки и сопоставления теоретических и фактических данных;
- практикой самостоятельного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовые свойства математических моделей биологических систем.

Структура математических моделей в биологии. Объекты моделирования. Типы моделей. Специфика моделей локализованных и структурированных систем. Характер применяемого математического аппарата. Примеры.

Точечные непрерывные модели изолированной популяции. Модель Мальтуса. Логистическая модель. Модель поиска партнера. Модели в задачах эпидемиологии. Пороговый уровень заболевания.

Отношения эквивалентности динамических систем. Структурная устойчивость. Элементы теории бифуркаций. Коразмерность вырождения.

Теоремы сведения. Система «ресурс – потребитель» с независимым ресурсом.

Понятие о теории катастроф. Деформации Уитни. Типичные особенности равновесных состояний изолированной популяции в однопараметрических семействах.

Сингулярно возмущенные системы. Теорема А.Н.Тихонова. Релаксационные колебания системы в модели типа «ресурс - потребитель».

Бифуркация Андронова - Хопфа. Потеря устойчивости фокуса. Устойчивость в случае дискретных отображений. Отображение монодромии. Теорема Ляпунова. Фокусные величины.

Ветвления при потере устойчивости фокуса. Диаграммы Ньютона. Мягкая и жесткая потеря устойчивости. Связь с фокусными величинами. Бифуркация Хопфа для системы «хищник – жертва» с унимодальной плодовитостью жертвы.

## 2. Прикладные направления моделирования динамики популяций.

Автоколебательные режимы в системе «хищник – жертва». Модель Вольтерра. Трофические функции. Условия отсутствия циклов. Модель Колмогорова.

Модели конкуренции. Два конкурирующих вида. Связь устойчивости равновесных решений с взаимным расположением нуль-изоклин. Биологическая интерпретация условий устойчивости.

Конкуренция нескольких видов. Принцип эволюционной оптимальности. Примеры его применения.

Консервативные и диссипативные по Вольтерра системы. Свойства консервативных систем.

Первые интегралы и характер решений. Свойства диссипативных систем. Предельные множества и наборы функций Ляпунова. Динамика при наличии вырождений.

Модели конкуренции за экологические ниши. Принцип конкурентного исключения Гаузе и его обобщения.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Математические модели биологии

#### Цель дисциплины:

Ознакомление слушателей с основными математическими методами исследования моделей биологических систем.

#### Задачи дисциплины:

Получение основополагающих сведений из теории бифуркаций, основ построения моделей при наличии иерархии характерных времен, теории возникновения периодических решений, исследования моделей хищничества и конкуренции, теории Вольтерра консервативных и диссипативных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной математики;
- методы организации поиска путей решения возникающих научных проблем;
- ключевые методы анализа наиболее употребительных математических теорий;
- характер формирования и развития спектра современных исследований в области математического моделирования.

##### уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- конструировать и реализовывать схемы организации исследований при решении возникающих научных проблем;
- распределять возникающие проблемы по степени их значимости как с точки зрения их соответствия реально наблюдаемым явлениям, так и по их модельной коразмерности;
- организовывать методики контроля точности и полноты получаемых научных результатов;



- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- представлениями о механизмах формирования информационного и ресурсного обеспечения, необходимого при решении прикладных и теоретических проблем;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории, библиотеке и Интернете;
- культурой накопления опыта постановки и моделирования практических задач;
- навыками грамотной обработки и сопоставления теоретических и фактических данных;
- практикой самостоятельного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовые свойства математических моделей биологических систем.

Структура математических моделей в биологии. Объекты моделирования. Типы моделей. Специфика моделей локализованных и структурированных систем. Характер применяемого математического аппарата. Примеры.

Точечные непрерывные модели изолированной популяции. Модель Мальтуса. Логистическая модель. Модель поиска партнера. Модели в задачах эпидемиологии. Пороговый уровень заболевания.

Отношения эквивалентности динамических систем. Структурная устойчивость. Элементы теории бифуркаций. Коразмерность вырождения.

Теоремы сведения. Система «ресурс – потребитель» с независимым ресурсом.

Понятие о теории катастроф. Деформации Уитни. Типичные особенности равновесных состояний изолированной популяции в однопараметрических семействах.

Сингулярно возмущенные системы. Теорема А.Н.Тихонова. Релаксационные колебания системы в модели типа «ресурс - потребитель».

Бифуркация Андронова - Хопфа. Потеря устойчивости фокуса. Устойчивость в случае дискретных отображений. Отображение монодромии. Теорема Ляпунова. Фокусные величины.

Ветвления при потере устойчивости фокуса. Диаграммы Ньютона. Мягкая и жесткая потеря устойчивости. Связь с фокусными величинами. Бифуркация Хопфа для системы «хищник – жертва» с унимодальной плодовитостью жертвы.

## 2. Прикладные направления моделирования динамики популяций.

Автоколебательные режимы в системе «хищник – жертва». Модель Вольтерра. Трофические функции. Условия отсутствия циклов. Модель Колмогорова.

Модели конкуренции. Два конкурирующих вида. Связь устойчивости равновесных решений с взаимным расположением нуль-изоклин. Биологическая интерпретация условий устойчивости.

Конкуренция нескольких видов. Принцип эволюционной оптимальности. Примеры его применения.

Консервативные и диссипативные по Вольтерра системы. Свойства консервативных систем.

Первые интегралы и характер решений. Свойства диссипативных систем. Предельные множества и наборы функций Ляпунова. Динамика при наличии вырождений.

Модели конкуренции за экологические ниши. Принцип конкурентного исключения Гаузе и его обобщения.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Математические модели биологии

#### Цель дисциплины:

Ознакомление слушателей с основными математическими методами исследования моделей биологических систем.

#### Задачи дисциплины:

Получение основополагающих сведений из теории бифуркаций, основ построения моделей при наличии иерархии характерных времен, теории возникновения периодических решений, исследования моделей хищничества и конкуренции, теории Вольтерра консервативных и диссипативных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной математики;
- методы организации поиска путей решения возникающих научных проблем;
- ключевые методы анализа наиболее употребительных математических теорий;
- характер формирования и развития спектра современных исследований в области математического моделирования.

##### уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- конструировать и реализовывать схемы организации исследований при решении возникающих научных проблем;
- распределять возникающие проблемы по степени их значимости как с точки зрения их соответствия реально наблюдаемым явлениям, так и по их модельной коразмерности;
- организовывать методики контроля точности и полноты получаемых научных результатов;

- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- представлениями о механизмах формирования информационного и ресурсного обеспечения, необходимого при решении прикладных и теоретических проблем;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории, библиотеке и Интернете;
- культурой накопления опыта постановки и моделирования практических задач;
- навыками грамотной обработки и сопоставления теоретических и фактических данных;
- практикой самостоятельного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовые свойства математических моделей биологических систем.

Структура математических моделей в биологии. Объекты моделирования. Типы моделей. Специфика моделей локализованных и структурированных систем. Характер применяемого математического аппарата. Примеры.

Точечные непрерывные модели изолированной популяции. Модель Мальтуса. Логистическая модель. Модель поиска партнера. Модели в задачах эпидемиологии. Пороговый уровень заболевания.

Отношения эквивалентности динамических систем. Структурная устойчивость. Элементы теории бифуркаций. Коразмерность вырождения.

Теоремы сведения. Система «ресурс – потребитель» с независимым ресурсом.

Понятие о теории катастроф. Деформации Уитни. Типичные особенности равновесных состояний изолированной популяции в однопараметрических семействах.

Сингулярно возмущенные системы. Теорема А.Н.Тихонова. Релаксационные колебания системы в модели типа «ресурс - потребитель».

Бифуркация Андронова - Хопфа. Потеря устойчивости фокуса. Устойчивость в случае дискретных отображений. Отображение монодромии. Теорема Ляпунова. Фокусные величины.

Ветвления при потере устойчивости фокуса. Диаграммы Ньютона. Мягкая и жесткая потеря устойчивости. Связь с фокусными величинами. Бифуркация Хопфа для системы «хищник – жертва» с унимодальной плодовитостью жертвы.

## 2. Прикладные направления моделирования динамики популяций.

Автоколебательные режимы в системе «хищник – жертва». Модель Вольтерра. Трофические функции. Условия отсутствия циклов. Модель Колмогорова.

Модели конкуренции. Два конкурирующих вида. Связь устойчивости равновесных решений с взаимным расположением нуль-изоклин. Биологическая интерпретация условий устойчивости.

Конкуренция нескольких видов. Принцип эволюционной оптимальности. Примеры его применения.

Консервативные и диссипативные по Вольтерра системы. Свойства консервативных систем.

Первые интегралы и характер решений. Свойства диссипативных систем. Предельные множества и наборы функций Ляпунова. Динамика при наличии вырождений.

Модели конкуренции за экологические ниши. Принцип конкурентного исключения Гаузе и его обобщения.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Математические модели биологии

#### Цель дисциплины:

Ознакомление слушателей с основными математическими методами исследования моделей биологических систем.

#### Задачи дисциплины:

Получение основополагающих сведений из теории бифуркаций, основ построения моделей при наличии иерархии характерных времен, теории возникновения периодических решений, исследования моделей хищничества и конкуренции, теории Вольтерра консервативных и диссипативных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной математики;
- методы организации поиска путей решения возникающих научных проблем;
- ключевые методы анализа наиболее употребительных математических теорий;
- характер формирования и развития спектра современных исследований в области математического моделирования.

##### уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- конструировать и реализовывать схемы организации исследований при решении возникающих научных проблем;
- распределять возникающие проблемы по степени их значимости как с точки зрения их соответствия реально наблюдаемым явлениям, так и по их модельной коразмерности;
- организовывать методики контроля точности и полноты получаемых научных результатов;

- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- представлениями о механизмах формирования информационного и ресурсного обеспечения, необходимого при решении прикладных и теоретических проблем;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории, библиотеке и Интернете;
- культурой накопления опыта постановки и моделирования практических задач;
- навыками грамотной обработки и сопоставления теоретических и фактических данных;
- практикой самостоятельного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовые свойства математических моделей биологических систем.

Структура математических моделей в биологии. Объекты моделирования. Типы моделей. Специфика моделей локализованных и структурированных систем. Характер применяемого математического аппарата. Примеры.

Точечные непрерывные модели изолированной популяции. Модель Мальтуса. Логистическая модель. Модель поиска партнера. Модели в задачах эпидемиологии. Пороговый уровень заболевания.

Отношения эквивалентности динамических систем. Структурная устойчивость. Элементы теории бифуркаций. Коразмерность вырождения.

Теоремы сведения. Система «ресурс – потребитель» с независимым ресурсом.

Понятие о теории катастроф. Деформации Уитни. Типичные особенности равновесных состояний изолированной популяции в однопараметрических семействах.

Сингулярно возмущенные системы. Теорема А.Н.Тихонова. Релаксационные колебания системы в модели типа «ресурс - потребитель».

Бифуркация Андронова - Хопфа. Потеря устойчивости фокуса. Устойчивость в случае дискретных отображений. Отображение монодромии. Теорема Ляпунова. Фокусные величины.

Ветвления при потере устойчивости фокуса. Диаграммы Ньютона. Мягкая и жесткая потеря устойчивости. Связь с фокусными величинами. Бифуркация Хопфа для системы «хищник – жертва» с унимодальной плодовитостью жертвы.

## 2. Прикладные направления моделирования динамики популяций.

Автоколебательные режимы в системе «хищник – жертва». Модель Вольтерра. Трофические функции. Условия отсутствия циклов. Модель Колмогорова.

Модели конкуренции. Два конкурирующих вида. Связь устойчивости равновесных решений с взаимным расположением нуль-изоклин. Биологическая интерпретация условий устойчивости.

Конкуренция нескольких видов. Принцип эволюционной оптимальности. Примеры его применения.

Консервативные и диссипативные по Вольтерра системы. Свойства консервативных систем.

Первые интегралы и характер решений. Свойства диссипативных систем. Предельные множества и наборы функций Ляпунова. Динамика при наличии вырождений.

Модели конкуренции за экологические ниши. Принцип конкурентного исключения Гаузе и его обобщения.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математические модели в вычислительной физике**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в области высокотемпературной гидродинамики и физики высоких плотностей энергии в плане математического моделирования соответствующих задач. Математические модели изучаемых процессов, сведения о которых дополняют ряд общих курсов, читаемых в МФТИ, составляют основу математического моделирования практических задач физики и новой техники, с которыми приходится сталкиваться в процессе обучения и дальнейшей работы в академических институтах и ведомственных научных организациях соответствующего профиля.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование необходимых знаний из области гидродинамики и физики высоких плотностей энергии;
- обучение студентов принципам математического моделирования в этих областях;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области математического моделирования современных задач высокотемпературной гидродинамики в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;

применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

**уметь:**

эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;

использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

логикой в научном творчестве;

научной картиной мира;

математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Акустические волны.

Основные понятия и закономерности.

2. Конверсия когерентного излучения

Конверсия когерентного излучения в тепловое излучение плазмы. Проблема лазерного термоядерного синтеза.

3. Оптические свойства вещества

Основные представления о спектральных и средних коэффициентах поглощения и пробегах излучения.

4. Основные формулы термодинамики для моделей физики высоких плотностей энергии.

Основные формулы термодинамики для моделей физики высоких плотностей энергии. Уравнения состояния вещества, теоретические и экспериментальные данные о свойствах вещества. Замыкание математических моделей механики сплошной среды и физики плазмы данными о теплофизических свойствах веществ.

5. Перенос энергии в сплошной среде.

Модели теплопроводности. Собственное тепловое излучение среды. Математические модели переноса излучения. Перенос энергии быстрыми частицами (электроны, ионы).

6. Рентгеновские источники.

Аналитические выражения для излучаемой энергии плоским, цилиндрическим и сферическим слоем.

7. Ударные волны в конденсированном веществе.

Основные представления об экспериментальных и теоретических данных по уравнениям состояния вещества, необходимые для замыкания численных моделей.

8. Ударные волны.

Основные представления о физике высоких плотностей энергии. Условия на разрыве, сжатие и нагрев в ударных волнах. Структура фронта ударной волны в моделях вязкого и теплопроводного газа. Ударные волны в моделях физики плазмы.

9. Уравнения гидродинамики и газовой динамики.

Основные виды и формы записи. Законы сохранения. Классификация течений.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математические модели и методы принятия решений**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в области построения и исследования математических моделей, используемых в новых информационных технологиях формирования, согласования и анализа возможных решений при планировании развития крупномасштабных систем и их оптимизации.

#### **Задачи дисциплины:**

- системного анализа, структуризации и формализации процессов функционирования сложных взаимосвязанных объектов;
- автоматизации процессов планирования развития и управления сложными системами, согласования плановых решений, распределения ресурсов в иерархических системах;
- теории принятия решений, многокритериальной оптимизации, математических методов обработки экспертных оценок и компьютерных систем поддержки и принятия решений;
- формирование подходов к выполнению студентами исследований по различной тематике с привлечением методов теории принятия решений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы математики, вычислительной техники и информационных технологий;
- теоретические модели фундаментальных исследований в области искусственного интеллекта;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем 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 информационно-вычислительных системах;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение математического эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов математического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современной вычислительной технике;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Дерево целей.

Принцип декомпозиции. Методика «Паттерн». Сценарий, построение дерева целей, установление коэффициентов относительной важности, состояние разработок и сроки. Использование экспертных оценок. Интерпретации коэффициентов относительной важности. Градиентный спуск. Модель выбора «портфеля заказов». Прогнозный граф. Динамическая модель установления коэффициентов важности целей при наличии контуров в прогнозном графе.

2. Модели для ранжирования альтернатив. Групповой выбор решений.

На основе матриц результатов попарных сравнений. Задача о «лидере». Модель Бержа. Модель «минимальных сожалений». Ранжирование на основе вероятностных и нечетких оценок. Максиминая модель. Ранжирование на основе интервальных оценок в «детерминированном» и «нечетком» случаях. Модель максимин. Метод «Электра».

Общая формулировка задачи. Функции группового выбора. Теорема Эрроу. Правило большинства. Теорема Блэка-Эрроу. Расстояния между ранжировками. Применение модели минимальных «сожалений». Модель Кемени.

3. Планирование и принятие решений в больших организационных системах. Теория принятия решений как раздел системного анализа. Простейшие модели принятия решений.

Типы операций, цели, задачи, планы операций, программы. Природа планирования. Комплексы отраслей (производственной и непроизводственной сферы). Основные этапы программно-целевого планирования. Управление проектами.

Общая модель принятия решений. Некоторые виды моделей принятия решений. Классификация моделей.

Модели принятия решений в условиях неопределенности. Модели принятия решений в условиях риска. Влияние психологического отношения к возможным последствиям принимаемых решений.

#### 4. Процесс планирования в отраслях непроизводственной сферы.

Организационная схема взаимосвязи различных органов планирования в процессе составления долгосрочных планов. Общая схема процесса долгосрочного планирования. Проблемы долгосрочного планирования. Вероятностная модель для выбора комплексов активных средств применительно к задаче перспективного планирования (совокупные исходы операций и вероятности их реализации, функция полезности; основные допущения, использование аддитивных аппроксимаций, коэффициенты относительной важности элементов программы создания активных средств; структурная схема процесса планирования, основанная на использовании рассмотренной модели (территориально-отраслевое планирование)). Модель процесса координации при планировании активных и обеспечивающих терминальных операций (ограничения 1-го и 2-го рода, упрощающие предложения, функции приведенной эффективности, декомпозиция на отдельные оптимизационные подзадачи; координация и структурная схема процесса планирования рассматриваемых операций). Комплексная модель планирования развития систем технических средств (ТС) (состав систем ТС, их основные разновидности и особенности развития).

#### 5. Субъективные вероятности.

Правдоподобность возможного осуществления событий. Согласованность данных. «Отфильтровывание» случайных ошибок. Логика «правдоподобных» суждений. Вычисление правдоподобностей. Теория нечетких множеств Л. Заде. Нечеткая логика и правдоподобности.

#### 6. Теория полезности. Принятие решений в условиях неполной информации. Оценка полезности многомерных альтернатив.

Аксиоматика теорем полезности. Применение теории полезности к установлению предпочтительности стратегий. Игры типа "равноправное пари", "безобидные" игры.

Неопределенность относительно точных значений вероятности осуществления возможных последствий принимаемых решений. Неопределенность относительно значений полезности возможных последствий принимаемых решений.

Построение аддитивных функций полезности. Независимость по полезности. Разложение функций полезности. Теорема Р. Кини. Функции полезности с аддитивными и мультипликативными членами.

#### 7. Управление проектами.

Типы и виды проектов. Окружение проекта. Участники проекта. Цели проекта. Структура проекта. Жизненный цикл и фазы проекта. Элементы и характеристики проекта. Функции

и подсистемы управления проектами. Финансирование проекта. Маркетинг проекта. Экспертиза проекта. Анализ рисков. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Основные показатели эффективности проекта. Управление ресурсами проекта.

8. Экспертные методы принятия решений. Многокритериальная оптимизация в режиме диалога с ЛПР.

Основные этапы проведения экспертных оценок. Современная теория измерений и экспертные оценки. Математические методы анализа экспертных оценок. Метод согласования кластеризованных ранжировок. Проверка согласованности мнений экспертов. Классификация экспертов при отсутствии их согласованности. Усреднение мнений экспертов при их согласованности. Использование медианы Кемени.

Общая схема человеко-машинных процедур отбора и формирования решений. Основные предположения о протекании процесса диалога. Многокритериальные задачи линейного и нелинейного программирования (процедуры оценки векторных решений в пространстве критериев; процедуры поиска удовлетворительных значений критериев). Многокритериальная задача о назначениях (основные предположения и формальный анализ задачи; использование информации, получаемой от ЛПР). Многокритериальное ранжирование нечетких объектов.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математические модели и методы управления**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний теоретических основ, методов и моделей управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области теории и методов управления как дисциплины, интегрирующей общематематическую и общетеоретическую подготовку математиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания моделей управления, выявление особенностей возникающих задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области оптимизации и управления в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль задач динамического оптимального управления большой размерности в научных исследованиях;
- модели управления с большим числом уравнений и связей;
- принципы координации в многомерных задачах управления;
- подходы точного, приближённого и итеративного агрегирования в многомерных задачах управления;
- основные подходы понижения размерности в задачах оптимального управления.

##### **уметь:**

- применять на практике подходы понижения размерности динамических задач;



- выявлять специфику задач оптимального управления для применения декомпозиции;
- дать обоснование применяемого подхода;
- дать оценки для субоптимальных решений;
- программировать на компьютере те или иные алгоритмы декомпозиции.

**владеть:**

- анализом сложной динамической системы;
- адекватными подходами для эффективного понижения размерности задач оптимального управления;
- теоретическим аппаратом основных подходов теории оптимального управления чтобы применять методы понижения размерности.

**Темы и разделы курса:**

1. Влияние перекрёстных связей. Расщепление многомерных динамических систем. Устойчивость многосвязных систем

Понятие многосвязных систем. Критерии устойчивости для подсистем. Метод векторных функций Ляпунова. Критерий устойчивости многосвязных систем. Модель продольного движения самолёта. Нелинейное взаимодействие между подсистемами.

2. Итеративное агрегирование.

Динамические иерархические системы с общим ресурсным ограничением. Правило ввода агрегатов. Локальная монотонность итеративного агрегирования. Постановка с подсистемами с распределёнными параметрами. Аналитическое понимание размерности в линейно-квадратичных задачах. Случай перекрёстных связей. Модели с неопределёнными параметрами. Распределение тепловой энергии по подсистемам. Нелинейная постановка.

3. Метод Лагранжа в многоуровневой координации. Принцип Бендерса.

Принцип Пирсона в управлении. Целевая координация. Принцип прогноза взаимодействия. Метод двойственной координации. Метод слаженной координации.

Метод последовательной фиксации параметров. Применение к линейно-квадратичным системам. Доказательство сходимости.

4. Необходимые сведения из теории оптимального управления и автоматического регулирования. Иерархические задачи оптимального управления.

Понятие управляемой системы. Критерий управляемости и наблюдаемости. Формализм Гамильтона-Понтрягина. Принцип оптимальности Беллмана. Управление стохастическими системами. Управление при неопределённости. Фильтр Калмана. Области достижимости.

Динамическая транспортная задача. Проблема распределения ресурсов в динамических системах. Примеры с распределёнными параметрами. Наличие перекрёстных связей.

5. Разложение по методу малого параметра.

Порождающая задача нулевого приближения. Вспомогательные задачи для нахождения линейного приближения. Случаи декомпозируемости нулевого приближения.

6. Разностные схемы и двухуровневая методика. Декомпозиция о временным интервалам.

Изучение задач управления после дискретизации операторов в частных производных. Выявление ленточной структуры матриц. Применение диагональной декомпозиции.

Разбиение исходных интервалов на подинтервалы, в которых нарушаются свойства регулярности. Координация на основе условий непрерывности в точках разбиения.

7. Разреженные матрицы.

Фиксация переменных в подсистемах по сильному и слабому взаимодействиям. Матрицы порогового уровня. Конкретные примеры.

8. Слабосвязанные системы.

Выделение диагональных подматриц линейных динамических систем. Оценка радиуса круга, в котором лежат собственные числа указанных подматриц. Модель отклонения движения самолёта.

9. Субоптимальное управление в задачах с обратной связью. Разложение по областям пространственных переменных. Диагональная декомпозиция. Применение метода генерации столбцов.

Задачи с обратной связью. Анализ уравнения Риккати. Искусственное разбиение на подсистемы. Применение к задаче движения тела между круговыми орбитами.

Разбиение области на подобласти в управлении системами с распределёнными параметрами. Построение итеративных методов декомпозиции для сопряжённых решений.

Редукция систем по одинаковым собственным значениям части матрицы.

Сведение к задачам обобщённого математического программирования задач управления с закреплённым концом. Применение декомпозиции Данцига-Вулфа.

10. Точное и приближённое агрегирование.

Правила введения макропеременных. Потеря точности. Восстановление исходных переменных. Выбор агрегирования в линейных системах. Агрегирование в системах с обратной связью. Агрегирование в нелинейных динамических задачах. Агрегирование в экологической модели "хищник-жертва". Агрегирование в межотраслевом балансе.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математические модели устойчивости рынков**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение методики описания возникновения экономических кризисов на примере математических моделей ценообразования вальрасовского типа с запаздыванием;
- знакомство с математическими моделями описания производства с учетом дефицита оборотных средств.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с элементами теории дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом;
- знакомство с элементами теории динамических систем и бифуркаций;
- формирование представления о подходе к описанию возникновения экономических кризисов на примере модели ценообразования с запаздывающим аргументом вальрасовского;
- изучение методов описания депрессивных секторов производства в условиях нестабильной экономической ситуации на основе модификации модели Хаутеккера-Йохансена с учетом дефицита оборотных средств.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы математического моделирования процессов возникновения экономических кризисов;
- современные методы математического моделирования деятельности отраслей производства, функционирующих в условиях дефицита оборотных средств;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем экономико-математического моделирования.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных экономических ситуаций.

**владеть:**

- методами описания кризисных экономических явлений на основе современных достижений теории динамических систем;
- технологией моделирования депрессивного сектора экономики на основе модификаций модели производства Хаутккера-Иохансена.

**Темы и разделы курса:****1. Проблема моделирования возникновения экономических кризисов.**

Элементы теории дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом.

Гипотеза Маршалла о разделении времен, макроэкономические и микроэкономические процессы. Классическая схема макроэкономической модели (“тихоновская” система с малым параметром). Модель ценообразования вальрасовского типа в дискретном времени. Модель ценообразования вальрасовского типа с запаздываниями

Постановка задачи Коши для дифференциальных уравнений с постоянным отклоняющимся (запаздывающим) аргументом. Метод шагов. Теорема существования и единственности решения. Устойчивость и асимптотическая устойчивость решений уравнений с постоянным отклоняющимся аргументом. Исследование устойчивости стационарного решения по первому приближению.

**2. Проблема описания производства в технологически отсталых отраслях промышленности.**

Модернизация модели Хаутккера-Иохансена с учетом дефицита оборотных средств.

Описание деятельности производственного сектора в условиях неэффективности.

Описание модели. Постановка задачи о максимизации математического ожидания денежных доходов собственника производственной единицы за цикл деятельности между двумя последовательными моментами реализации продукции. Геометрическое представление и экономическая интерпретация результата.

Усреднение по времени случайных процессов, описывающих деятельность производственной единицы в модифицированной модели Хаутккера-Иохансена. Общее

описание процесса, нахождение среднего значения. Средний объем средств, замороженных собственником под долгосрочные кредиты производственной единицы. Средний объем средств, замороженный банком под краткосрочные кредиты. Средний коэффициент загрузки производства. Уровень загрузки производства в разных областях функционирования производственной единицы. Область неэффективности.

### 3. Элементы теории динамических систем и бифуркаций.

Бифуркация равновесной цены в модели ценообразования вальрасовского типа с запаздыванием.

Экономическая интерпретация границ устойчивости и бифуркации равновесной цены.

Бифуркация Андронова-Хопфа для дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом. Теорема о центральном многообразии (формулировка).

Постановка задачи. Сведение задачи в бесконечномерном пространстве к конечномерному случаю. Формулировка и доказательство теоремы Хопфа.

Исследование устойчивости равновесной цены в модели ценообразования вальрасовского типа с запаздываниями. Экономическая интерпретация границ устойчивости.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование в иммунологии и медицине**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных методов математической статистики и областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний по фундаментальным механизмам биологических процессов, определяющих развитие заболеваний, методам математического моделирования медико-биологических процессов и их роли в современных исследованиях;
- обучение студентов приемам анализа медико-биологических данных и решения задач в области математического моделирования медико-биологических процессов;
- обучение студентов приемам выполнения исследований в области анализа данных и моделирования медико-биологических процессов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы системной биологии и физиологии;
- механизмы биологических процессов и факторы, определяющие развитие заболеваний;
- типичные задачи анализа медицинских данных и методы их решения;
- примеры приложения методов математического моделирования в области медико-биологических исследований;
- границы применимости изучаемых методов и направления их развития.

##### **уметь:**

- анализировать постановки задач моделирования медико-биологических процессов с целью оценки их адекватности и области применения;

представлять спектр задач математического моделирования в медико-биологических исследованиях, примеры успешных приложений.

**владеть:**

научной картиной мира;

навыками самостоятельной постановки и решения задач моделирования биологических процессов и анализа медико-биологических данных.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовые понятия и процессы системной биологии.

Определение жизни, гипотезы о механизмах зарождения жизни, одноклеточные и многоклеточные организмы. Определение понятий внутренняя среда, гомеостаз, приспособленность, естественный отбор, эволюция. Специализация тканей многоклеточного организма, энергетический бюджет организма, понятия адаптация, трейд-офф. Задачи математического моделирования в системной биологии.

Общие механизмы развития заболеваний. Взаимоотношения организма с вирусами и бактериями. Возможные механизмы повреждения тканей.

2. Математическая модель старения иммунитета. Математическая модель энергетики организма.

Механизмы старения иммунитета. Факторы, влияющие на скорость старения, антигенная нагрузка. Наивные клетки и клетки памяти, репликативный потенциал клеток, антигенный репертуар иммунитета. Построение уравнений модели старения иммунитета. Связь с общим старением организма. Моделирование управления скоростью старения иммунитета.

Поддержание гомеостаза и скорость метаболизма.

Энергетика процессов защиты организма от инфекций, принцип оптимума. Условие устойчивости хронической инфекции.

3. Методы анализа динамики патологического процесса.

Оценка динамики патологического процесса. Приведение индивидуальных траекторий болезни к стандартному виду. Понятие нормальной динамика болезни и допустимых отклонений. Необходимость учета роли иммунитета.

4. Механизмы иммунитета и инфекционных заболеваний. Статистический анализ клинических данных, построение индексов.

Принципы организации и функционирования иммунной системы. Т и В системы иммунитета, принципы иммунного надзора и реагирования. Понятие антигена, клонально-селекционная теория Бернета, принцип двойного распознавания. Сетевая теория иммунного ответа. Оценка роли иммунной системы с точки зрения эволюции. Другие защитные системы организма.

Защитные реакции, их роль в развитии заболевания. Различные типы заболеваний и соответствующие методы терапии. Понятие иммунодефицита и иммуностимуляции.

Типичные задачи клинической медицины. Оценка тяжести болезни, определение тяжести болезни, через понятия гомеостаза. Трудности оценки тяжести болезни. Построение индекса тяжести состояния больного, вид зависимости тяжести от наблюдаемых характеристик состояния. Примеры индексов: лабораторный, клинический, индекс воспаления. Прогноз исхода заболевания.

5. Модель противовирусного иммунного ответа. Оценка параметров, моделирование гепатита. Модель пневмонии. Оценка параметров. Вариационный принцип.

Методы оценки параметров по данным *in vivo* и *in vitro*. Описание тройных взаимодействий через активированный комплекс. Обобщенная картина болезни как физическая модель процесса.

Механизмы специфической и неспецифической защиты. Их роль в поддержании здоровья. Математическая модель воспалительной реакции в легких.

Математическая модель защитной иммунофизиологической реакции в легких. Согласование воспалительной и иммунной реакций.

6. Модель противовирусного иммунного ответа. Построение уравнений.

Принципы построения и обоснования вида уравнений. Предположения модели. Учет пространственной неоднородности процесса и свойств вирусов.

7. Построение базовой модели инфекционного заболевания. Исследование базовой модели инфекционного заболевания.

Простейшая модель инфекционного заболевания. Принципы построения и обоснования уравнений модели.

Аналитическое исследование простейшей модели заболевания. Положение равновесия. Условие устойчивости «здорового состояния» и «хронического заболевания».



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование Земной климатической системы**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами фундаментальных знаний в области принципов математического моделирования общей циркуляции атмосферы, а также в области природы самой общей циркуляции атмосферы.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физики климатической системы;
- обучение студентов принципам построения моделей общей циркуляции атмосферы и модели земной системы в целом;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области динамики и физики климатической системы, а также математического моделирования климатической системы в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем 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 компьютерах;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Зачем нужны модели климатической системы. Уравнения движения вязкой сжимаемой жидкости. Упрощения исходных уравнений. Уравнения геофизической гидродинамики, баротропного вихря. Геострофическое приближение. Различные системы координат. Законы сохранения для уравнений. Необходимость параметризации процессов подсеточного масштаба.

Взаимодействие различных компонент климатической системы. Обратные связи. Концепция бесшовного моделирования климата и погоды. Основные уравнения динамики атмосферы. Приближение гидростатики.

Геострофическое приближение. Термический ветер. Циклострофическое приближение. Волны Россби. Понятие кинетической и доступной потенциальной энергии. Преобразование энергии.

Сферическая система координат.  $Z$ ,  $P$ , сигма и гибридные вертикальные координаты. Осреднение уравнений динамики атмосферы и вклад в них подсеточных процессов. Адвективная и дивергентная форма записи уравнений.

2. Решение уравнений гидротермодинамики конечно-разностным, спектральным и полулагранжевым методом. Схемы по времени. Радиация в атмосфере и ее параметризация. Парниковый эффект.

Принципы построения конечно-разностных схем. Понятие аппроксимации и устойчивости. Простейшие конечно-разностные схемы решения уравнения переноса и теплопроводности. Спектральный и полулагранжевый метод решения уравнений динамики атмосферы.

Уравнения переноса излучения в атмосфере. Оптическая толщина. Методы решения уравнений переноса излучения. Парниковый эффект. Равновесная чувствительность климата к внешнему воздействию. Основные обратные связи, определяющие чувствительность.

3. Турбулентность в пограничном слое и ее описание в моделях. Процессы в почве и на поверхности. Конденсация и формирование облачности. Баланс энергии и воды в атмосфере.

Гипотеза Буссинеска. Аэродинамические формулы расчета потоков с поверхности. Расчет температуры поверхности. Уравнения переноса тепла и влаги в почве. Мерзлота в почве. Необходимость учета испарения с растительности. Устьичное сопротивление.

Вертикальная и бароклинная неустойчивости – основные процессы, приводящие к конденсации водяного пара. Конденсация и испарение осадков. Необходимость параметризации конвекции. Баланс энергии и воды в климатической системе.

4. Углеродный цикл и его взаимодействие с климатом. Химия атмосферы, ее взаимодействие с атмосферной динамикой. Моделирование атмосферных аэрозолей. Электрические явления в атмосфере.

Рассматриваются способы расчета потоков углекислого газа между атмосферой и океаном, растениями и почвой. Рассматриваются обратные связи между изменением климата и углеродным циклом.

Рассматривается взаимодействие динамики и химии атмосферы связанное с эволюцией озона. Излагаются основные принципы моделирования эволюции атмосферных аэрозолей. Рассматривается физика атмосферных электрических явлений и ее представление в моделях климата.

5. Метан в климатической системе и его роль в изменении климата. Взаимодействие климата и ледниковых щитов. Ледниковые периоды и межледниковья. Методы анализа данных моделирования и наблюдений. Статистическая значимость отличия данных численных экспериментов. Эмпирические ортогональные функции, канонический корреляционный анализ.

Стационарные волны северного и южного полушария на различных высотах зимой и летом. Причины возникновения стационарных волн и их роль в динамике атмосферы.

Рассматриваются современные концепции механизмов смены ледниковых периодов и межледниковий и возможности моделирования этих процессов.

Показываются основные методы разделения сигнала от воздействий на климатическую систему и естественной изменчивости. Рассматривается применение эмпирических ортогональных функций и канонического корреляционного анализа в исследовании изменчивости погоды и климата.

6. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата. Современные проблемы моделирования изменений климата.

Рассматривается современное состояние проблемы моделирования климата, его изменений в последние 150-200 лет и возможности прогноза будущих изменений климата.

Рассматриваются возможности искусственного влияния человека на климат с целью смягчения глобального потепления, а также вероятные последствия такого влияния.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование нелинейных процессов**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и получение практических навыков математического моделирования с использованием современных численных методов современных задач механики сплошных сред.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области численного моделирования в механике сплошных сред;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического моделирования;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математического моделирования.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные модели механики сплошных сред;
- основные понятия и принципы численных методов для решения задач механики сплошных сред.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач механики сплошных сред;
- оценивать корректность постановок задач.

##### **владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;

- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов решения задач механики сплошных сред.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Метод МАС.

Одномерное модельное уравнение переноса. Конечно-разностные схемы, устойчивость (метод Неймана, метод дифференциальных приближений), монотонность. Метод МАС (структура ячейки, конечно-разностная схема, маркеры). Метод SMAC и другие модификации метода МАС.

#### 2. Метод расщепления по физическим факторам для расчетов течений несжимаемой жидкости.

Метод расщепления по физическим факторам для расчетов течений несжимаемой жидкости (МЕРАНЖ). Построение гибридной конечно-разностной схемы МЕРАНЖ для одномерного модельного уравнения. Конечно-разностная схема, аппроксимация, схемная диссипация, монотонность. Сопоставление с известными схемами первого (Годунов), второго (Мак Кормак), третьего (Холодов) порядков точности. Постановка задачи и ее дискретизация для случая двух пространственных переменных - потоковый вариант записи разностных уравнений. Расчет давления в приграничных ячейках (Истон). Прямые и итерационные методы решения уравнения Пуассона.

#### 3. Основные принципы математического моделирования.

Введение. Математическое моделирование (ММ) и его место в научных исследованиях и автоматизации проектирования. Основные принципы математического моделирования. ММ нелинейных процессов механики сплошной среды.

#### 4. Примеры решения конкретных задач.

Обобщение метода на случаи течений со свободной поверхностью, течений неоднородной по плотности жидкости, пространственных течений. Примеры расчетов конкретных задач. Построение пакета прикладных программ. Примеры практического использования пакета.

#### 5. Проблемы моделирования турбулентности.

Основные математические модели турбулентности, их свойства, сравнение.

#### 6. Сеточно-характеристические методы.

Область применения, особенности реализации, примеры использования.

#### 7. Уравнения несжимаемой жидкости.

Законы сохранения и уравнения движения несжимаемой жидкости в примитивных переменных и в переменных вихрь-функция тока. Консервативная форма уравнений. Постановка задач. Граничные условия на твердой поверхности. Условия Тома, Вудса.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование при разработке лекарственных препаратов**

#### **Цель дисциплины:**

Цель курса – ознакомить слушателей с основными концепциями и подходами в области рационального дизайна лекарственных препаратов, включая получение навыков работы с распространенными базами данных и форматами представления информации и структуре химических соединений, представлений о молекулярном моделировании, докинге и прочих подходах виртуального скрининга, вычислительных подходах для предсказания свойств химических соединений и их биологической активности.

#### **Задачи дисциплины:**

- Моделирование структуры и динамики молекулярных соединений и белков.
- Биоинформатические подходы для поиска перспективных мишеней лекарственных препаратов. Молекулярный докинг.
- Высокопроизводительный виртуальный скрининг потенциальных лекарственных препаратов. Построение QSAR моделей.
- Применение нейронных сетей для задач молекулярной фармакологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методику извлечения и анализа интересующей научно-технической информации по компьютерному дизайну лекарственных соединений, компьютерному поиску и моделированию мишеней лекарственных соединений;
- основные термины и понятия из области рационального компьютерного дизайна лекарственных соединений и молекулярного моделирования;
- основные методы и подходы для поиска перспективных мишеней лекарственных соединений, рационального компьютерного дизайна таких соединений, а также оценки их физико-химических и ADME профилей компьютерными методами.

##### **уметь:**

- самостоятельно осуществлять поиск специальной литературы и выбирать эффективные методы решения согласно поставленным прикладным задачам;
- использовать основные методы компьютерного молекулярного моделирования, компьютерного дизайна, высокопроизводительного компьютерного скрининга для поиска новых лекарственных соединений;
- использовать компьютерные методы для оценки физико-химических и ADME профилей химических соединений.

**владеть:**

- теоретическим материалом для постановки и решения различных задач рационального компьютерного дизайна лекарственных соединений и необходимого для самостоятельной работы;
- методами компьютерного моделирования для решения прикладных задач рационального компьютерного дизайна лекарственных соединений;
- навыками сбора, обработки и анализа необходимой информации для решения поставленной задачи;
- основными методами представления полученных результатов в виде научной статьи, доклада, презентации или лекции.

**Темы и разделы курса:**

1. Компьютерное представление структур молекул и методы оптимизации их геометрии, химические базы данных. Моделирование структуры и динамики белков

Источники информации о пространственной структуре молекул. Подходы к моделированию молекул на основе классической и квантовой механики. Силовые поля. Оптимизация геометрии молекул, анализ конформационного пространства.

Источники информации о структуре белков и белковых комплексов. Построение молекулярных моделей белков de novo и по гомологии. Общие представления о методе молекулярной динамики.

2. Биоинформатические подходы для поиска перспективных мишеней лекарственных препаратов Молекулярный докинг.

Анализ омиксных данных для поиска перспективных белковых мишеней для лекарственных препаратов. Анализ дифференциальной экспрессии генов и сигнальных путей.

Сущность метода молекулярного докинга и его проблемы. Алгоритмы молекулярного докинга. Оценочные функции.



3. Скрининг веществ на основе информации о лиганде: фармакофорный поиск  
Высокопроизводительный виртуальный скрининг потенциальных лекарственных препаратов.

Понятие фармакофора. Методы совмещения молекул.

Подготовка библиотек соединений для виртуального скрининга. Фильтрация результатов виртуального скрининга.

4. Построение QSAR моделей. Применение нейронных сетей для задач молекулярной фармакологии.

Сущность QSAR. Прямая и обратная задачи. Молекулярные дескрипторы. Надежность QSAR моделей.

Общий обзор методов машинного обучения и искусственного интеллекта. Подходы к представлению структуры молекул, фингерпринты. Применение нейронных сетей для предсказания физико-химических и ADME свойств молекул. Примеры применения генеративных сетей (GAN) для генерации новых соединений с заданными свойствами.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование транспортных потоков**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам математического моделирования транспортных потоков.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области математического моделирования транспортных потоков;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического моделирования транспортных потоков;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математического моделирования транспортных потоков.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач математического моделирования транспортных потоков;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач математического моделирования транспортных потоков, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области математического моделирования транспортных потоков в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач математического моделирования транспортных потоков (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов математического моделирования транспортных потоков;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Гидродинамические модели транспортных потоков.

Обобщенные решения законов сохранения. Метод исчезающей вязкости. Модель Лайтхилла-Уизема.

Задача об эволюции затора в транспортном потоке. Автомодельные решения. Промежуточная асимптотика. Гипотеза И.М. Гельфанда и теоремы Ильина-Олейник, Кружкова-Петросян, Хенкина-Шананина.

Схема Годунова. Модель клеточных автоматов К. Даганзо. Подход группы А.Б. Куржанского к управлению транспортными потоками. Модели более высокого порядка (А.С. Холодова и др.).

2. Равновесные модели транспортных потоков.

Концепция равновесия макросистемы (понятие экстремали Больцмана) и принцип максимума энтропии. Теоремы Батищевой-Веденяпина и Малышева-Пирогова-Рыбко. Краткий обзор подходов ИСА РАН (Ю.С. Попков, В.И. Швецов).

Эволюционная теория игр и дарвиновский отбор. Связь с концепцией равновесия макросистем и принципом эволюционной оптимальности В.Н. Разжевайкина.

Вывод энтропийной модели расчета матрицы корреспонденций, BMW модели равновесного распределения транспортных потоков.

Модель стабильной динамики (Нестерова-де Пальмы) и эволюционное обобщение интерпретации Л.В. Канторовича двойственных множителей.

Концепция конкурентного равновесия (случай седловой точки в выпукло-вогнутой задаче) и ее эволюционные аспекты.

Многостадийные модели равновесного распределения транспортных потоков.

Эффективные, содержательно интерпретируемые, численные методы поиска транспортно-экономических равновесий. Метод потенциалов Канторовича-Гавурина. Метод зеркального спуска и метод двойственных усреднений Ю.Е. Нестерова. Связь с онлайн оптимизацией и с концепцией ограниченной рациональности.

Механизм Викри-Кларка-Гроуса и платные дороги. Идеи метаигрового синтеза.

### 3. Стохастические модели транспортных потоков.

Сети (Джексона) массового обслуживания. Теорема Гордона-Ньюэлла. Термодинамический предельный переход. Метод большого канонического ансамбля. Изучение фазового перехода по Малышеву-Замятину и Л.Г. Афанасьевой.

Случайные графы, степенные законы, модели роста сетей. Неравенства Талагранна, Азума-Хеффдинга и теоремы Райгородского-Гречникова и др.

Процессы с запретами. Эргодические свойства транспортного потока. Теорема М.Л. Бланка.

### 4. Алгоритмические аспекты моделирования транспортных потоков.

Задачи на графах. Кратчайший путь. Максимальный поток. Транспортная задача. Некоторые релаксации.

Задача Штейнера. Задача Монжа. Подход Л.В. Канторовича.

### 5. Статистические аспекты моделирования транспортных потоков.

Интеллектуальный анализ транспортных данных. Метод наибольшего правдоподобия в форме В.Г. Спокойного. Приложение к идентификации параметров модели расчета матрицы корреспонденций.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование транспортных потоков**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам математического моделирования транспортных потоков.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области математического моделирования транспортных потоков;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического моделирования транспортных потоков;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математического моделирования транспортных потоков.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач математического моделирования транспортных потоков;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач математического моделирования транспортных потоков, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области математического моделирования транспортных потоков в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач математического моделирования транспортных потоков (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов математического моделирования транспортных потоков;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Гидродинамические модели транспортных потоков.

Обобщенные решения законов сохранения. Метод исчезающей вязкости. Модель Лайтхилла-Уизема.

Задача об эволюции затора в транспортном потоке. Автомодельные решения. Промежуточная асимптотика. Гипотеза И.М. Гельфанда и теоремы Ильина-Олейник, Кружкова-Петросян, Хенкина-Шананина.

Схема Годунова. Модель клеточных автоматов К. Даганзо. Подход группы А.Б. Куржанского к управлению транспортными потоками. Модели более высокого порядка (А.С. Холодова и др.).

2. Равновесные модели транспортных потоков.

Концепция равновесия макросистемы (понятие экстремали Больцмана) и принцип максимума энтропии. Теоремы Батищевой-Веденяпина и Малышева-Пирогова-Рыбко. Краткий обзор подходов ИСА РАН (Ю.С. Попков, В.И. Швецов).

Эволюционная теория игр и дарвиновский отбор. Связь с концепцией равновесия макросистем и принципом эволюционной оптимальности В.Н. Разжевайкина.

Вывод энтропийной модели расчета матрицы корреспонденций, BMW модели равновесного распределения транспортных потоков.

Модель стабильной динамики (Нестерова-де Пальмы) и эволюционное обобщение интерпретации Л.В. Канторовича двойственных множителей.

Концепция конкурентного равновесия (случай седловой точки в выпукло-вогнутой задаче) и ее эволюционные аспекты.

Многостадийные модели равновесного распределения транспортных потоков.

Эффективные, содержательно интерпретируемые, численные методы поиска транспортно-экономических равновесий. Метод потенциалов Канторовича-Гавурина. Метод зеркального спуска и метод двойственных усреднений Ю.Е. Нестерова. Связь с онлайн оптимизацией и с концепцией ограниченной рациональности.

Механизм Викри-Кларка-Гроуса и платные дороги. Идеи метаигрового синтеза.

### 3. Стохастические модели транспортных потоков.

Сети (Джексона) массового обслуживания. Теорема Гордона-Ньюэлла. Термодинамический предельный переход. Метод большого канонического ансамбля. Изучение фазового перехода по Малышеву-Замятину и Л.Г. Афанасьевой.

Случайные графы, степенные законы, модели роста сетей. Неравенства Талагранна, Азума-Хеффдинга и теоремы Райгородского-Гречникова и др.

Процессы с запретами. Эргодические свойства транспортного потока. Теорема М.Л. Бланка.

### 4. Алгоритмические аспекты моделирования транспортных потоков.

Задачи на графах. Кратчайший путь. Максимальный поток. Транспортная задача. Некоторые релаксации.

Задача Штейнера. Задача Монжа. Подход Л.В. Канторовича.

### 5. Статистические аспекты моделирования транспортных потоков.

Интеллектуальный анализ транспортных данных. Метод наибольшего правдоподобия в форме В.Г. Спокойного. Приложение к идентификации параметров модели расчета матрицы корреспонденций.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование транспортных потоков**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам математического моделирования транспортных потоков.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области математического моделирования транспортных потоков;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического моделирования транспортных потоков;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математического моделирования транспортных потоков.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;



- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач математического моделирования транспортных потоков;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач математического моделирования транспортных потоков, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области математического моделирования транспортных потоков в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач математического моделирования транспортных потоков (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов математического моделирования транспортных потоков;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Гидродинамические модели транспортных потоков.

Обобщенные решения законов сохранения. Метод исчезающей вязкости. Модель Лайтхилла-Уизема.

Задача об эволюции затора в транспортном потоке. Автомодельные решения. Промежуточная асимптотика. Гипотеза И.М. Гельфанда и теоремы Ильина-Олейник, Кружкова-Петросян, Хенкина-Шананина.

Схема Годунова. Модель клеточных автоматов К. Даганзо. Подход группы А.Б. Куржанского к управлению транспортными потоками. Модели более высокого порядка (А.С. Холодова и др.).

2. Равновесные модели транспортных потоков.

Концепция равновесия макросистемы (понятие экстремали Больцмана) и принцип максимума энтропии. Теоремы Батищевой-Веденяпина и Малышева-Пирогова-Рыбко. Краткий обзор подходов ИСА РАН (Ю.С. Попков, В.И. Швецов).

Эволюционная теория игр и дарвиновский отбор. Связь с концепцией равновесия макросистем и принципом эволюционной оптимальности В.Н. Разжевайкина.

Вывод энтропийной модели расчета матрицы корреспонденций, BMW модели равновесного распределения транспортных потоков.

Модель стабильной динамики (Нестерова-де Пальмы) и эволюционное обобщение интерпретации Л.В. Канторовича двойственных множителей.

Концепция конкурентного равновесия (случай седловой точки в выпукло-вогнутой задаче) и ее эволюционные аспекты.

Многостадийные модели равновесного распределения транспортных потоков.

Эффективные, содержательно интерпретируемые, численные методы поиска транспортно-экономических равновесий. Метод потенциалов Канторовича-Гавурина. Метод зеркального спуска и метод двойственных усреднений Ю.Е. Нестерова. Связь с онлайн оптимизацией и с концепцией ограниченной рациональности.

Механизм Викри-Кларка-Гроуса и платные дороги. Идеи метаигрового синтеза.

### 3. Стохастические модели транспортных потоков.

Сети (Джексона) массового обслуживания. Теорема Гордона-Ньюэлла. Термодинамический предельный переход. Метод большого канонического ансамбля. Изучение фазового перехода по Малышеву-Замятину и Л.Г. Афанасьевой.

Случайные графы, степенные законы, модели роста сетей. Неравенства Талагранна, Азума-Хеффдинга и теоремы Райгородского-Гречникова и др.

Процессы с запретами. Эргодические свойства транспортного потока. Теорема М.Л. Бланка.

### 4. Алгоритмические аспекты моделирования транспортных потоков.

Задачи на графах. Кратчайший путь. Максимальный поток. Транспортная задача. Некоторые релаксации.

Задача Штейнера. Задача Монжа. Подход Л.В. Канторовича.

### 5. Статистические аспекты моделирования транспортных потоков.

Интеллектуальный анализ транспортных данных. Метод наибольшего правдоподобия в форме В.Г. Спокойного. Приложение к идентификации параметров модели расчета матрицы корреспонденций.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование транспортных потоков**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам математического моделирования транспортных потоков.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области математического моделирования транспортных потоков;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического моделирования транспортных потоков;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математического моделирования транспортных потоков.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

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

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач математического моделирования транспортных потоков;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач математического моделирования транспортных потоков, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области математического моделирования транспортных потоков в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач математического моделирования транспортных потоков (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов математического моделирования транспортных потоков;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Гидродинамические модели транспортных потоков.

Обобщенные решения законов сохранения. Метод исчезающей вязкости. Модель Лайтхилла-Уизема.

Задача об эволюции затора в транспортном потоке. Автомодельные решения. Промежуточная асимптотика. Гипотеза И.М. Гельфанда и теоремы Ильина-Олейник, Кружкова-Петросян, Хенкина-Шананина.

Схема Годунова. Модель клеточных автоматов К. Даганзо. Подход группы А.Б. Куржанского к управлению транспортными потоками. Модели более высокого порядка (А.С. Холодова и др.).

2. Равновесные модели транспортных потоков.

Концепция равновесия макросистемы (понятие экстремали Больцмана) и принцип максимума энтропии. Теоремы Батищевой-Веденяпина и Малышева-Пирогова-Рыбко. Краткий обзор подходов ИСА РАН (Ю.С. Попков, В.И. Швецов).

Эволюционная теория игр и дарвиновский отбор. Связь с концепцией равновесия макросистем и принципом эволюционной оптимальности В.Н. Разжевайкина.

Вывод энтропийной модели расчета матрицы корреспонденций, BMW модели равновесного распределения транспортных потоков.

Модель стабильной динамики (Нестерова-де Пальмы) и эволюционное обобщение интерпретации Л.В. Канторовича двойственных множителей.

Концепция конкурентного равновесия (случай седловой точки в выпукло-вогнутой задаче) и ее эволюционные аспекты.

Многостадийные модели равновесного распределения транспортных потоков.

Эффективные, содержательно интерпретируемые, численные методы поиска транспортно-экономических равновесий. Метод потенциалов Канторовича-Гавурина. Метод зеркального спуска и метод двойственных усреднений Ю.Е. Нестерова. Связь с онлайн оптимизацией и с концепцией ограниченной рациональности.

Механизм Викри-Кларка-Гроуса и платные дороги. Идеи метаигрового синтеза.

### 3. Стохастические модели транспортных потоков.

Сети (Джексона) массового обслуживания. Теорема Гордона-Ньюэлла. Термодинамический предельный переход. Метод большого канонического ансамбля. Изучение фазового перехода по Малышеву-Замятину и Л.Г. Афанасьевой.

Случайные графы, степенные законы, модели роста сетей. Неравенства Талагранна, Азума-Хеффдинга и теоремы Райгородского-Гречникова и др.

Процессы с запретами. Эргодические свойства транспортного потока. Теорема М.Л. Бланка.

### 4. Алгоритмические аспекты моделирования транспортных потоков.

Задачи на графах. Кратчайший путь. Максимальный поток. Транспортная задача. Некоторые релаксации.

Задача Штейнера. Задача Монжа. Подход Л.В. Канторовича.

### 5. Статистические аспекты моделирования транспортных потоков.

Интеллектуальный анализ транспортных данных. Метод наибольшего правдоподобия в форме В.Г. Спокойного. Приложение к идентификации параметров модели расчета матрицы корреспонденций.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование турбулентных течений**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в численном моделировании турбулентных течений, изучение некоторых аналитических методов исследования неустойчивости, ознакомление с пакетами прикладных задач для решения соответствующих задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области математического моделирования турбулентных течений как дисциплины, интегрирующей подготовку специалистов в области математической физики и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания математических моделей турбулентных течений, умение пользоваться как существующими пакетами программ, так и создание новых;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области математического моделирования турбулентных течений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;

применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

**уметь:**

эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;

использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

логикой в научном творчестве;

научной картиной мира;

математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Вейвлет анализ. Системы с замкнутой магнитной конфигурацией. Комплекс программ NUT.

Вейвлет преобразование. Фильтры. Локальное усреднение. Дискретное преобразование Фурье.

Пинч-эффект. Сужение плазмы в плазменный шнур. Неустойчивый плазменный шнур. Стабилизация плазменного шнура магнитным полем.

Пакет программ. Постановка начальных и граничных условий для решения задач различных гидродинамических неустойчивостей. Использование пакета программ для расчетов на многопроцессорных вычислительных системах.

2. Гидродинамическая неустойчивость.

Основные виды гидродинамических неустойчивостей. Неустойчивость Рэля-Тейлора, неустойчивость Рихтмайера-Мешкова, неустойчивость Гельмгольца. Турбулентное перемешивание жидкостей.

3. Дисперсионные соотношения для неустойчивости Рэлея-Тейлора. Анализ фундаментальных событий.

Аналитический вывод дисперсионных соотношений для различных видов симметрии. Получение уравнений для массы, циркуляции.

4. Инкремент. Ширина зоны перемешивания.

Аналитический вывод уравнения для нахождения инкремента. Зависимость инкремента неустойчивости от формы симметрии (плоская, сферическая, цилиндрическая). Физический смысл инкремента.

Теоретическое предсказание ширины зоны перемешивания. Зависимость ширины зоны перемешивания от конфигурации границы. Различные способы нахождения ширины зоны перемешивания в численном эксперименте.

5. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца.

Постановка задачи. Плоский случай течения ограниченных слоев жидкости. Влияние размеров струи. Различные виды симметрии.

6. Неустойчивость Рихтмайера-Мешкова.

Ударная волна. Прохождение ударной волны через границу между двумя газами. Скорость прошедшей и отраженной ударной волны. Скорость контактной границы. Влияние симметрии на инкремент.

7. Неустойчивость Рэлея - Тейлора.

Гравитационная неустойчивость. Постановка задачи для несжимаемой жидкости в плоском случае. Постановка начальных и граничных условий. Система уравнений для малых возмущений. Нахождение аналитического решения. Влияние цилиндрической и сферической геометрии на развитие неустойчивости.

8. Термодинамика ядерного синтеза.

Энергетический выигрыш ядерной реакции. Основные виды реакций ядерного синтеза. Критерий Лоусона. Водородная бомба.

9. Управляемый термоядерный синтез.

Получение полезной термоядерной энергии. Временные и температурные условия для УТС. Магнитное удержание плазмы.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Математическое моделирование эколого-экономических систем**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области математического моделирования эколого-экономических систем, изучение способов создания моделей эколого-экономических систем и методов их исследования, а также областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области математического моделирования эколого-экономических систем как дисциплины, интегрирующей методы математического моделирования экономических и экологических систем и обеспечивающей математические основы современных сфер деятельности в области информационно-коммуникационных технологий;
- обучение студентов принципам создания моделей в области экономики и экологии, выявление особенностей их функциональных характеристик;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области математического моделирования эколого-экономических систем в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в экономике, экологии и их приложениях;
- законы сохранения (балансовые соотношения в экономике, круговорот элементов в экологии);
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;

- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных экономических ситуаций и экологических явлений;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием экономических и экологических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Модель сражения Ланкастера. Жесткая и мягкая модель

Простейшая динамическая модель экономики страны и ее идентификация.

Модель лесной экосистемы на основе углеродного цикла

Задание N 1. Идентифицировать параметры модели регулирования экологических последствий экономического роста по текущим статистическим данным заданной страны.

Изучение теоретической части "Устойчивое развитие и окружающая среда " (Принцип коэволюции, Технологические изменения, Экологический мониторинг, Цель исследования, Описание экономических механизмов, Структурная модель экосистемы, Механизм общественного воздействия, Описание эколого-экономической системы) электронной лабораторной работы "Модель регулирования экологических последствий экономического роста" <http://www.ccas.ru/mmes/educat/lab02k/index.html>

2. Экономико-демографическая модель. Модель банковской системы. Линейные модели международной торговли

Задание N 3. Верифицировать модель по событиям в последние десятилетия по данным заданной страны.

Изучение теоретической части "Модель экономики" (Образование новой фирмы, Динамика производственной мощности фирмы, Загрузка производственной мощности фирмы, Финансовый баланс фирмы, Отношения фирмы с банковской системой, Важность учета резервных мощностей) электронной лабораторной работы "Модель регулирования экологических последствий экономического роста"  
<http://www.ccas.ru/mmes/educat/lab02k/index.html>

Проведение численных экспериментов с моделью "Модель регулирования экологических последствий экономического роста" (Параметры модели, Структура модели, Механизм формирования предельного уровня загрязнения, Отклонение от сбалансированного начала, Учет резервных мощностей, Как работают с математическими моделями эколого-экономических систем, Выполнение заданий лабораторной работы)  
<http://www.ccas.ru/mmes/educat/lab02k/index.html>

3. Образование и наука как отрасли общественного производства. Введение в параллельное мышление. Модель инвестиционной политики фирм в рыночной экономике.

Изучение теоретической части "Модель экологии – модель воздействия промышленных загрязнений на экосистему" (Потоковая схема модели круговорота углерода, Динамика запаса углерода, Скорости фиксации углерода зеленой фитомассой, Замыкание модели экосистемы, Калибровка и проверка работоспособности) электронной лабораторной работы "Модель регулирования экологических последствий экономического роста"  
<http://www.ccas.ru/mmes/educat/lab02k/index.html>

Задание N 2. Идентифицировать начальные данные модели по текущим статистическим данным заданной страны. Задание N 2. Идентифицировать начальные данные модели по текущим статистическим данным заданной страны.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Машинное обучение в компьютерном зрении**

#### **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 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. 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.

#### 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.
- Задача отсева выбросов. Робастная непараметрическая регрессия. Алгоритм LOWESS.
- Задача отбора эталонов. Понятие отступа. Алгоритм СТОЛП.
- Задача отбора признаков. Жадный алгоритм построения метрики.

#### 2. Логические методы классификации. Градиентные методы обучения

## 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.

## Градиентные методы обучения

- Линейный классификатор, модель МакКаллока-Питтса, непрерывные аппроксимации пороговой функции потерь.
- Метод стохастического градиента SG.
- Метод стохастического среднего градиента SAG.
- Частные случаи: адаптивный линейный элемент ADALINE, персептрон Розенблатта, правило Хэбба.
- Теорема Новикова о сходимости. Доказательство теоремы Новикова
- Эвристики: инициализация весов, порядок предъявления объектов, выбор величины градиентного шага, «выбивание» из локальных минимумов.

- Проблема мультиколлинеарности и переобучения, регуляризация или редукция весов (weight decay).
- Вероятностная постановка задачи классификации. Принцип максимума правдоподобия.
- Вероятностная интерпретация регуляризации, совместное правдоподобие данных и модели. Принцип максимума апостериорной вероятности.
- Гауссовский и лапласовский регуляризаторы.
- Логистическая регрессия. Принцип максимума правдоподобия и логарифмическая функция потерь. Метод стохастического градиента для логарифмической функции потерь. Сглаженное правило Хэбба. Многоклассовая логистическая регрессия. Регуляризованная логистическая регрессия. Калибровка Платта.

### 3. Метод опорных векторов. Многомерная линейная регрессия

#### 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

#### 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.

#### 4. Нелинейная регрессия. Прогнозирование временных рядов. Критерии выбора моделей и методы отбора признаков

##### 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.

##### 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.

##### 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.



- Агрегированные и многоступенчатые критерии.
- 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).

## 5. Байесовская классификация и оценивание плотности. Кластеризация и частичное обучение. Поиск ассоциативных правил

### 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.

#### 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 редуктивности. Псевдокод редуктивной 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.

#### 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.

## 6. Нейронные сети. Нейронные сети глубокого обучения

### Нейронные сети

- Биологический нейрон, модель МакКаллока-Питтса как линейный классификатор. Функции активации.
- Проблема полноты. Задача исключающего или. Полнота двухслойных сетей в пространстве булевых функций.
- Теоремы Колмогорова, Стоуна, Горбаня (без доказательства).
- Алгоритм обратного распространения ошибок.
- Эвристики: формирование начального приближения, ускорение сходимости, диагональный метод Левенберга-Марквардта. Проблема «паралича» сети.
- Метод послойной настройки сети.
- Подбор структуры сети: методы постепенного усложнения сети, оптимальное прореживание нейронных сетей (optimal brain damage).
- Нейронная сеть Кохонена. Конкуренционное обучение, стратегии WTA и WTM.
- Самоорганизующаяся карта Кохонена. Применение для визуального анализа данных. Искусство интерпретации карт Кохонена.

#### Нейронные сети глубокого обучения

- Быстрые методы стохастического градиента: Поляка, Нестерова, AdaGrad, RMSProp, AdaDelta, Adam, Nadam.
- Проблема взрыва градиента и эвристика gradient clipping
- Метод случайных отключений нейронов (Dropout). Интерпретации Dropout. Обратный Dropout и L2-регуляризация.
- Функции активации ReLU и PReLU.
- Свёрточные нейронные сети (CNN). Свёрточный нейрон. Pooling нейрон. Выборка размеченных изображений ImageNet.
- Идея обобщения CNN на любые структурированные данные.
- Рекуррентные нейронные сети (RNN). Обучение рекуррентных сетей: Backpropagation Through Time (BPTT).
- Сети долгой кратковременной памяти (Long short-term memory, LSTM)

#### 7. 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.
- Градиентный бустинг. Стохастический градиентный бустинг.
- Простое голосование (комитет большинства). Алгоритм ComBoost. Идентификация нетипичных объектов (выбросов).
- Преобразование простого голосования во взвешенное.
- Обобщение на большое число классов.
- Решающий список (комитет старшинства). Алгоритм обучения. Стратегия выбора классов для базовых алгоритмов.

## 8. Эвристические, стохастические, нелинейные композиции . Ранжирование

### Эвристические, стохастические, нелинейные композиции

- Стохастические методы: бэггинг и метод случайных подпространств.
- 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.
- Нелинейная монотонная корректирующая операция. Случай классификации. Случай регрессии. Задача монотонизации выборки, изотонная регрессия.

### 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.

## 9. Рекомендательные системы. Тематическое моделирование

### 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).

#### 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.

#### 10. 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.

## 11. 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: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Машинное обучение и анализ данных**

#### **Цель дисциплины:**

В курсе показано, как проходит полный цикл анализа, от сбора данных до выбора оптимального решения и оценки его качества. Студенты научатся пользоваться современными аналитическими инструментами и адаптировать их под особенности конкретных задач.

#### **Задачи дисциплины:**

Студенты освоят основные темы, необходимые в работе с большим массивом данных, в т.ч. современные методы классификации и регрессии, поиск структуры в данных, проведение экспериментов, построение выводов, базовая фундаментальная математика, основы программирования на Python.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Принципы построения композиций (ансамблей).
- Модель случайного леса и метод градиентного бустинга.
- Оценивание обобщающей способности алгоритмов.
- Подбор параметров модели.
- Универсальные методы оценки параметров и проверки гипотез, корреляции и причинно-следственные связи.

##### **уметь:**

- Строить матричные разложения.
- Строить предсказывающие алгоритмы.
- Решать задачу тематического моделирования.
- Понижать размерность данных.
- Искать аномалии.

- Визуализировать многомерные данные.
- Превращать данные в выводы.
- Решать задачи в области анализа текста и информационного поиска, коллаборативной фильтрации и рекомендательных системы, бизнес-аналитики, прогнозирования временных рядов.
- Извлекать признаки из разнородных данных.
- Сводить задачу заказчика к формальной постановке задачи машинного обучения.
- Проверять качество построенной модели на исторических данных и в онлайн-эксперименте.

**владеть:**

- Библиотеками, полезными для анализа данных, например, NumPy, SciPy, Matplotlib и Pandas.
- Техник организации эксперимента.
- Техник A/B-тестирования.

**Темы и разделы курса:**

1. Обучение на размеченных данных

- a. Машинное обучение и линейные модели
- b. Борьба с переобучением и оценивание качества
- c. Линейные модели: классификация и практические аспекты
- d. Решающие деревья и композиции алгоритмов
- e. Нейронные сети и обзор методов

2. Поиск структуры в данных

- a. Кластеризация
- b. Понижение размерности и матричные разложения
- c. Визуализация и поиск аномалий
- d. Тематическое моделирование

3. Математика и Python для анализа данных

- a. Python и Anaconda
- b. Основы математики для машинного обучения



- c. Библиотеки Python и линейная алгебра
- d. Оптимизация и матричные разложения
- e. Случайность. Базовые концепции теории вероятностей и статистики

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **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.

#### **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:**

универсальные методы оценки параметров и проверки гипотез, корреляции и причинно-следственные связи;

##### **уметь:**

превращать данные в выводы;

решать задачи в области анализа текста и информационного поиска, коллаборативной фильтрации и рекомендательных системы, бизнес-аналитики, прогнозировании временных рядов;

извлекать признаки из разнородных данных;

сводить задачу заказчика к формальной постановке задачи машинного обучения

проверять качество построенной модели на исторических данных и в онлайн-эксперименте;

##### **владеть:**

Техникой организации эксперимента;

Техникой A/B-тестирования.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Построение выводов по данным

Интервалы и гипотезы

АБ-тестирование

Закономерности и зависимости

Ключевые аспекты анализа данных

### 2. Прикладные задачи анализа данных

Задачи бизнес-аналитики

Анализ медиа

Задачи бизнес-аналитики

Анализ медиа

Анализ текстов

Рекомендации и ранжирование

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы анализа данных и распознавания**

#### **Цель дисциплины:**

изучение современных подходов, моделей, алгоритмов анализа данных и решения задач распознавания, классификации, нахождения зависимостей.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области методов анализа данных и распознавания (МАДР);
- приобретение теоретических знаний в области анализа прецедентных данных в условиях их частичной противоречивости и неполноты;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области МАДР;
- формирование навыков применения МАДР при исследовании экспериментальных, статистических или экспертных данных при выполнении студентами выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и методы теории распознавания по прецедентам и анализа данных;
- современные проблемы анализа данных, теории распознавания, классификации, поиска зависимостей;
- методы и подходы решения практических задач анализа данных и классификации коллективами алгоритмов;
- программные средства решения основных задач анализа данных и классификации.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач в различных предметных областях;

- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента, выбирать правильно параметры методов, адекватные размерности обучающих выборок;
- делать качественные и количественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать оптимальные алгоритмы классификации и правильно оценивать степень их точности и достоверности;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- планировать оптимальное проведение обучения по прецедентам;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**Владеть:**

- навыками анализа большого объема частично противоречивых и неполных признаков описаний;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории с использованием современных компьютерных технологий;
- культурой постановки и планирования последовательности решения задач анализа данных и классификации;
- навыками грамотной обработки статистических многомерных данных, оформления результатов численных расчетов и их сопоставления с теоретическими оценками;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками анализа реальных задач из различных предметных областей на уровне отдельных подходов и коллективами алгоритмов.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные понятия. Модели распознавания, основанные на принципе частичной прецедентности.

Основные понятия теории распознавания по прецедентам. Признаковые описания, обучающие выборки, компактность, задачи распознавания, кластерного анализа, восстановления регрессий, прогнозирования, поиска закономерностей. Примеры практических применений. Стандартная обучающая информация. Функционал качества распознавания. Тестовый алгоритм, алгоритмы с представительными наборами. Модели алгоритмов вычисления оценок. Эффективные формулы вычисления оценок.

2. Информативность признаков и эталонов, методы оценки информативности.

Различные подходы и методы определения информативности признаков и эталонов. Вычисление оценок информативности. Поиск информативных систем признаков как

дискретная оптимизационная задача. Приближенный метод нахождения оптимального признакового подпространства, основанный на применении логических корреляций признаков и методов кластеризации

### 3. Логические закономерности классов, их поиск и применение в задачах классификации.

Логические закономерности классов, логические описания классов, минимальные и сокращенные описания. Построение решающих функций в моделях голосования по системам логических закономерностей. Нахождение логических закономерностей классов как решение специализированных задач дискретной оптимизации. Поиск логических закономерностей классов с частотным и стандартным критериями качества.

Генетические алгоритмы поиска. Кроссовер, мутация, операторы отбора. Генетический алгоритм поиска логических закономерностей классов.

### 4. Модели распознавания, основанные на построении бинарных решающих деревьев.

Бинарные решающие деревья. Признаковые предикаты. Представление разбиения дискретного единичного куба в виде бинарного решающего дерева. Алгоритм построения допустимого разбиения. Алгоритмы построения бинарного решающего дерева по прецедентам, практические методы обрезания деревьев.

### 5. Алгоритмы распознавания, основанные на построении линейных и кусочно-линейных разделяющих поверхностей

Минимизация эмпирического риска. Правило постоянного приращения, теорема Новикова. Поиск максимальной совместной подсистемы системы линейных неравенств. Линейные и кусочно-линейные разделяющие поверхности. Линейная машина. Линейный дискриминант Фишера. Методы построения линейных разделяющих функций (релаксационные методы, псевдообращения, методы линейного программирования). Метод комитетов.

### 6. Модели распознавания, основанные на построении нелинейных разделяющих поверхностей

Построение полиномиальных разделяющих поверхностей, переход в спрямляющее пространство. Метод потенциальных функций, процедура обучения метода, метод группового учета аргументов. Метод опорных векторов. Сведение задачи построения разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором к задаче квадратичного программирования. Случай линейной неразделимости классов. Метод опорных векторов и спрямляющее признаковое пространство. Связь метода опорных векторов и метода потенциальных функций.

### 7. Нейросетевые модели классификации

Нейросетевые алгоритмы распознавания. Общие понятия. Алгоритм обратного распространения ошибки. Сети Кохонена и Хопфильда, алгоритмы обучения Хэбба, сети встречного распространения, мультипликативные нейронные сети, теорема Колмогорова.

### 8. ROC-анализ и AUC- оптимальные классификаторы.

Определение ROC-кривых как выбор оптимальных классификаторов. Определение таблицы сопряженности, точки отсечения, ошибки I и II рода, чувствительные и специфичные тесты. Практическое построение и анализ ROC-кривых в моделях классификации.

#### 9. Статистическая теория распознавания

Байесовское решающее правило. Байесовский риск. Классификация с минимальным уровнем ошибок. Классификаторы, разделяющие функции и поверхности решений. Вероятности ошибок, случай нормальной плотности, махаланобисово расстояние, дискретный случай. Параметрические и непараметрические статистические методы распознавания. Функция роста, емкость множества функций. Равномерная сходимость частот ошибок к вероятностям. Примеры моделей распознавания ограниченной и неограниченной емкости.

#### 10. Алгебраическая теория распознавания

Стандартный распознающий алгоритм, распознающий оператор, решающее правило. Основные понятия и определения алгебраического подхода в распознавании. Корректность и полнота моделей. Представление алгоритмов в виде операторных полиномов. Существование корректных алгоритмов. Методы поиска корректных алгоритмов. Операции над распознающими алгоритмами. Логические корректоры, корректор по большинству, байесовский и потенциальный корректоры алгоритмов

#### 11. Система анализа данных и классификации РАСПОЗНАВАНИЕ

Описание графической оболочки. Главные окно и основное меню. Окно проекта. Методы распознавания и классификации. Ввод и предобработка данных, количественные признаки. Обработка номинальных признаков и неизвестных значений. Задание основного признака. Структура программы.

#### 12. Кластерный анализ

Задача кластерного анализа. Меры подобия. Функции критериев для группировки: критерий суммы квадратов ошибок, родственные критерии минимума дисперсии. Матрицы и критерии рассеяния. Критерии кластеризации, основанные на матрицах рассеяния. Некоторые эвристические алгоритмы (метод k-средних, метод размытых k-средних, форель, метод k-эталонов, алгоритм взаимного поглощения). Задача кластеризации в статистической постановке. Восстановление плотностей компонент по плотности смеси. Итеративная оптимизация в кластерном анализе. Минимизация критерия суммы квадратов ошибок. Иерархическая группировка, дендрограммы, агломеративные и делимые процедуры. Алгоритмы "ближайший сосед", "дальний сосед", компромиссы. Пошаговая оптимальная иерархическая группировка. Многомерное масштабирование. Решение задачи кластеризации как поиск минимальных покрытий. Критерии качества кластеризаций, основанные на оценке устойчивости решений. Методы вычисления критериев. Меры концентрации, средняя мера внутриклассового рассеяния. Критерии кластеризации при неизвестном числе кластеров. Решение задач кластеризации при неизвестном числе кластеров

#### 13. Решение задач кластеризации коллективами алгоритмов

Кластеризация коллективами алгоритмов. Комитетный синтез коллективных решений. Размытые и контрастные матрицы оценок. Критерии качества коллективных решений.

Методы нахождения оптимальных коллективных решений задач кластерного анализа. Видео - логический метод кластеризации.

14. Классификация объектов с неполными признаковыми описаниями, с большим числом классов

Существующие методы восстановления значений признаков (marginalisation, imputation, регрессионные и статистические методы). Подходы, основанные на локальном обучении, оптимизации и применении алгоритмов распознавания. Достоинства и недостатки различных методов.

Существующие подходы для решения задач с многими классами. Подходы, основанные на попарном разделении классов, подход «один против всех». Сведение задачи к набору дихотомических классификаций и подходу ЕСОС.

15. Нахождение функциональных зависимостей по прецедентам

Задачи и методы восстановления регрессий, параметрические и непараметрические подходы (линейная и кусочно-линейная, полиномиальная, логистическая регрессии, ядерное сглаживание).

Восстановление функциональных зависимостей по прецедентам с использованием логических моделей распознавания. Байесовское восстановление, как построение коллективных решений задач распознавания. Восстановление кусочно-постоянных функций по прецедентам.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Методы асимптотического и нелинейного анализа

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильтьеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.

#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x'(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоиная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Методы асимптотического и нелинейного анализа

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильтьеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.

#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоиная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Методы асимптотического и нелинейного анализа

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильтьеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.



#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x'(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоиная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы асимптотического и нелинейного анализа**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### **владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильтьеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.

#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы асимптотического и нелинейного анализа**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### **владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильбеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.

#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x'(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоиная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы асимптотического и нелинейного анализа**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### **владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;



- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильтьеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.

#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоиная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Методы асимптотического и нелинейного анализа

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильтьеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.

#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x'(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоиная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Методы асимптотического и нелинейного анализа

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильтьеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.

#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы асимптотического и нелинейного анализа**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### **владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильтьеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.

#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x'(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоиная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы асимптотического и нелинейного анализа**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### **владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильтьеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.

#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоиная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Методы асимптотического и нелинейного анализа

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Метрическое пространство.

Метрическое пространство.

Нормированное пространство. Линейные операторы и функционалы. Сопряженное пространство. Ортогональные дополнения. Замкнутые, нормально разрешимые и фредгольмовы операторы.

### 2. Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.

Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах. Интегрирование непрерывных на отрезке функций. Интеграл Стильбеса. Дифференцирование абстрактной функции, слабый и сильный дифференциал. Интегральная формула конечных приращений. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

### 3. Принцип сжатых отображений.

Принцип сжатых отображений. Теорема о неявной функции, определяемой абстрактным уравнением  $f(x,y)=0$ . Метод сжатых отображений для решения уравнений вида  $Ax+f(x)=0$ , где оператор  $A$  неограничен, а оператор  $f(x)$  непрерывно дифференцируем. Метод Ньютона решения абстрактного нелинейного уравнения  $f(x)=0$ . Модифицированный метод Ньютона.

### 4. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения в банаховом пространстве на конечном интервале. Решение задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений на бесконечном интервале. Оценки фундаментальной матрицы и решения задачи Коши для случая устойчивой или отрицательно определенной матрицы  $A(t)$ .

### 5. Аналитические функции комплексной переменной $z$ со значениями в банаховом пространстве.

Аналитические функции комплексной переменной  $z$  со значениями в банаховом пространстве. Контурные интегралы и теорема Коши. Абстрактные степенные ряды и аналитические операторы. Теорема о неявном операторе в аналитическом случае. Диаграмма Ньютона. Решение аналитического уравнения  $f(x,l)=0$  в общем случае. Точки разветвления и точки бифуркации. Уравнение разветвления Ляпунова-Шмидта. Задача о формах равновесия сжатого упругого стержня и задача о периодических колебаниях математического маятника.



#### 6. Асимптотический степенной ряд.

Асимптотический степенной ряд. Уравнение с малым параметром вида  $Ax - f(x, \epsilon) = 0$ . Регулярный случай. Построение решения в виде формального степенного ряда. Доказательство существования точного решения, для которого построенный ряд будет асимптотическим.

#### 7. Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.

Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений  $x'(t) = A(t, \epsilon)x(t) + f(t, \epsilon)$  на бесконечном интервале. Построение решения в виде формального ряда по степеням малого параметра. Достаточные условия для того, чтобы построенный ряд был асимптотическим по малому параметру для точного решения. Регулярные возмущения решений задачи Коши для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром.

#### 8. Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.

Системы линейных уравнений с малым параметром при производной. Задача Коши. Регулярная и сингулярная (погранслоиная) часть асимптотики. Доказательство асимптотичности построенных рядов. Нелинейные уравнения с малым параметром при производной. Построение регулярной и сингулярной части асимптотик. Теорема существования решения задачи Коши с построенной асимптотикой.

#### 9. Метод усреднения.

Метод усреднения. Построение приближенного решения уравнения Ван-дер-Поля.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы выпуклой оптимизации**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение студентами основных методов и алгоритмов выпуклой оптимизации (как для детерминированных, так и для стохастических задач), выяснение их сложности (по числу итераций, гарантирующему заданную точность оптимума) и их применение в таких задачах как PageRank, машинного обучения, в задаче о многоруком бандите.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение представлений о современных рекуррентных методах выпуклой оптимизации;
- обоснование сложности методов — числа итераций, гарантирующего заданную точность оптимума (по 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. Адаптивный АЗС. Задача о многоруком бандите.

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

Задача о многоруком бандите. Применение оптимизационного подхода и МЗС. Получение верхней границы. Сравнение с известной информационной нижней границей.

2. Введение: выпуклые множества и функции. Элементы выпуклого анализа.

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.

3. Задача PageRank. Задача бинарной классификации.

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.

4. Задача выпуклой стохастической оптимизации. Частный случай параметров МЗС.

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

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

5. Метод эллипсоидов, Идея метода зеркального спуска.

Метод эллипсоидов, его свойства и сложность.

Идея метода зеркального спуска (МЗС). Параметры метода: исходная и двойственная нормы, потенциал отображения сопряженного пространства и условие Липшица на градиент. Примеры (с доказательствами).

6. Модель черного ящика. Метод центра тяжести.

Модель черного ящика. Понятие об оракуле, его сложности, о методе оптимизации и его сложности. Обзор методов и результатов.

Метод центра тяжести. Доказательство верхней границы. Сложность метода.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы искусственного интеллекта**

#### **Цель дисциплины:**

Овладение студентами основными методами теории интеллектуальных систем. Приобретение навыков по концептуальному проектированию интеллектуальных систем, изучение основных методов представления знаний, моделирования рассуждений и целенаправленного поведения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области методов искусственного интеллекта;
- приобретение теоретических знаний в области приобретения знаний интеллектуальными системами, моделирования рассуждений и поведения;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований искусственного интеллекта;
- приобретение навыков моделирования рассуждений и поведения на ЭВМ.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы математики, физики и экономики;
- теоретические модели рассуждений, поведения, обучения в когнитивных науках;
- новейшие открытия в области когнитивных наук;
- постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем;
- взаимосвязь и фундаментальное единство естественных наук.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной электронно-вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальных природных и общественных явлений;
- планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента.

**владеть:**

- научной картиной мира;
- методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике;
- методами математического моделирования поведения, рассуждений и обучения.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Историческая справка. Методы представления знаний. Формальные языки и формальные системы. Правила для представления знаний. Семантические сети. Элементы дескриптивной логики. Дедукция, абдукция, индукция, рассуждения по аналогии и на основе прецедентов.

Возникновение науки «Искусственный интеллект», основные достижения и проблемы, обзор методов представления знаний. Введение в исчисление предикатов первого порядка.

Изучение правил и систем правил для представления знаний. Примеры решения задач с помощью систем правил.

Различные виды семантических сетей. Теория неоднородных семантических сетей. Введение в дескриптивную логику.

Обзор основных способов рассуждений и методов их моделирования.

2. Метод резолюций для исчисления предикатов первого порядка. Методы индукция и абдукции. Автоматизация рассуждений на основе аргументации. Рассуждения о пространстве и времени.

Изучение принципа резолюций, методов унификации, доказательства теорем в исчислении высказываний и исчислении предикатов.

Изучение методов автоматизации индуктивных и аргументационных рассуждений.

Изучение метрических и топологических логик пространства и времени.

3. Приобретение знаний интеллектуальными системами. Обучение по примерам. Приобретение знаний на основе автоматического анализа текстов. Планирование целенаправленного поведения.

Обзор методов приобретения знаний интеллектуальными системами. Изучение индуктивных методов машинного обучения.

Методы анализа текстов. Метод семантического анализа текстов и выявления реляционных структур.

Общие сведения о методах планирования целенаправленного поведения. Сравнительная характеристика методов.

4. Планирование в пространстве состояний. Поиск в пространстве планов. Планирование как задача удовлетворения ограничений. Интеллектуальные динамические системы.

Языковые средства описания доменов планирования. Алгоритм STRIPS.

Принцип слабой связности. Алгоритм SNLP.

Постановка задачи. Синтез плана на основе техники прямого распространения ограничений. Алгоритм GraphPlan.

Задачи, приводящие к интеллектуальным динамическим системам. Стратегии применения правил. Состояния и траектории.

5. Управляемые динамические системы, основанные на правилах. Особенности баз знаний динамических систем, основанных на правилах. Элементы теории управляемости интеллектуальных динамических систем.

Возмущения. Управление как способ компенсации возмущений. Обратная связь.

Архитектура баз знаний. Стратегии синтеза различных типов обратных связей.

Изучение условий достижимости в интеллектуальных динамических системах.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы математической статистики в задачах моделирования и распознавания образов**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами основных идей и методов матричного спектрального анализа и их применения в задачах численного исследования устойчивости нестационарных физических, технических и физиологических систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области прикладных методов математической статистики, используемых для интеллектуализации обработки информации;
- обучение студентов принципам построения статистических моделей;
- обучение студентов принципам создания новых методов распознавания образов и решения обратных задач, основанных на методах математической статистики.
- ознакомление с основными задачами, возникающими при обработке данных дистанционного аэрокосмического зондирования Земли;
- проведение общетеоретической и практической подготовки специалистов в области прикладной математики и физики и обеспечивающей технологические основы современных методов решения задач
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области решения практических задач в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физического 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;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

**владеть:**

- математическими методами интеллектуальной обработки информации.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовые понятия и основные задачи математической статистики. Методы получения точечных и интервальных оценок.

Формулировка основных задач и понятий математической статистики. Стандартные и специальные оценки параметров распределений. Обоснование и свойства точечных и интервальных оценок.

Формулировка и обоснование различных подходов по оценке эффективности статистических оценок.

Постановка базовых задач проверки статистических гипотез. Критерий отношения правдоподобия.

Формулировка и обоснование параметрических методов проверки статистических гипотез. Критерии согласия.

Формулировка и обоснование непараметрических методов проверки статистических гипотез. Формулировка и обоснование методов повторных выборок.

2. Базовые одномерные и многомерные статистические модели.

Методы одномерных линейной и нелинейной регрессии. Многомерные линейные модели. Связь одномерных и многомерных оценок.

Обоснование и сравнение методов редукции измерений и статистической регуляризации.

Свойства и приложения псевдообратных матриц в задачах построения оптимальных линейных оценок.

Применение теории гауссовских случайных процессов для построения статистических моделей.

Проблемы переподгонки и проклятия размерности. Обоснование и приложения пошаговых оптимальных оценок. Разложение случайных векторов по базисам EOF и SVD, канонический корреляционный анализ.

3. Классификация без обучения. Модель гауссовских смесей. Графовые методы. Метод k-средних. Иерархический кластерный анализ.

Основополагающие методы классификации без обучения: метод ФорЭл, метод k-средних и иерархический кластерный анализ. Графовые методы кластеризации. Формулировка и приложения модели гауссовских смесей, EM алгоритм.

Обоснование и приложения метрических классификаторов. Основные принципы Байесовской классификации.

Обоснование и приложения метода опорных векторов.

Построение и обучение решающих деревьев. Рандомизация случайных деревьев.

Обоснование и приложения ансамблевых методов обучаемой классификации. Решение задач многоклассовой обучаемой классификации на основе бинарных классификаторов.

Использование сверточных нейронных сетей в задачах распознавания образов.

4. Введение в методы получения и первичной обработки аэрокосмической информации. Приложения тематической обработки аэрокосмических изображений.

Описание и сравнение существующих систем дистанционного зондирования. Описание и сравнение существующих систем отображения снимков и тематической обработки данных. Методы трансформации, сшивки и географической привязки аэрокосмических изображений. Картографические проекции. Принципы калибровки. Методы коррекции шумов. Стандартные спектральные преобразования. Повышение контрастности изображений.

Принципы интерпретации снимков, характеристики изображений в различных спектральных диапазонах съемки. Принципы построения пространства спектральных и текстурных образов объектов. Практические примеры применения методов тематической обработки наземных измерений и аэрокосмических изображений.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы матричного спектрального анализа**

#### **Цель дисциплины:**

Цель курса – освоение студентами основных идей и методов матричного спектрального анализа и их применения в задачах численного исследования устойчивости нестационарных физических, технических и биологических систем.

#### **Задачи дисциплины:**

1. формирование базовых знаний в области матричного спектрального анализа;
2. формирование навыков использования методов матричного спектрального анализа для исследования устойчивости нестационарных систем;
3. формирование базовых знаний о стандартном численном программном обеспечении для этой области.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия матричного спектрального анализа;
- методы построения спектральных разложений;
- методы построения спектральных портретов;
- методы исследования чувствительности разложений к возмущению начальных данных;
- методы оценки остаточного члена для частичных разложений;
- методы исследования практической устойчивости на основе квадратичных функций Ляпунова;
- методы получения оценок максимальной амплификации возмущений и других характеристик устойчивости;
- основные составляющие технологии матриц общего вида;
- основные составляющие технологии разреженных матриц.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике методы матричного спектрального анализа для анализа нестационарных систем;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать в построении современных математических моделей.

**владеть:**

- математическим моделированием и анализом физических задач;
- научной картиной мира;
- навыками программирования.

**Темы и разделы курса:**

1. Функции от матриц Ряд по собственным и присоединенным векторам Ряд по инвариантным подпространствам

Определение функции от матрицы через степенной ряд, матричная экспонента, основные свойства функции от матрицы, разложение Жордана, нормальная жорданова форма, определение функции от матрицы через разложение Жордана.

Ряд по собственным и присоединенным векторам, ведущие собственные значения, переходный период, быстрая компонента, жесткая система, максимальная амплификация нормы решения.

Ряд по инвариантным подпространствам, частичный ряд по инвариантным подпространствам, сопряженное инвариантное подпространство, минимальный и максимальный углы между подпространствами.

2. Блочная диагонализация на основе разложения Шура Проекторы и их представления Проектор Рисса

Разложение Шура, уравнение Сильвестра, блочная диагонализация на основе решений уравнений

Сильвестра, блочная диагонализация без решений уравнений Сильвестра, быстрое вычисление минимальных углов между инвариантными подпространствами, отделенность двух матриц.

Проектор, ортопроектор, норма проектора, расстояние между подпространствами, спектральный проектор.

Резольвента, проектор Рисса, дихотомия спектра матрицы, функции от матрицы, бескоординатная запись ряда по инвариантным подпространствам.

### 3. Сингулярные функции Псевдоспектры Структурированные псевдоспектры Критерии качества дихотомии замкнутым контуром

$k$ -я сингулярная функция, инвариантные множители, форма Смита, вещественная аналитичность, субгармоничность.

Псевдоспектр, спектральные пятна, спектральный портрет, вычисление

минимального сингулярного числа.

Структурированный псевдоспектр, теорема о связи структурированного псевдоспектра с нормой структурированной резольвенты, регулярно структурированный псевдоспектр.

Интегральные критерии качества дихотомии, одномерные спектральные портреты, теоремы непрерывности, оценка остаточного члена ряда по инвариантным подпространствам.

### 4. Хаусдорфово множество Уравнения Ляпунова Оценки на основе уравнений Ляпунова

Основные свойства хаусдорфова множества, теорема Хаусдорфа, расстояние между множествами, секториальный оператор и свойства его хаусдорфова множества.

Уравнения Ляпунова, свойства их решений, интегральные представления решений, обобщенные уравнения Ляпунова, свойства решений, интегральные представления решений, методы решения уравнений Ляпунова.

Оценка нормы матричной экспоненты на основе уравнения Ляпунова со сдвигом, оптимизация константы, связь с квадратичными функциями Ляпунова, оценка нормы матрицы Грина, на основе обобщенного уравнения Ляпунова, оптимизация константы, полугораничные операторы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Методы оптимального управления и сопряженных уравнений в задачах математической физики**

#### **Цель дисциплины:**

Целью учебной дисциплины является получение знаний о принципах и методах решения сопряженных уравнений и методах оптимального управления, в том числе методах исследования и решения экстремальных и обратных задач, методах теории сопряжённых уравнений и оптимального управления в исследовании и решении прикладных задач, а также практическая подготовка студентов к дальнейшей самостоятельной работе в области математического моделирования физических задач и современных технологий.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление слушателей с методами решения сопряженных уравнений и методах оптимального управления;
- приобретение слушателями теоретических знаний, и практических умений и навыков в области теории сопряжённых уравнений и оптимального управления;
- оказание консультаций и помощи слушателям в проведении собственных исследований при решении прикладных задач методами сопряженных уравнений и оптимального управления.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия о линейных и банаховых пространствах, сопряжённых пространствах и сопряжённых операторах;
- основные понятия и типы разрешимости операторных уравнений в банаховых пространствах;
- основные определения элементы выпуклого анализа;
- основные понятия задач оптимального управления;
- свойства решений дифференциальных уравнений основных задач математической физики;

- методы регуляризации и штрафа в обратных и вариационных задачах, алгоритмы возмущений;
- формулировки обратных задач и задач управления как задач оптимального управления с регуляризацией;
- типы разрешимости и разрешимость задач оптимального управления;
- итерационные алгоритмы решения обратных задач и задач оптимального управления;
- методы теории сопряжённых уравнений и оптимального управления в исследовании и решении прикладных задач.

**уметь:**

- применять методы теории сопряжённых уравнений и оптимального управления к исследованию и решению прикладных задач;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- оценивать погрешности аппроксимации и точности приближенных решений;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов аналитической теории и численного эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

**владеть:**

- базовыми знаниями в области сопряженных уравнений и методов оптимального управления и принципами их использования в профессиональной деятельности;
- навыками самостоятельного решения основных задач сопряженных уравнений и методов оптимального управления;
- навыками освоения большого объёма информации;
- культурой постановки и моделирования физико-математических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Описание классов задач и этапов их исследования и решения.

Некоторые условия разрешимости задач и единственности решений. Условие единственности решений. Условия разрешимости задач. Итерационные алгоритмы решения задач.

Условие плотной ("аппроксимативной") разрешимости задач. Условие плотной разрешимости. Решение системы вариационных уравнений в задаче о плотной разрешимости. Итерационные алгоритмы решения задач.

2. Понятие о математических моделях сложных физических процессах, об обратных задачах, задачах управления.

Понятие о математических моделях сложных физических процессах, об обратных задачах, задачах управления. Цели курса и основные его разделы.

Множества и области из  $R^n$  Классы функций.

Понятие о дифференциальном уравнении с частными производными, о краевых и начальных условиях. Понятие о дифференциальном уравнении с частными производными, о краевых и начальных условиях. Типичные примеры задач математической физики.

Понятие об обратных задачах. Понятие об обратных задачах. Примеры обратных задач и задач управления

Задачи оптимального управления как форма обобщенных постановок задач. Задачи оптимального управления как форма обобщенных постановок задач.

3. Сведения из теории линейных пространств.

Сведения из теории линейных пространств.

Линейные уравнения в банаховых пространствах.

Сопряженные пространства и операторы.

Экстремальные задачи и методы их решения.

Некорректные задачи и методы их решения.

Некоторые понятия теории оптимального управления.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Механика вязкой жидкости

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями гидродинамики вязкой жидкости, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) динамики вязкой жидкости;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области динамики вязкой жидкости;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области динамики вязкой жидкости.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы теоретической гидродинамики;
- современные проблемы теоретической гидродинамики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Механика вязкой несжимаемой жидкости;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач гидродинамики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач гидродинамики;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач гидродинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области гидродинамики в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач гидродинамики (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 теоретической гидродинамики;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Асимптотическая устойчивость классических решений уравнений Навье-Стокса.

Асимптотическая устойчивость классических решений уравнений Навье-Стокса при малых числах Рейнольдса.

Фильтрация несжимаемой вязкой жидкости. Уравнение импульса и закон Дарси.

2. Идеальная несжимаемая жидкость.

Идеальная несжимаемая жидкость. Потенциальные и вихревые течения. Прямая задача обтекания крыла самолета. Профилирование несущего крыла самолета. Теория пограничного слоя.

3. Интеграл Коши-Лагранжа.

Интеграл Коши-Лагранжа и его использование в нестационарных задачах со свободными поверхностями.

Теоремы существования и единственности классических решений уравнений Навье-Стокса. Течение Стокса как предел при числе  $Re$ , стремящемся к нулю.

4. Интегральный закон сохранения импульса.

Интегральный закон сохранения импульса как обобщение второго закона Ньютона. Дифференциальное уравнение. Дифференциальное уравнение момента импульса.

Постулат о локальном термодинамическом равновесии в жидкости. Жидкость как двухпараметрическая термодинамическая система. Баротропные жидкости.

5. Интегральный закон сохранения массы.

Интегральный закон сохранения массы. Поток массы, импульса, энергии. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме.

Постулат Коши-Стокса. Постулат отвердевания. Л.В.Овсянникова. Тензор напряжений. Постулат Больцмана о симметрии тензора напряжений.

6. Интегральный закон сохранения полной энергии.

Интегральный закон сохранения полной энергии как следствие первого начала термодинамики. Энтропия. Диссипация энергии

Уравнения Навье-Стокса. Расщепление полной системы уравнений в несжимаемой жидкости. Число Рейнольдса.

7. Обобщенное («слабое») решение Э.Хопфа.

Обобщенное («слабое») решение Э.Хопфа. Глобальная теорема существования.

8. Теорема Эйлера.

Теорема Эйлера. Теорема переноса. Допустимые поля для описания скорости потока.

9. Термодинамика слабо сжимаемых жидкостей.

Термодинамика слабо сжимаемых жидкостей. Условие непрерывного перехода к несжимаемой жидкости при уменьшении фактора сжимаемости.

10. Течение жидкости как диффеоморфизм евклидова пространства в себя.

Течение жидкости как диффеоморфизм евклидова пространства в себя. Лагранжевы и эйлеровы координаты.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Механика вязкой жидкости

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями гидродинамики вязкой жидкости, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) динамики вязкой жидкости;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области динамики вязкой жидкости;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области динамики вязкой жидкости.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы теоретической гидродинамики;
- современные проблемы теоретической гидродинамики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Механика вязкой несжимаемой жидкости;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач гидродинамики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач гидродинамики;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач гидродинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области гидродинамики в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач гидродинамики (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 теоретической гидродинамики;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Асимптотическая устойчивость классических решений уравнений Навье-Стокса.

Асимптотическая устойчивость классических решений уравнений Навье-Стокса при малых числах Рейнольдса.

Фильтрация несжимаемой вязкой жидкости. Уравнение импульса и закон Дарси.

2. Идеальная несжимаемая жидкость.

Идеальная несжимаемая жидкость. Потенциальные и вихревые течения. Прямая задача обтекания крыла самолета. Профилирование несущего крыла самолета. Теория пограничного слоя.

3. Интеграл Коши-Лагранжа.

Интеграл Коши-Лагранжа и его использование в нестационарных задачах со свободными поверхностями.

Теоремы существования и единственности классических решений уравнений Навье-Стокса. Течение Стокса как предел при числе  $Re$ , стремящемся к нулю.

4. Интегральный закон сохранения импульса.

Интегральный закон сохранения импульса как обобщение второго закона Ньютона. Дифференциальное уравнение. Дифференциальное уравнение момента импульса.

Постулат о локальном термодинамическом равновесии в жидкости. Жидкость как двухпараметрическая термодинамическая система. Баротропные жидкости.

5. Интегральный закон сохранения массы.

Интегральный закон сохранения массы. Поток массы, импульса, энергии. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме.

Постулат Коши-Стокса. Постулат отвердевания. Л.В.Овсянникова. Тензор напряжений. Постулат Больцмана о симметрии тензора напряжений.

6. Интегральный закон сохранения полной энергии.

Интегральный закон сохранения полной энергии как следствие первого начала термодинамики. Энтропия. Диссипация энергии

Уравнения Навье-Стокса. Расщепление полной системы уравнений в несжимаемой жидкости. Число Рейнольдса.

7. Обобщенное («слабое») решение Э.Хопфа.

Обобщенное («слабое») решение Э.Хопфа. Глобальная теорема существования.

8. Теорема Эйлера.

Теорема Эйлера. Теорема переноса. Допустимые поля для описания скорости потока.

9. Термодинамика слабо сжимаемых жидкостей.

Термодинамика слабо сжимаемых жидкостей. Условие непрерывного перехода к несжимаемой жидкости при уменьшении фактора сжимаемости.

10. Течение жидкости как диффеоморфизм евклидова пространства в себя.

Течение жидкости как диффеоморфизм евклидова пространства в себя. Лагранжевы и эйлеровы координаты.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Механика вязкой жидкости

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями гидродинамики вязкой жидкости, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) динамики вязкой жидкости;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области динамики вязкой жидкости;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области динамики вязкой жидкости.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы теоретической гидродинамики;
- современные проблемы теоретической гидродинамики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Механика вязкой несжимаемой жидкости;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач гидродинамики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач гидродинамики;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач гидродинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области гидродинамики в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач гидродинамики (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 теоретической гидродинамики;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Асимптотическая устойчивость классических решений уравнений Навье-Стокса.

Асимптотическая устойчивость классических решений уравнений Навье-Стокса при малых числах Рейнольдса.

Фильтрация несжимаемой вязкой жидкости. Уравнение импульса и закон Дарси.

2. Идеальная несжимаемая жидкость.

Идеальная несжимаемая жидкость. Потенциальные и вихревые течения. Прямая задача обтекания крыла самолета. Профилирование несущего крыла самолета. Теория пограничного слоя.

3. Интеграл Коши-Лагранжа.

Интеграл Коши-Лагранжа и его использование в нестационарных задачах со свободными поверхностями.

Теоремы существования и единственности классических решений уравнений Навье-Стокса. Течение Стокса как предел при числе  $Re$ , стремящемся к нулю.

4. Интегральный закон сохранения импульса.

Интегральный закон сохранения импульса как обобщение второго закона Ньютона. Дифференциальное уравнение. Дифференциальное уравнение момента импульса.



Постулат о локальном термодинамическом равновесии в жидкости. Жидкость как двухпараметрическая термодинамическая система. Баротропные жидкости.

5. Интегральный закон сохранения массы.

Интегральный закон сохранения массы. Поток массы, импульса, энергии. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме.

Постулат Коши-Стокса. Постулат отвердевания. Л.В.Овсянникова. Тензор напряжений. Постулат Больцмана о симметрии тензора напряжений.

6. Интегральный закон сохранения полной энергии.

Интегральный закон сохранения полной энергии как следствие первого начала термодинамики. Энтропия. Диссипация энергии

Уравнения Навье-Стокса. Расщепление полной системы уравнений в несжимаемой жидкости. Число Рейнольдса.

7. Обобщенное («слабое») решение Э.Хопфа.

Обобщенное («слабое») решение Э.Хопфа. Глобальная теорема существования.

8. Теорема Эйлера.

Теорема Эйлера. Теорема переноса. Допустимые поля для описания скорости потока.

9. Термодинамика слабо сжимаемых жидкостей.

Термодинамика слабо сжимаемых жидкостей. Условие непрерывного перехода к несжимаемой жидкости при уменьшении фактора сжимаемости.

10. Течение жидкости как диффеоморфизм евклидова пространства в себя.

Течение жидкости как диффеоморфизм евклидова пространства в себя. Лагранжевы и эйлеровы координаты.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Механика вязкой жидкости

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями гидродинамики вязкой жидкости, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) динамики вязкой жидкости;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области динамики вязкой жидкости;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области динамики вязкой жидкости.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы теоретической гидродинамики;
- современные проблемы теоретической гидродинамики;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Механика вязкой несжимаемой жидкости;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач гидродинамики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач гидродинамики;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач гидродинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области гидродинамики в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач гидродинамики (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 теоретической гидродинамики;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Асимптотическая устойчивость классических решений уравнений Навье-Стокса.

Асимптотическая устойчивость классических решений уравнений Навье-Стокса при малых числах Рейнольдса.

Фильтрация несжимаемой вязкой жидкости. Уравнение импульса и закон Дарси.

2. Идеальная несжимаемая жидкость.

Идеальная несжимаемая жидкость. Потенциальные и вихревые течения. Прямая задача обтекания крыла самолета. Профилирование несущего крыла самолета. Теория пограничного слоя.

3. Интеграл Коши-Лагранжа.

Интеграл Коши-Лагранжа и его использование в нестационарных задачах со свободными поверхностями.

Теоремы существования и единственности классических решений уравнений Навье-Стокса. Течение Стокса как предел при числе  $Re$ , стремящемся к нулю.

4. Интегральный закон сохранения импульса.

Интегральный закон сохранения импульса как обобщение второго закона Ньютона. Дифференциальное уравнение. Дифференциальное уравнение момента импульса.

Постулат о локальном термодинамическом равновесии в жидкости. Жидкость как двухпараметрическая термодинамическая система. Баротропные жидкости.

5. Интегральный закон сохранения массы.

Интегральный закон сохранения массы. Поток массы, импульса, энергии. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме.

Постулат Коши-Стокса. Постулат отвердевания. Л.В.Овсянникова. Тензор напряжений. Постулат Больцмана о симметрии тензора напряжений.

6. Интегральный закон сохранения полной энергии.

Интегральный закон сохранения полной энергии как следствие первого начала термодинамики. Энтропия. Диссипация энергии

Уравнения Навье-Стокса. Расщепление полной системы уравнений в несжимаемой жидкости. Число Рейнольдса.

7. Обобщенное («слабое») решение Э.Хопфа.

Обобщенное («слабое») решение Э.Хопфа. Глобальная теорема существования.

8. Теорема Эйлера.

Теорема Эйлера. Теорема переноса. Допустимые поля для описания скорости потока.

9. Термодинамика слабо сжимаемых жидкостей.

Термодинамика слабо сжимаемых жидкостей. Условие непрерывного перехода к несжимаемой жидкости при уменьшении фактора сжимаемости.

10. Течение жидкости как диффеоморфизм евклидова пространства в себя.

Течение жидкости как диффеоморфизм евклидова пространства в себя. Лагранжевы и эйлеровы координаты.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Модели и алгоритмы систем наведения**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основ анализа и синтеза линейных нестационарных систем наведения.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области теории автоматического управления процессом наведения;
- приобретение теоретических знаний в области анализа и синтеза систем наведения;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области проектирования автоматических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы системного проектирования сложных авиационно-ракетных комплексов методами математического моделирования;
- этапы разработки современных сложных технических систем и место математического моделирования на каждом из них;
- постановку задачи оптимального проектирования сложной технической системы, в том числе для авиационно-ракетных комплексов и систем;
- основные обобщенные характеристики авиационно-ракетных комплексов и систем;
- методы анализа и синтеза сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов;
- методы принятия решений в условиях неопределенности;
- особенности функционирования авиационно-ракетных комплексов и систем при применении по назначению;
- методы имитационного математического моделирования функционирования сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов и систем.

**уметь:**

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

**владеть:**

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методикой анализа и синтеза сложных технических систем на основе математического моделирования;
- методикой оценки эффективности функционирования сложных технических систем на основе имитационного математического моделирования.

**Темы и разделы курса:****1. Введение. Система наведения и процесс наведения.**

Качественное сравнение весовых и параметрических передаточных функций систем наведения, автономных контуров и коэффициентов пролета. Комплексы наблюдения и наведения на несколько объектов. Линеаризация уравнений кинематических связей. Структурные схемы и весовая функция звена кинематических связей.

**2. Оптимизация системы наведения при нестационарных входных воздействиях.**

Параметрическая передаточная функция системы наведения. Соотношения, связывающие параметрическую передаточную функцию замкнутого контура наведения и передаточную функцию стационарного автономного контура. Постановка задачи теории оптимальных систем. Определение оптимальных линейных систем в случае белого шума на входе и в случае стационарных сигналов и помехи и бесконечного интервала наблюдения.

**3. Применение задачи Винера к расчету оптимальной системы наведения.**

Применение фильтров Калмана для оптимизации систем наведения. Пролет – текущая мера точности наведения. Угловая скорость линии визирования – величина, характеризующая пролет. Пространственное управление вектором ускорения. Свойства коэффициентов параметрических передаточных функций замкнутого контура наведения.

**4. Синтез оптимальных по точности систем наведения. Общая характеристика задачи оптимизации системы наведения по точности.**

Системы, эквивалентные по точности в заданный момент времени. Структурная схема контура наведения. Простейшие системы наведения по угловой скорости и линейному рассогласованию. Понятие метода и закона наведения. Точность линейной системы наведения. Коэффициенты пролета из-за регулярных воздействий. Коэффициенты пролета из-за случайных ошибок измерения относительных координат. Качественное сравнение весовых и параметрических передаточных функций систем наведения, автономных контуров и коэффициентов пролета.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Модели климата Мирового океана**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами фундаментальных знаний в области крупномасштабной гидротермодинамики океана и морского льда для применения их при решении современных задач математического моделирования климата Земли, оперативного прогноза состояния системы океан-лед, и решения экологических задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области крупномасштабной гидротермодинамики океана и морского льда, интегрирующих общетеоретическую подготовку физиков и вычислительных математиков, и обеспечивающих технологические основы современных методов математического моделирования состояния океана и морского льда;
- обучение студентов принципам построения современных систем наблюдения за Мировым океаном и формирование представления о степени достоверности экспериментальных данных, обучение студентов основным понятиям, принятым среди экспериментальных океанологов;
- формирование представлений о современных проблемах в области моделирования динамики океана, и перспективных методах их решений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Особенности наблюдаемой крупномасштабной динамики и состояния океана и морского льда;
- Особенности построения наблюдательных систем за состоянием океана – в первую очередь – глубоко океана, и представлять их ограниченность;
- Специфику математического описания крупномасштабной динамики океана и морского льда: проблему осреднения, физические и геометрические приближения;
- Основные асимптотические решения уравнений крупномасштабной динамики океана и морского льда и связанную с этим терминологию;

- Особенности длинноволновой динамики океана и связанные с ней вопросы численного решения задачи;
- Основы теории приливов и их роль в формировании крупномасштабного состояния океана

**уметь:**

- Квалифицированно оценивать значимость тех или иных физических процессов в их системной взаимосвязи в формирование состояния океана и морского льда;
- Оценивать адекватность выбранной математической модели для исследований той или иной теоретической или практической задачи;
- Оценивать адекватность используемых методов вычислительной математики для решения той или иной теоретической или практической задачи;
- Планировать оптимальное проведение натурного или вычислительного эксперимента исходя из особенностей объекта и особенностей построения наблюдательной системы.

**владеть:**

- Общекультурными и профессиональными компетенциями магистра.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение

Тема курса. Основные проблемы современной науки о крупномасштабной динамике океана и морского льда. Связь с задачами моделирования Земной системы. Задачи прогноза состояния океана и морского льда («погоды океана»). Задачи ассимиляции данных. Понимание баланса качества входных данных, сложности численных методов, пространственно-временного разрешения и выбора системы уравнений и граничных условий, используемых в современных численных моделях.

Соленость. Состав солей. Закон Дитмара. Методы определения солености. Основные черты крупномасштабного распределения солености в Мировом океане.

Температура. Методы измерения температуры. Характерное распределение температуры по глубине. Трехмерное распределение температуры в океане.

Плотность. Вертикальная устойчивость океана. Сжимаемость морской воды. Потенциальная температура и потенциальная плотность.

Методы измерения течений в океане. Система квазистационарных крупномасштабных течений. Основные особенности поля течений: западная интенсификация, экваториальные течения, связь с полем ветра и с полем «динамического уровня» океана.

Представление о дистанционных методах измерения состояния океана. Космические наблюдательные системы. Измерение температуры поверхности океана, уровня океана,



распределения морского льда, поверхностного волнения и т.д. Акустическая томография.

Представление о роли современных численных моделей океана в построении наблюдательных систем, анализе и интерпретации данных наблюдений.

2. Основная система уравнений и граничных условий крупномасштабной динамики океана

Уравнения движения.

Уравнения сохранения тепла и солей.

Уравнение неразрывности.

Осреднение уравнений по времени.

Масштабный анализ осредненных по времени уравнений. Основные приближения: Буссинеска, гидростатики и несжимаемости.

Система граничных условий. Условие «жесткой крышки». Касательное напряжение трения ветра. Условия на дне. Условия на «жидких» границах.

Океанская турбулентность и ее простейшие параметризации.

Особенности выбора системы координат и соответствующие геометрические приближения.

Представление о балансе точности численных методов и точности физических и геометрических приближений.

Обзор основных современных моделей крупномасштабной динамики океана.

Задача о ветровой циркуляции Экмана.

Геострофические течения в океане.

Интегральная по глубине циркуляция в однородном океане. Задача Стоммела о западной интенсификации течений.

Роль простых решений в постановке и проведении численных экспериментов.

Система уравнений, описывающих длинные волны в океане. Основные приближения.

Нормальные моды.

Два класса длинных волн. Длинные волны первого класса - инерционно-гравитационные волны. Цунами. Влияние вращения.

Длинные волны второго класса - волны Россби. Механизм поддержания волны Россби.

Волна Кельвина, захваченная у берега.

Топографические планетарные волны.

Длинные волны, захваченные на экваторе. Волны Кельвина и Россби. Волна Янаи.

Явление Эль-Ниньо и Южная осцилляция. Волновой механизм Эль-Ниньо.

Представление о понимании физики длинных волн при постановке и проведении численных экспериментов, и при разработке численных моделей динамики океана.

Приливообразующие силы. Гармоническое разложение приливообразующего потенциала. Статический прилив.

Динамическая теория приливов. Собственный и индуцированный прилив.

Роль приливов в вертикальном перемешивании океана на шельфе.

### 3. Морской лед

Основные физические свойства морского льда.

Изменение толщины льда за счет тепловых процессов. Локально-одномерные модели термодинамики морского льда. Соленость морского льда и ее роль в динамике океана

Дрейф морского льда. представление о реологии морского льда. Особенности взаимодействия океана и морского льда.

Характеристика ледового покрова Мирового океана. Роль морского льда в глобальной климатической системе.

Современные численные модели динамики и термодинамики морского льда и снега на нем, используемые в них вычислительные технологии.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Модели механики биологических жидкостей и тканей**

#### **Цель дисциплины:**

изучение студентами современных достижений в области математических и вычислительных методов моделирования сердечно-сосудистой системы, механики биологических тканей.

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование фундаментальных представлений о строении и функционировании сердечно-сосудистой системы и тканей организма.
- Изучение основных принципов построения математических моделей физических процессов в биологических жидкостях и тканях
- Развитие представлений о принципах гидродинамики и механики твердого тела, применимых в биологических задачах.
- Овладение методологией решения задач идентификации оптимальных моделей сердечно-сосудистой системы.
- Изучение подходов к многомасштабному моделированию и комбинированию различных моделей
- Ознакомление с реальными задачами медицины и биологии, для решения которых применимы методы математического моделирования

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методику извлечения и анализа интересующей научно-технической информации по механике биологических жидкостей и тканей;
- общие методы решения различных задач механики биологических жидкостей и тканей;
- профессиональную терминологию, способы публичного представления постановки физической задачи, соответствующей математической модели и полученных результатов;

основные математические модели и методы механики биологических жидкостей и тканей, результаты современных исследований в данной предметной области.

**уметь:**

самостоятельно осуществлять поиск специальной литературы и выбирать эффективные методы решения согласно поставленным прикладным задачам;

ставить и решать типичные задачи механики биологических жидкостей и тканей с использованием базовых дисциплин высшей математики;

анализировать достоверность полученных результатов с точки зрения физики и математики;

выбирать физическую модель изучаемого явления или процесса и строить соответствующую математическую модель.

**владеть:**

теоретическим материалом для постановки и решения различных задач механики биологических жидкостей и тканей и необходимого для самостоятельной работы;

методами математического моделирования для решения прикладных задач механики биологических жидкостей и тканей и навыками анализа полученных результатов;

навыками сбора, обработки и анализа необходимой информации для решения поставленной задачи;

навыками аналитического и численного решений различных задач механики биологических жидкостей и тканей;

методами физического и математического моделирования для корректной постановки задачи в рамках механики сплошной среды.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы механики жидкости

Основные понятия, используемые для описания движения и деформации сплошной среды. Общие законы и уравнения механики сплошных сред. Определяющие соотношения. Ньютоновская жидкость, неньютоновская жидкость. Вязкость крови. Методы измерения вязкости жидкости. Течение Пуазейля в трубе: жесткие/упругие стенки; ньютоновская/неньютоновская жидкость

2. Моделирование гемодинамики: основные подходы.

Особенности строения крупных артерий. Механическое поведение артерий. Особенности моделирования кровотока в крупных артериях.

Особенности строения и механического поведения вен. Особенности моделирования кровотока в венах

Подходы моделирование гемодинамики в сосудах малого диаметра.

Строение сердечной мышцы. Особенности работы сердца и подходы к моделированию. Коронарный кровоток.

### 3. Основы механики деформируемого твердого тела

Меры деформаций. Меры напряжений. Определяющие соотношения. Одноосное растяжение. Двухосное растяжение. Раздутие мембраны. Основные предположения при обработке экспериментальных данных.

### 4. Пассивное механическое поведение биологических тканей (гиперупругие модели)

Гиперупругая модель. Феноменологические модели. «Структурные» модели. Изотропные модели; анизотропные модели. Активное напряжение. Активная деформация. Основные уравнения электромеханической модели миокарда.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Модели транспортных потоков

#### Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам математического моделирования транспортных потоков.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области математического моделирования транспортных потоков;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического моделирования транспортных потоков;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области математического моделирования транспортных потоков.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач математического моделирования транспортных потоков;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач математического моделирования транспортных потоков, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области математического моделирования транспортных потоков в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач математического моделирования транспортных потоков (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов математического моделирования транспортных потоков;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Гидродинамические модели транспортных потоков.

Обобщенные решения законов сохранения. Метод исчезающей вязкости. Модель Лайтхилла-Уизема.

Задача об эволюции затора в транспортном потоке. Автомодельные решения. Промежуточная асимптотика. Гипотеза И.М. Гельфанда и теоремы Ильина-Олейник, Кружкова-Петросян, Хенкина-Шананина.

Схема Годунова. Модель клеточных автоматов К. Даганзо. Подход группы А.Б. Куржанского к управлению транспортными потоками. Модели более высокого порядка (А.С. Холодова и др.).

2. Равновесные модели транспортных потоков.

Концепция равновесия макросистемы (понятие экстремали Больцмана) и принцип максимума энтропии. Теоремы Батищевой-Веденяпина и Малышева-Пирогова-Рыбко. Краткий обзор подходов ИСА РАН (Ю.С. Попков, В.И. Швецов).

Эволюционная теория игр и дарвиновский отбор. Связь с концепцией равновесия макросистем и принципом эволюционной оптимальности В.Н. Разжевайкина.

Вывод энтропийной модели расчета матрицы корреспонденций, BMW модели равновесного распределения транспортных потоков.

Модель стабильной динамики (Нестерова-деПальмы) и эволюционное обобщение интерпретации Л.В. Канторовича двойственных множителей.

Концепция конкурентного равновесия (случай седловой точки в выпукло-вогнутой задаче) и ее эволюционные аспекты.

Многостадийные модели равновесного распределения транспортных потоков.

Эффективные, содержательно интерпретируемые, численные методы поиска транспортно-экономических равновесий. Метод потенциалов Канторовича-Гавурина. Метод зеркального спуска и метод двойственных усреднений Ю.Е. Нестерова. Связь с онлайн оптимизацией и с концепцией ограниченной рациональности.

Механизм Викри-Кларка-Гроуса и платные дороги. Идеи метаигрового синтеза.

### 3. Стохастические модели транспортных потоков.

Сети (Джексона) массового обслуживания. Теорема Гордона-Ньюэлла. Термодинамический предельный переход. Метод большого канонического ансамбля. Изучение фазового перехода по Малышеву-Замятину и Л.Г. Афанасьевой.

Случайные графы, степенные законы, модели роста сетей. Неравенства Талагранна, Азума-Хеффдинга и теоремы Райгородского-Гречникова и др.

Процессы с запретами. Эргодические свойства транспортного потока. Теорема М.Л. Бланка.

### 4. Алгоритмические аспекты моделирования транспортных потоков.

Задачи на графах. Кратчайший путь. Максимальный поток. Транспортная задача. Некоторые релаксации.

Задача Штейнера. Задача Монжа. Подход Л.В. Канторовича.

### 5. Статистические аспекты моделирования транспортных потоков.

Интеллектуальный анализ транспортных данных. Метод наибольшего правдоподобия в форме В.Г. Спокойного. Приложение к идентификации параметров модели расчета матрицы корреспонденций.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Моделирование атмосферы и прогноз погоды**

#### **Цель дисциплины:**

изучение методов численного решения уравнений гидротермодинамики атмосферы и особенностей их реализации на параллельных вычислительных системах

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами численных методов, применяемых для моделирования динамики атмосферы и океана;
- формирование навыков решения практических задач с использованием методов вычислительной физики;
- обучение студентов основам программной реализации изучаемых методов на параллельных вычислительных системах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы симметрии и законы сохранения;
- разностные схемы, сохраняющие интегральные инварианты (энергию и энтрофию);
- различные типы сеток по горизонтали и способы дискретизации уравнений гидротермодинамики атмосферы на них;
- свойства и границы применимости изучаемых методов.

##### **уметь:**

- самостоятельно выбрать вычислительную сетку по горизонтали и метод решения на ней в зависимости от типа решаемой геофизической задачи;

##### **владеть:**

- навыками построения дискретной аппроксимации систем уравнений в частных производных гиперболического типа;

- знаниями, как проводить анализ разностных схем.

### **Темы и разделы курса:**

1. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы и его практическое применение

Численный прогноз погоды на различных временных масштабах

Основные уравнения геофизической гидродинамики

Модели общей циркуляции атмосферы. Виды моделей: глобальные, по ограниченной территории, их особенности. Области применения моделей. Бесшовные модели.

Постановка задачи численного прогноза погоды. Виды численных прогнозов – детерминированный и ансамблевый. Особенности численных прогнозов погоды различной заблаговременности.

Основные уравнения. Физические особенности и возможности их упрощения.

2. Построение разностных схем, сохраняющих интегральные инварианты двумерной жидкости

Инерционно-гравитационные волны в атмосфере и океане и их аппроксимация на различных сетках

Сетки с квазиравномерным разрешением на сфере

Разностные схемы для двумерной жидкости или газа, сохраняющие энтрофию и энергию. Также рассматриваются разностные схемы сохраняющие оба инварианта

Уравнение для инерционно-гравитационных волн. Разложение по собственным функциям вертикального оператора.

Пространственные сетки типа A, B, C. Аппроксимация фазовых и групповых скоростей гравитационных и инерционно-гравитационных волн на различных пространственных сетках.

Рассматриваются типы сеток, применяемых в задаче глобального моделирования динамики атмосферы: регулярная широтно-долготная сетка, сетка типа "кубическая сфера", Инь-Янь и прочие.

3. Системы вертикальных координат в моделях атмосферы и океана Решение трехмерных уравнений гидротермодинамики атмосферы Моделирование процессов в облачной атмосфере с учетом аэрозолей

Системы вертикальных координат в моделях атмосферы и океана ( $z$ ,  $p$ ,  $\sigma$ ). Способы аппроксимации по вертикали.

Законы сохранения. Воспроизведение градиента давления над орографически неоднородной поверхностью Земли в сигма-системе координат.

Моделирование формирования конвективной облачности с учетом микрофизических процессов, формирование облачности в системе вода-лед с использованием неравновесных функций распределения частиц по размерам. Моделирование кинетических процессов в атмосферной дисперсной системе с учетом нуклеации, конденсации, коагуляции. Роль аэрозолей и озона в атмосфере.

4. Различные системы координат. Законы сохранения для уравнений. Необходимость параметризации процессов подсеточного масштаба. Решение уравнений гидротермодинамики конечно-разностным, спектральным и полулагранжевым методом. Схемы по времени.

Сферическая система координат.  $Z$ ,  $P$ , сигма и гибридная вертикальные координаты. Осреднение уравнений динамики атмосферы и вклад в них подсеточных процессов. Адвективная и дивергентная форма записи уравнений.

Принципы построения конечно-разностных схем. Понятие аппроксимации и устойчивости. Простейшие конечно-разностные схемы решения уравнения переноса и теплопроводности. Спектральный и полклагранжевый метод решения уравнений динамики атмосферы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Научная визуализация**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в области визуализации и связанных с ней разделах компьютерной графики и вычислительной геометрии. Особое внимание в курсе уделяется базовым принципам визуализации, особенностям постановок задач, возникающих в разных предметных областях, а также важнейшим вычислительным методам и алгоритмам, применяемым при их решении. Лабораторные работы имеют своей целью закрепление приобретенных теоретических знаний в результате применения современных средств визуализации для решения ряда актуальных прикладных задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области визуализации, как единого научного направления, адресуемого к проблемам визуального представления, анализа и интерпретации информации, и имеющего важное методологическое значение как для подготовки специалистов в области современных информационных технологий, так и для поддержки разнообразных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов основам компьютерной графики и вычислительной геометрии;
- обучение студентов методам визуализации, применяемым в разных предметных областях, в том числе, в математическом моделировании, программной инженерии, управлении проектами;
- формирование теоретических подходов к визуализации и практических навыков использования современных средств и технологий визуализации для проведения исследований в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль средств визуализации в научных исследованиях, технике, образовании, медицине, бизнесе;
- связь курса визуализации со смежными дисциплинами компьютерной графики, вычислительной геометрии, распознавания образов, машинного зрения, анимации,

промышленного дизайна, математического и информационного моделирования, визуального программирования;

- методы визуализации и связанные с ними базовые алгоритмы компьютерной графики и вычислительной геометрии;
- современные средства и технологии визуализации.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические знания в области визуализации;
- представить панораму универсальных и специальных методов визуализации;
- выбрать методы и сценарии визуализации, адекватные предметной области и исследуемой проблеме;
- эффективно применять средства визуализации для решения прикладных задач.

**владеть:**

- современными средствами и технологиями визуализации;
- навыками использования систем визуализации общего назначения в научных и инженерных расчетах;
- навыками использования систем визуализации информации;
- навыками применения систем визуального программирования;
- навыками применения систем 4D-моделирования в управлении проектами.

**Темы и разделы курса:**

1. Визуализация информации.

Психофизические и эмоциональные аспекты восприятия изображений и сцен. Выразительность техник визуализации. Ориентация на категории пользователей и их задачи. Логическая компоновка визуальных элементов и зонирование. Приемы акцентирования.

Принятые правила и особенности использования различных типов визуальных элементов: таблиц, линейных графиков, столбчатых гистограмм, круговых диаграмм, точечных графиков, карт. Использование инструментальных панелей: спидометров, термометров, семафоров, строк уведомлений. Графическое оформление с использованием цвета, шрифтов, линий. Методы автоматической компоновки графов и диаграмм по спецификациям.

2. Визуализация научных и инженерных расчетов.

Предобработка данных. Методы интерполяции, фильтрации, сглаживания, сжатия данных.

Методы визуализации скалярных полей. Визуализация функций, заданных неявно. Линии уровня и области превышения уровня. Методы маркированных квадратов, кубов, тетраэдров. Непосредственное отображение объемных данных. Управление цветом и прозрачностью. Трассировка лучей в скалярном поле.

Визуализация векторных и тензорных полей. Метод маркеров. Метод линий и трубок потока для стационарных течений. Метод треков частиц для нестационарных полей.

### 3. Методы вычислительной геометрии.

Классификация многоугольников. Методы определения ядра многоугольника.

Задачи о взаимном расположении объектов. Пересечение отрезков. Методы лучей и углов принадлежности точки многоугольнику. Задача о ближайших соседях.

Построение выпуклой оболочки множества точек методом “заворачивания подарка” и обхода Грэхема.

Триангуляция монотонных и немонотонных многоугольников. Прямой “жадный” метод, Фронтальный метод. Триангуляция Делоне, диаграммы Вороного.

Алгоритм заметающей прямой, его применение для пересечения отрезков и объединения прямоугольников.

Методы пространственного поиска. Октальные структуры, K-d деревья, R-деревья, BSP-деревья, метрические структуры.

Методы определения пространственных коллизий в сценах. Иерархии ограничивающих объемов. Задачи и методы планирования путей.

### 4. Методы компьютерной графики.

Алгоритмы ЦДА и Берзенхема для вычерчивания отрезка и окружности.

Алгоритм отсечения Цируса-Бека для множества отрезков. Алгоритм отсечения Сазерленда-Кохена для многоугольников.

Заполнение сплошных областей методами сканирования и распространения.

Удаление невидимых граней методами Робертса, Аппеля, упорядочивания, Z-буфера.

### 5. Моделирование визуальных сцен.

Понятия цвета, формы, ориентации, текстуры, глубины, перспективы, движения. Введение в теорию цвета. Диаграмма хроматичности. Модели цвета RGB, CMY, HSV. Гамма коррекция.

Граничное и конструктивное твердотельное представление геометрических объектов. Кривые и поверхности, заданные аналитически и аппроксимациями. Регулярные и нерегулярные сетки. Скалярные, векторные, тензорные поля. Маркеры, палитры, шкалы.

Форматы изображений JPEG, TIFF, GIF, PNG, AVI, MPEG.

#### 6. Основы и приложения визуализации.

Базовые понятия, принципы и цели визуализации. Визуализация информации, научных и инженерных расчетов, программного обеспечения как основные направления.

Метафоры и критерии содержательной визуализации. Понятие конвейера визуализации как композиции трансформаций прикладных данных.

Связь со смежными дисциплинами (компьютерной графикой, вычислительной геометрией, дизайном, распознаванием образов, машинным зрением, анимацией, промышленным дизайном, визуальным программированием, информационным моделированием).

Обзор истории развития визуализации, как прикладной научной дисциплины, и современные тенденции применения в научных исследованиях, технике, образовании, медицине, бизнесе. Примеры приложений.

#### 7. Современные технологии и системы визуализации.

Программные интерфейсы и библиотеки для разработки графических приложений OpenGL, DirectX, ACIS, WebGL, HTML5.

Системы научной визуализации общего назначения AVS, IRIS Explorer, IBM Data Explorer, OpenMV. Основные принципы и архитектуры систем. Примеры приложений и сценариев визуализации.

Технологии виртуальной реальности. Языки моделирования сцен виртуальной реальности VRML97/X3D. Дерево трансформаций. Репертуар геометрических примитивов, материалов, источников света, сенсоров, интерполяторов. Механизм маршрутизации событий. Примеры интерактивной динамической пространственно-трехмерной визуализации.

Современные системы управления проектами MS Project, Primavera, Synchro. Диаграмма Ганта. Технологии пространственно-временного моделирования и планирования проектов.

Современные системы визуального программирования. Языки информационного моделирования UML, EXPRESS-G, IDEF и их роль в программной инженерии на основе моделей.

## **Научный поиск и коммуникация**

### **Цель дисциплины:**

В рамках дисциплины рассматриваются продвинутые темы о ведении академических исследований, написании научных текстов, а также затрагиваются вопросы производительности при ведении научной работы.

### **Задачи дисциплины:**

Задачей курса является формирование у студентов устойчивых знаний навыков ведения научной работы, а именно:

- знание структур научной и журнальной статьи
- поиск, сравнение, обзор и оценка связанных работ
- планирование работы от написания тезисов до разбиения на разделы и абзацы
- подготовка материалов для презентации
- поведение во время выступления.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- инструменты для поиска, аннотирования, систематизации научных работ;
- инструменты для эффективного написания научных работ.

#### **уметь:**

- составлять систематический обзор по тематике своего исследования;
- писать научную работу в соответствии с академическими стандартами.

#### **владеть:**

- методикой поиска и сопоставления научных работ;
- способами строгой аргументации и доказательства.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Структура научной статьи и инструменты написания статей**

Поиск источников.

Средства организации работы.

#### **2. Анализ источников и критическая оценка результатов исследования**

Систематизация научных источников

Планирование научной работы

Формальная академическая структура

Поиск литературы и критический обзор



Быстрое чтение

Источники: sci-hub; arxiv.org; patents; PhD thesis

Дерево ссылок

Scopus, Web of Science

### 3. Подготовка материалов презентации

Инструменты для поиска авторов, статей и ссылок:

- процесс написания
- формальная структура текста
- ораторские приёмы
- презентация
- основы коммуникация
- совместная работы над статьёй

Представление результатов и выступление

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Научный семинар по специальности проектирование и организация систем**

#### **Цель дисциплины:**

Получение студентами фундаментальных знаний в области своей прикладной деятельности, ознакомление с последними результатами научных исследований, обучение принципам написания научных работ и подготовки научных докладов и презентаций.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с последними достижениями в области проектирования и организации интеллектуальных систем;
- обучение студентов методологии написания научных работ, докладов и презентаций;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в рамках выпускных работ на степень магистра и правила оформления магистерских диссертаций.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль систем искусственного интеллекта;
- модели, используемые для анализа и построения систем искусственного интеллекта;
- основные методы представления данных (в том числе нечётких, неполных, противоречивых) в системах искусственного интеллекта;
- основные методы обработки данных (в том числе нечётких, неполных, противоречивых) и принятия решений на их основании.

##### **уметь:**

- применять на практике методы и средства проектирования и организации интеллектуальных систем;
- выявлять специфику задачи, требующей построения интеллектуальной системы, определять возможные варианты систем, способных решить задачу;

- давать обоснование избранного варианта;
- давать оценки производительности и точности выбранного решения;
- программировать на компьютере те или иные алгоритмы искусственного интеллекта.

**владеть:**

- навыками анализа задач, требующих создания автоматизированных интеллектуальных систем;
- адекватными подходами для эффективного создания интеллектуальных систем;
- теоретическим аппаратом основных моделей и методов, применяемых при разработке систем искусственного интеллекта.

**Темы и разделы курса:**

1. Новейшие результаты в области искусственного интеллекта. Текущий статус работ над магистерскими диссертациями.

Обсуждение результатов, представленных в «свежей» научной периодике и на последних научных конференциях в области искусственного интеллекта.

Обсуждение текущего статуса работ над магистерскими диссертациями (степень готовности, имеющиеся проблемы и подходы к их решению, корректировка планов подготовки).

2. Правила оформления магистерских диссертаций.

Титульный лист, объем, приложения.

3. Принципы и средства написания научных работ. Принципы построения научных докладов. Принципы и средства подготовки презентаций.

Стилистика письменного научного языка. Структура, объем, формулы, аннотация, цитирования и ссылки, список литературы.

Стилистика устного научного языка. Формулирование темы, вступление, основная часть, заключение. Этапы подготовки доклада.

Типы презентаций. Защита дипломной работы. Защита диссертации. Конференция. Выступление на семинаре.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Научный семинар**

#### **Цель дисциплины:**

Получение студентами фундаментальных знаний в области своей прикладной деятельности, ознакомление с последними результатами научных исследований, обучение принципам написания научных работ и подготовки научных докладов и презентаций.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с последними достижениями в области проектирования и организации интеллектуальных систем;
- обучение студентов методологии написания научных работ, докладов и презентаций;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в рамках выпускных работ на степень магистра и правила оформления магистерских диссертаций.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль анализа систем и решений;
- модели, используемые для анализа и построения систем финансовой математики;
- основные методы обработки данных (в том числе нечётких, неполных, противоречивых) и принятия решений на их основании.

##### **уметь:**

- выявлять специфику задачи, определять возможные варианты систем, способных решить задачу;
- давать обоснование избранного варианта;
- давать оценки производительности и точности выбранного решения.

##### **владеть:**

- навыками анализа задач;
- теоретическим аппаратом основных моделей и методов, применяемых в финансовой математике.

### **Темы и разделы курса:**

1. Новейшие результаты в области финансовой математики. Текущий статус работ над магистерскими диссертациями.

Обсуждение результатов, представленных в «свежей» научной периодике и на последних научных конференциях в области финансовой математики.

Обсуждение текущего статуса работ над магистерскими диссертациями (степень готовности, имеющиеся проблемы и подходы к их решению, корректировка планов подготовки).

2. Правила оформления магистерских диссертаций.

Титульный лист, объем, приложения.

3. Принципы и средства написания научных работ. Принципы построения научных докладов. Принципы и средства подготовки презентаций.

Стилистика письменного научного языка. Структура, объем, формулы, аннотация, цитирования и ссылки, список литературы.

Стилистика устного научного языка. Формулирование темы, вступление, основная часть, заключение. Этапы подготовки доклада.

Типы презентаций. Защита дипломной работы. Защита диссертации. Конференция. Выступление на семинаре.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Немецкий язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. способность использовать разные виды чтения и варьировать формат устного общения для поддержания успешного взаимодействия;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;

- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты по изученным темам;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- пользоваться современными мультимедийными для дальнейшего самообразования.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на начальном уровне A1;
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета и культурных особенностей представителей немецкоязычных стран;
- речевыми средствами для общения на общебытовые/академические/деловые темы;
- некоторыми типами частной и деловой корреспонденции в объеме изученных тем;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности.

### **Темы и разделы курса:**

1. Знакомство. Анкетные данные.

Коммуникативные задачи: здороваться, прощаться, понимать формулы вежливости. Представиться, сообщить/запросить анкетные данные: имя, возраст, место рождения, место проживания, владение иностранными языками, хобби. Называть страны, языки. Произнести по буквам имя, фамилию.

Лексика: приветствие, прощание, формулы вежливости. Города Германии, Австрии, Швейцарии. Анкетные данные: имя, возраст, семья. Страны, города, языки, профессии, любимые занятия. Оценочные реплики в диалоге.

Грамматика: личные местоимения в номинатив. Спряжение слабых/сильных глаголов в настоящем времени. Глаголы *haben*, *sein*. Простое повествовательное предложение. Вопросительные слова и вопросительное предложение. Притяжательный артикль. Местоимение *man*. Предлоги *in*, *aus*.

Фонетика: вводный фонетический курс. Буквы и звуки. Алфавит. Интонация повествовательного и вопросительного предложения.

## 2. Профессия и семья

Коммуникативные задачи: называть некоторые профессии. Называть офисные предметы и предметы повседневного обихода. Вести диалог о профессии (профессия, основной род занятий по профессии). Понимать числительные на слух. Понимать количественную информацию о странах и языках. Называть числительные: номер телефона, номер автомобиля. Описать диаграмму с информацией о языках. Понимать короткий рассказ о членах семьи: степени родства, профессия, увлечения. Рассказать о семье, семейном положении. Вести диалог-знакомство.

Лексика: профессия и род занятий по профессии. Предметы повседневного обихода и на рабочем месте. Числительные. Семья. Степени родства, семейное положение.

Грамматика: словообразование (суффикс *-in*). Спряжение глаголов в настоящем времени (*entwickeln*, *lesen*, *haben*). Грамматический род существительных. Определенный, неопределенный, отрицательный, притяжательный артикль. Количественные числительные. Множественное число существительных.

Фонетика: ударение в словах. Дифтонг *ei*. Долгий звук *ie*.

## 3. Город. Гостиница.

Коммуникативные задачи: называть некоторые деловые цели поездки в другой город. Понимать диалог с официантом в кафе. Заказать еду и напитки, оплатить еду в кафе. Задать вопрос о стоимости. Понимать/вести диалог при встрече с давним знакомым в городе, рассказать о себе, о профессии и профессиональных обязанностях. Задавать вопросы о посещении городов – давать положительный/отрицательный ответ. Назвать города, которые посетили, и дать им оценку. Заполнение формы с персональными данными. Понимать диалог у стойки регистрации в отеле. Понимать страноведческий текст с описанием города. Вести диалог у стойки регистрации: забронировать номер, заполнить анкету. Написать письмо другу с описанием своих действий в чужом городе. Письменный запрос информации в туристическом бюро.

Лексика: город, гостиница. В кафе: еда и напитки, заказ блюд и оплата. Вежливая просьба. Важные места, здания, действия в городе. Формальное/неформальное обращение и прощание в письмах.



Грамматика: аккузатив существительных. Глагол *möchte*. Место сказуемого в предложении с модальным глаголом. Глагол *sein* в презенсе и претерите. оборот *es gibt*. Обстоятельства места и времени (*heute/morgen, jetzt/gleich/danach*).

Фонетика: произношение умлаута *ü*.

#### 4. Распорядок дня. Повседневные дела на работе.

Коммуникативные задачи: понимать на слух, называть время по часам, длительность. Вести мини-диалоги о повседневных делах и наличии времени в определенный день недели. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о времени и длительности события. Согласовать время встречи с друзьями. Понимать короткий текст о распорядке дня. Формулировать вопросы/ответы о распорядке дня. Понимать основные речевые обороты в разговоре по телефону. Запросить, дать информацию. Согласовать по телефону деловую встречу. Найти конкретную информацию в объявлениях.

Лексика: время по часам, длительность. Дни недели и время суток. Распорядок дня. Повседневные дела. Речевые обороты в телефонных переговорах.

Грамматика: вопросительные слова к обстоятельствам времени. Временные предлоги. Сильный глагол *fahren*. Обратный порядок слов в предложении. Модальный глагол *können*. Глагольные приставки.

Фонетика: звуки *ich* и *ach*. Ударение в глаголах с приставками.

#### 5. Еда и питье

Коммуникативные задачи: понимать текст о любимых напитках и блюдах в немецкоязычных странах. Назвать традиционные национальные блюда на завтрак, обед, ужин. Задавать, отвечать на вопросы на тему еды. Понимать текст о ресторанах. Понимать/вести диалог в ресторане. Заказать еду в ресторане. Задать, ответить на вопросы о качестве, вкусе еды. Формулировать просьбы, реагировать на просьбы на тему еды. Запросить, дать информацию о еде. Оплатить еду в ресторане. Понимать текст о традиционных немецких лакомствах. Заказать столик в ресторане.

Лексика: еда и напитки. Здоровое питание. Предпочтения в еде. Традиционные национальные блюда. Посуда, столовые приборы, кухонная утварь. Речевые средства: просьба, согласие, отказ.

Грамматика: глаголы *mögen, essen*. Род сложных существительных. Вежливая просьба (*ich hätte gern...*). Отрицание *kein/nicht*, место отрицания в предложении. Предлог *ohne*. Сильное склонение прилагательных в *Nominativ/Akkusativ*.

Фонетика: ударение в сложных словах. Звук *R* в начале/конце слова.

#### 6. Вчера и сегодня. Университет, образование.

Коммуникативные задачи: понимать на слух беседу в офисе о прошедших событиях. Понимать текст о распорядке дня, событиях в прошедшем времени. Задавать вопросы, давать ответы о действиях в прошлом, о причине действий. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о времени совершения действия в прошедшем времени, о действиях в прошлом. Написать письмо с описанием событий на прошлой неделе. Понимать общее содержание текста об учебе в университете на слух. Детально понимать содержание письменного текста об университетах и образовании. Понимать конкретную информацию в объявлениях. Называть подразделения и службы университета. Рассказать об учебе в университете.

Лексика: повседневные занятия и распорядок дня в прошедшем времени. Светская беседа. Университеты и институты. Подразделения и службы университета. Образование.

Грамматика: образование перфекта. Претерит глаголов haben, sein. Образование партиципа II. Сочинительные союзы (und), порядок слов в сложносочиненном предложении.

Фонетика: ударение в Partizip II. Сочетание st.

#### 7. В дороге. Погода. Транспортные средства. Отпуск.

Коммуникативные задачи: понимать текст о популярных в Германии транспортных средствах. Вести диалог о транспортных средствах. Понимать короткие сообщения о пользовании транспортными средствами. Понимать объявления на вокзале и в аэропорту. Понимать информацию о временах года и погоде. Вести мини-диалог о пользовании транспортными средствами. Вести дискуссию о транспортных средствах. Понимать на слух диалог об отпуске. Понимать/написать короткое письмо-открытку о впечатлениях от отпуска. Задавать, отвечать на вопросы об отпуске: время поездки, цель путешествия, длительность, времяпрепровождение в отпуске.

Лексика: общественный и личный транспорт. Транспортные средства. Времена года, месяцы. Погода. Отпуск. Времяпрепровождение в отпуске.

Грамматика: датив существительных. Притяжательные местоимения. Временной предлог (in). Обстоятельства места/направления (локальные предлоги). Модальный глагол wollen.

Фонетика: оглушение согласных в конце слова, -ig в конце слова.

#### 8. Покупки. Одежда.

Коммуникативные задачи: называть вещи, необходимые для путешествия. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о вещах (что взять в поездку). Указать причину. Интервью на тему одежды. Понимать текст на тему моды. Обсудить план похода по магазинам. Понимать/вести диалог в магазине. Вести дискуссию о покупках (магазин/интернет). Кратко описать график. Задавать вопросы, отвечать на вопросы на тему покупок.

Лексика: вещи, необходимые для путешествия. Предметы одежды и мода. Цвета. Покупки в магазине и Интернете.

Грамматика: предлог ohne. Сочинительный союз denn. Слабое и смешанное склонение прилагательных. Nominativ/Akkusativ. Модальный глагол müssen.

Фонетика: долгий и краткий звук e.

#### 9. Работа. Проблемы на рабочем месте. Деловые встречи.

Коммуникативные задачи: описать виды деятельности на работе, в офисе. Рассказать о произошедших событиях. Описать проблемы. Понимать телефонный разговор – согласование деловой встречи. Понимать конкретную информацию короткого диалога по телефону. Позвонить в сервисную службу. Понимать текст о пунктуальности. Найти конкретную информацию на визитной карточке. Назвать причину опоздания. Обсудить статистические данные.

Лексика: работа в офисе. Профессия. Технические проблемы в работе. Согласование встреч. Даты. Речевые средства для разговора по телефону. Время и пунктуальность.

Грамматика: перфект. Обстоятельства времени. Порядковые числительные. Личные местоимения в Akkusativ. Временные предлоги (срок – длительность).

Фонетика: звуки f, w. Ударение в словах.

#### 10. Свободное время и здоровье

Коммуникативные задачи: понимать сообщения об организации досуга. Рассказать о проведении свободного времени. Вести беседу на вечеринке. Называть части тела. Договориться о приеме у врача. Вести разговор с врачом. Давать советы на тему здорового образа жизни. Беседовать о тенденциях в проведении свободного времени.

Лексика: организация досуга и современные тенденции в проведении свободного времени. Светская беседа на тему свободного времени. Части тела. Болезни и здоровье. Посещение врача.

Грамматика: глагол sollen. Повелительное наклонение. Сочинительные союзы aber и oder.

Фонетика: произношение безударного звука e.

#### 11. Жилищные условия. Квартира.

Коммуникативные задачи: понимать общую информацию текста на тему жилищных условий. Описать квартиру и обстановку. Назвать преимущества и недостатки разных форм проживания. Понимать жилищные объявления и реагировать на них. Описать дорогу. Побеседовать о работе по хозяйству.

Лексика: жилищные условия. Квартира и мебель. Поиски жилья и жилищные объявления. Описание дороги. Правила пользования жилым помещением. Работы по хозяйству.

Грамматика: глагол превосходная степень прилагательных. Обстоятельства места. Модальный глагол dürfen. Личные местоимения в Dativ.

Фонетика: произношение h. Дифтонги au, eu/äu.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Немецкий язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1+ (А2.1) (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

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

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. способность использовать разные виды чтения и варьировать формат устного общения для поддержания успешного взаимодействия;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

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

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты по изученным темам;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- пользоваться современными мультимедийными средствами.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на уровне A1+ (A2.1);
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета и культурных особенностей представителей немецкоязычных стран;
- речевыми средствами для общения на общебытовые/академические/деловые темы;
- некоторыми типами частной и деловой корреспонденции в объеме изученных тем;

– учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Знакомство, представление. Анкетные данные.

Коммуникативные задачи: здороваться, прощаться, понимать формулы вежливости. Представиться, сообщить, запросить анкетные данные: имя, возраст, место рождения, место проживания, владение иностранными языками, хобби. Называть страны, языки. Произнести по буквам имя, фамилию.

Лексика: приветствие, прощание, формулы вежливости. Города Германии, Австрии, Швейцарии. Анкетные данные: имя, возраст, семья. Страны, города, языки, профессии, любимые занятия. Оценочные реплики в диалоге.

Грамматика: личные местоимения в номинатив. Спряжение слабых/сильных глаголов в настоящем времени. Глаголы *haben*, *sein*. Простое повествовательное предложение. Вопросительные слова и вопросительное предложение. Притяжательный артикль. Местоимение *man*. Предлоги *in*, *aus*.

Фонетика: вводный фонетический курс. Буквы и звуки. Алфавит. Интонация повествовательного и вопросительного предложения.

#### 2. Профессия и семья

Коммуникативные задачи: называть некоторые профессии. Называть офисные предметы и предметы повседневного обихода. Вести диалог о профессии: профессия, основной род занятий по профессии. Понимать числительные на слух. Понимать количественную информацию о странах и языках. Называть числительные: номер телефона, номер автомобиля. Описать диаграмму с информацией о языках. Понимать короткий рассказ о членах семьи: степени родства, профессия, увлечения. Рассказать о семье, семейном положении. Вести диалог-знакомство.

Лексика: профессия и род занятий по профессии. Предметы повседневного обихода и на рабочем месте. Числительные. Семья. Степени родства, семейное положение.

Грамматика: словообразование (суффикс *-in*). Спряжение глаголов в настоящем времени (*entwickeln*, *lesen*, *haben*). Грамматический род существительных. Определенный, неопределенный, отрицательный, притяжательный артикль. Количественные числительные. Множественное число существительных.

#### 3. Город. Гостиница.

Коммуникативные задачи: называть некоторые деловые цели поездки в другой город. Понимать диалог с официантом в кафе. Заказать еду и напитки, оплатить еду в кафе. Задать вопрос о стоимости. Понимать/вести диалог при встрече с давним знакомым в городе, рассказать о себе, о профессии и профессиональных обязанностях. Задавать вопросы о посещении городов, давать положительный/отрицательный ответ. Назвать города, которые посетили, и дать им оценку. Заполнение формы с персональными данными. Понимать диалог у стойки регистрации в отеле. Понимать страноведческий текст с описанием города. Вести диалог у стойки регистрации: забронировать номер, заполнить анкету. Написать

письмо другу с описанием своих действий в чужом городе. Письменный запрос информации в туристическом бюро.

Лексика: город, гостиница. В кафе: еда и напитки, заказ блюд и оплата. Вежливая просьба. Важные места, здания, действия в городе. Формальное/неформальное обращение и прощание в письмах.

Грамматика: аккузатив существительных. Глагол *möchte*. Место сказуемого в предложении с модальным глаголом. Глагол *sein* в презенсе и претерите.оборот *es gibt*. Обстоятельства места и времени (*heute/morgen, jetzt/gleich/danach*).

#### 4. Распорядок дня. Повседневные дела на работе.

Коммуникативные задачи: понимать на слух, называть время по часам, длительность. Вести мини-диалоги о повседневных делах и наличии времени в определенный день недели. Задавать и отвечать на вопросы о времени и длительности события. Согласовать время встречи с друзьями. Понимать короткий текст о распорядке дня. Формулировать вопросы/ответы о распорядке дня. Понимать основные речевые обороты в разговоре по телефону. Запросить/дать информацию. Согласовать по телефону деловую встречу. Найти конкретную информацию в объявлениях.

Лексика: время по часам, длительность. Дни недели и время суток. Распорядок дня. Повседневные дела. Речевые обороты в телефонных переговорах.

Грамматика: вопросительные слова к обстоятельствам времени. Временные предлоги. Сильный глагол *fahren*. Обратный порядок слов в предложении. Модальный глагол *können*. Глагольные приставки.

#### 5. Еда и питье

Коммуникативные задачи: понимать текст о любимых напитках и блюдах в немецкоязычных странах. Назвать традиционные национальные блюда на завтрак, обед и ужин. Задавать, отвечать на вопросы на тему еды. Понимать текст о ресторанах. Понимать/вести диалог в ресторане. Заказать еду в ресторане. Задать, ответить на вопросы о качестве, вкусе еды. Формулировать просьбы, реагировать на просьбы на тему еды. Запросить, дать информацию о еде. Оплатить еду в ресторане. Понимать текст о традиционных немецких лакомствах. Заказать столик в ресторане.

Лексика: еда и напитки. Здоровое питание. Предпочтения в еде. Традиционные национальные блюда. Посуда, столовые приборы, кухонная утварь. Речевые средства: просьба, согласие, отказ.

Грамматика: глаголы *mögen, essen*. Род сложных существительных. Вежливая просьба (*ich hätte gern...*). Отрицание *kein/nicht*, место отрицания в предложении. Предлог *ohne*. Сильное склонение прилагательных в *Nominativ/Akkusativ*.

#### 6. Университет, учеба, образование

Коммуникативные задачи: понимать на слух беседу в офисе о прошедших событиях. Понимать текст о распорядке дня, событиях в прошедшем времени. Задавать вопросы, давать ответы о действиях в прошлом, о причине действий. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о времени совершения действия в прошедшем времени, о действиях в прошлом. Написать письмо с описанием событий на прошлой неделе. Понимать общее содержание текста об учебе в университете на слух. Детально понимать содержание письменного текста

об университетах и образовании. Понимать конкретную информацию в объявлениях. Называть подразделения и службы университета. Рассказать об учебе в университете.

Лексика: повседневные занятия и распорядок дня в прошедшем времени. Светская беседа. Университеты и институты. Подразделения и службы университета. Образование.

Грамматика: образование перфекта. Претерит глаголов haben, sein. Образование Partizip II. Сочинительные союзы (und), порядок слов в сложносочиненном предложении.

#### 7. В дороге. Погода. Транспортные средства. Отпуск.

Коммуникативные задачи: понимать текст о популярных в Германии транспортных средствах. Вести диалог о транспортных средствах. Понимать короткие сообщения о пользовании транспортными средствами. Понимать объявления на вокзале, в аэропорту. Понимать информацию о временах года и погоде. Вести мини-диалог о пользовании транспортными средствами. Вести дискуссию о транспортных средствах. Понимать на слух диалог об отпуске. Понимать/написать короткое письмо-открытку о впечатлениях от отпуска. Задавать, отвечать на вопросы об отпуске: время поездки, цель путешествия, длительность, времяпрепровождение в отпуске.

Лексика: общественный и личный транспорт. Транспортные средства. Времена года. Месяцы. Погода. Отпуск. Времяпрепровождение в отпуске.

Грамматика: датив существительных. Притяжательные местоимения. Временной предлог (in). Обстоятельства места/направления (локальные предлоги). Модальный глагол wollen.

#### 8. Покупки. Одежда.

Коммуникативные задачи: называть вещи, необходимые для путешествия. Задавать вопросы и отвечать на вопросы о вещах (что взять в поездку). Указать причину. Интервью на тему одежды. Понимать текст на тему моды. Обсудить план похода по магазинам. Понимать/вести диалог в магазине. Вести дискуссию о покупках (магазин/интернет). Кратко описать график. Задавать вопросы, отвечать на вопросы на тему покупок.

Лексика: вещи, необходимые для путешествия. Предметы одежды и мода. Цвета. Покупки в магазине и Интернете.

Грамматика: предлог ohne. Сочинительный союз denn. Слабое и смешанное склонение прилагательных. Nominativ/Akkusativ. Модальный глагол müssen.

#### 9. Работа. Проблемы на рабочем месте. Деловые встречи.

Коммуникативные задачи: описать виды деятельности на работе, в офисе. Рассказать о произошедших событиях. Описать проблемы. Понимать телефонный разговор – согласование деловой встречи. Понимать конкретную информацию короткого диалога по телефону. Позвонить в сервисную службу. Понимать текст о пунктуальности. Найти конкретную информацию на визитной карточке. Назвать причину опоздания. Обсудить статистические данные.

Лексика: работа в офисе. Профессия. Технические проблемы в работе. Согласование встреч. Даты. Речевые средства для разговора по телефону. Время и пунктуальность.

Грамматика: перфект. Обстоятельства времени. Порядковые числительные. Личные местоимения в Akkusativ. Временные предлоги (срок – длительность).



## 10. Свободное время и здоровье

Коммуникативные задачи: понимать сообщения об организации досуга. Рассказать о проведении свободного времени. Вести беседу на вечеринке. Называть части тела. Договориться о приеме у врача, вести разговор с врачом. Давать советы на тему здорового образа жизни. Беседовать о тенденциях в проведении свободного времени.

Лексика: организация досуга и современные тенденции в проведении свободного времени. Светская беседа на тему свободного времени. Части тела. Болезни и здоровье. Посещение врача.

Грамматика: глагол *sollen*. Повелительное наклонение. Сочинительные союзы *aber* и *oder*.

## 11. Жилищные условия. Квартира и мебель. Жилищные объявления. Описание дороги. Правила пользования жилым помещением.

Коммуникативные задачи: понимать общую информацию текста на тему жилищных условий. Описать квартиру и обстановку. Назвать преимущества и недостатки разных форм проживания. Понимать жилищные объявления и реагировать на них. Описать дорогу. Побеседовать о работе по хозяйству.

Лексика: жилищные условия. Квартира и мебель. Поиски жилья и жилищные объявления. Описание дороги. Правила пользования жилым помещением. Работы по хозяйству.

Грамматика: глагол превосходная степень прилагательных. Обстоятельства места. Модальный глагол *dürfen*. Личные местоимения в *Dativ*.

## 12. Достопримечательности. Музеи. Туристическая информация. Праздники. Поздравления. Приглашения.

Коммуникативные задачи: понимать на слух общую информацию о достопримечательностях. Детально понимать информацию о достопримечательностях в туристическом каталоге. Дать информацию о времени работы музея, стоимости билетов. Перечислить достопримечательности, которые стоит посетить, и обосновать выбор. Запросить по телефону информацию о музее. Понимать светскую беседу на тему достопримечательностей. Сформулировать поздравление к празднику. Написать приглашение, письменно ответить на приглашение.

Лексика: автобиография, профессии, школа, система образования в Германии.

Грамматика: глагол *werden*, претерит модальных глаголов.

## 13. Загородные экскурсии: местности, ландшафты, архитектурные сооружения. Животные.

Коммуникативные задачи: понимать устную информацию о достопримечательностях. Называть виды ландшафтов и архитектурных сооружений. Понимать информацию в туристическом каталоге о местах загородных экскурсий. Понимать устные рассказы о загородных экскурсиях. Поддержать беседу на тему загородной прогулки. Сравнить предлагаемые маршруты. Назвать популярные туристические маршруты в Германии. Сделать презентацию популярной загородной экскурсии в родной стране. Спланировать в диалоге загородную прогулку и рассказать о ней. Запросить/понять информацию об экскурсиях в туристическом бюро. Запросить по телефону информацию о режиме работы, ценах на билеты в зоопарке. Поддержать разговор о животных.

Лексика: загородные экскурсии - местности, ландшафты, архитектурные сооружения. Информация в туристических каталогах. Животные.

Грамматика: степени сравнения прилагательных (повт.). Превосходная степень прилагательных. Сравнительные обороты. Родительный падеж. Локальные предлоги: местоположение/направление.

14. Здоровое питание. Национальные блюда. Посещение ресторана.

Коммуникативные задачи: понимать диалог в продуктовом магазине. Понимать общее содержание биографического текста на слух. Понимать тексты о национальных привычках в еде. Участвовать в разговоре о продуктах питания. Описать/сравнить в диалоге свою покупательское поведение. Вести диалог в продуктовом магазине, на рынке. Описать действия при приготовлении пищи. Понимать диалог в ресторане. Понимать текст о национальных блюдах. Понимать/написать в письме информацию о ресторане. Заказать еду в ресторане и высказать претензию.

Лексика: продукты питания. Еда в Германии. Покупка продуктов. Повара и приготовление пищи. Национальные блюда. Речевые клише при посещении ресторана.

Грамматика: придаточные дополнит. (dass-Sätze). Слабое и сильное склонение прилагательных. Глаголы в претерите. Модальные глаголы в претерите. Употребление временных форм глаголов.

15. Работа в офисе. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте.

Коммуникативные задачи: понимать на слух общее содержание текста с описанием деятельности на работе. Понимать телефонный разговор о согласовании встречи. Детально понимать текст с описанием деятельности на работе. Рассказать о планировании рабочего времени. Понимать диалог на тему работы. Понимать по телефону сообщения о проблемах на работе. Согласовать по телефону деловую встречу, дружескую встречу. В деловом письме перенести/отменить встречу. Передать по телефону информацию для третьего лица. Понимать правила делового этикета. Рассказать о правилах делового этикета в своей стране.

Лексика: дата, время. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте. Передача информации третьему лицу.

Грамматика: временные предлоги. Обстоятельства времени. Глаголы с дополнением в аккузатив, датив, аккузатив/датив. Личные местоимения в аккузатив, датив. Косвенный вопрос. Прямые и косвенные вопросы.

16. Распорядок дня. Профессии и профессиональная деятельность. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Коммуникативные задачи: понимать устный/письменный текст о распорядке рабочего дня. Понимать радиоинтервью на тему школы. Детально понимать текст об учебе в школе. Понимать текст о системе школьного образования в Германии. Понимать описание профессиональных обязанностей. Провести интервью об опыте учебы в школе и обобщить результаты. Рассказать о системе образования в своей стране. Описать графическую информацию о популярных профессиях в Германии. Понимать радиоинтервью об учебе в университете Австрии. Понимать резюме. Рассказать о своем образовании. Запросить информацию об учебе в университете.

Лексика: распорядок рабочего дня. Профессии и виды профессиональной деятельности. Воспоминания о школе. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Грамматика: возвратные глаголы. Глаголы с предложным дополнением. Придаточные условные (wenn) (10a, b). Придаточные дополнительные (dass, ob).

#### 17. Семейные торжества. Факторы счастья.

Коммуникативные задачи: понимать текст о факторах счастья. Понимать диалог с продавцом в магазине. Провести небольшой опрос на тему счастья/удачи, рассказать о результатах опроса. Рассказать о семье, родственниках. Расспросить о родственниках. Понимать текст свадебных традициях в Германии. Рассказать о свадебных традициях в России. Называть подарки. Провести опрос на тему покупок/покупательского поведения. Вести диалог с продавцом в магазине. Договориться с друзьями о совместном походе в магазин за подарком.

Лексика: удовлетворенность, факторы счастья. Семья. Степени родства. Семейные торжества, свадьба. Приглашения и пожелания. Подарки. Отделы и товары в магазине.

Грамматика: придаточные дополнительные (повтор.). Придаточные причины (weil). Обстоятельства причины с союзами weil и denn. Неопределенный артикль как замена существительного. Порядок дополнений датив/аккузатив в предложении.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Немецкий язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии и форматы для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;

- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей немецкой культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции немецкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни немецкоязычных стран;
- особенности системы образования в немецкоязычных странах;
- достоинства и недостатки развития мировой экономики;
- различия в области фонетики, лексики, грамматики, стилистики родного и немецкого языков;
- особенности собственного стиля учения.

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты по изученным темам;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- предотвращать появление стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- пользоваться современными мультимедийными средствами;
- выступать в роли медиатора культур.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на уровне А2;
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета представителей другой культуры;

- речевыми средствами для общения на общебытовые, академические и общенаучные темы в условиях пользования аутентичными интернет-ресурсами и публикациями на актуальные темы;
- различными типами частной и деловой корреспонденции в режиме онлайн-общения в ходе решения профессиональных задач, соблюдая формат профессионального межкультурного общения;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Знакомство. Профессии и профессиональные обязанности.**

Коммуникативные задачи: представиться самому, представить других людей. Описать виды профессиональных обязанностей. Описать и обсудить с другими повседневные дела. Понимать устные сообщения о действиях в прошлом. Рассказать о прошедших событиях. Написать электронное письмо с описанием прошедших событий. Описать графическую информацию о тенденциях в организации досуга в Германии.

Лексика: знакомство. Профессии и профессиональные обязанности. Повседневные дела. Досуг.

Грамматика: модальные глаголы в Präsens (повторение). Перфект (повторение). Временные формы глаголов haben и sein.

#### **2. Загородные экскурсии, туристические маршруты**

Коммуникативные задачи: понимать устную информацию о достопримечательностях. Называть виды ландшафтов и архитектурных сооружений. Понимать информацию в туристическом каталоге о местах загородных экскурсий. Понимать устные рассказы о загородных экскурсиях. Поддержать беседу на тему загородной прогулки. Сравнить предлагаемые маршруты. Назвать популярные туристические маршруты в Германии. Сделать презентацию популярной загородной экскурсии в родной стране. Спланировать в диалоге загородную прогулку и рассказать о ней. Запросить/понять информацию об экскурсиях в туристическом бюро. Запросить по телефону информацию о режиме работы, ценах на билеты в зоопарке. Поддержать разговор о животных.

Лексика: загородные экскурсии - местности, ландшафты, архитектурные сооружения. Информация в туристических каталогах. Животные.

Грамматика: степени сравнения прилагательных (повт.). Превосходная степень прилагательных. Сравнительные обороты. Родительный падеж. Локальные предлоги: местоположение/направление.

### 3. Здоровое питание. Национальные блюда. Посещение ресторана.

Коммуникативные задачи: понимать диалог в продуктовом магазине. Понимать общее содержание биографического текста на слух. Понимать тексты о национальных привычках в еде. Участвовать в разговоре о продуктах питания. Описать/сравнить в диалоге свою покупательское поведение. Вести диалог в продуктовом магазине, на рынке. Описать действия при приготовлении пищи. Понимать диалог в ресторане. Понимать текст о национальных блюдах. Понимать/написать в письме информацию о ресторане. Заказать еду в ресторане и высказать претензию.

Лексика: продукты питания. Еда в Германии. Покупка продуктов. Повара и приготовление пищи. Национальные блюда. Речевые клише при посещении ресторана.

Грамматика: придаточные дополнит. (dass-Sätze). Слабое и сильное склонение прилагательных. Глаголы в претерите. Модальные глаголы в претерите. Употребление временных форм глаголов.

### 4. Работа в офисе. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте.

Коммуникативные задачи: понимать на слух общее содержание текста с описанием деятельности на работе. Понимать телефонный разговор о согласовании встречи. Детально понимать текст с описанием деятельности на работе. Рассказать о планировании рабочего времени. Понимать диалог на тему работы. Понимать по телефону сообщения о проблемах на работе. Согласовать по телефону деловую встречу, дружескую встречу. В деловом письме перенести/отменить встречу. Передать по телефону информацию для третьего лица. Понимать правила делового этикета. Рассказать о правилах делового этикета в своей стране.

Лексика: дата, время. Согласование деловой встречи по телефону. Технические проблемы на рабочем месте. Передача информации третьему лицу.

Грамматика: временные предлоги. Обстоятельства времени. Глаголы с дополнением в аккузатив, датив, аккузатив/датив. Личные местоимения в аккузатив, датив. Косвенный вопрос. Прямые и косвенные вопросы.

### 5. Распорядок дня. Профессии и профессиональная деятельность. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Коммуникативные задачи: понимать устный/письменный текст о распорядке рабочего дня. Понимать радиointервью на тему школы. Детально понимать текст об учебе в школе. Понимать текст о системе школьного образования в Германии. Понимать описание профессиональных обязанностей. Провести интервью об опыте учебы в школе и обобщить результаты. Рассказать о системе образования в своей стране. Описать графическую информацию о популярных профессиях в Германии. Понимать радиointервью об учебе в университете Австрии. Понимать резюме. Рассказать о своем образовании. Запросить информацию об учебе в университете.

Лексика: распорядок рабочего дня. Профессии и виды профессиональной деятельности. Воспоминания о школе. Система школьного образования в Германии. Резюме.

Грамматика: возвратные глаголы. Глаголы с предложным дополнением. Придаточные условные (wenn) (10a, b). Придаточные дополнительные (dass, ob).

#### 6. Семейные торжества. Факторы счастья.

Коммуникативные задачи: понимать текст о факторах счастья. Понимать диалог с продавцом в магазине. Провести небольшой опрос на тему счастья/удачи, рассказать о результатах опроса. Рассказать о семье, родственниках. Расспросить о родственниках. Понимать текст свадебных традициях в Германии. Рассказать о свадебных традициях в России. Называть подарки. Провести опрос на тему покупок, покупательского поведения. Вести диалог с продавцом в магазине. Договориться с друзьями о совместном походе в магазин за подарком.

Лексика: удовлетворенность, факторы счастья. Семья. Степени родства. Семейные торжества, свадьба. Приглашения и пожелания. Подарки. Отделы и товары в магазине.

Грамматика: придаточные дополнительные (повтор.). Придаточные причины (weil). Обстоятельства причины с союзами weil и denn. Неопределенный артикль как замена существительного. Порядок дополнений датив/аккузатив в предложении.

#### 7. Изучение иностранных языков. Страны и путешествия.

Коммуникативные задачи: провести интервью на тему изучения иностранных языков. Назвать причины и цели изучения иностранных языков. Понимать текст о полиглоте. Сформулировать советы по изучению иностранных языков. Участвовать в беседе о целях путешествий, занятиях во время отпуска, транспортных средствах.

Лексика: иностранные языки. Изучение иностранных языков. Отпуск и путешествия. Страны. Ландшафты и природа. Транспортные средства.

Грамматика: советы/рекомендации. Склонение прилагательных (повт.). Грамматический род в названиях стран. Предлоги местоположения/направления. Придаточное цели (damit).

#### 8. Средства массовой информации и политика

Коммуникативные задачи: рассказать об использовании средств массовой информации. Описывать одновременные действия. Понимать текст о результатах исследования на тему многозадачности. Участвовать в дискуссии о телевидении, телепрограммах и любимых передачах. В диалоге прийти к совместному решению и обосновать его. Провести интервью на тему актуальных событий и новостей. Понимать на слух новостные сообщения. Описать текущие процессы и события. Знать некоторые факты о немецкой политике. Писать короткие новостные сообщения.

Лексика: использование средств массовой информации. Многозадачность. Телевидение и телепередачи. Актуальные события и новости. Факты о немецкой политике.

Грамматика: пассив презенс. Род существительных. Временные придаточные предложения (wenn). Употребление родительного падежа в официальных текстах.

#### 9. Идеи и продукты. Технические изобретения. Предпринимательство.



Коммуникативные задачи: рассказать об изобретениях и продуктах. Понимать короткие тексты об изобретениях. Провести интервью на тему техники. Понимать разговор с продавцом при покупке технических товаров. Заявить претензию на товар. Участвовать в дискуссии о пользе новых технических приборов. Вести телефонные переговоры. Формулировать вежливую просьбу. Понимать текст значительного объема об истории становления фирмы. Провести презентации компании. Описывать процессы в прошедшем времени. Сформулировать письменные рекомендации.

Лексика: изобретения. Техника и приборы. Разговор с продавцом. Претензии. Телефонные переговоры. Фирмы.

Грамматика: пассив претеритум. Вежливые вопросы и просьбы (конъюнктив II). Временные придаточные предложения с союзами wenn и als.

#### 10. Спорт и здоровый образ жизни

Коммуникативные задачи: вести беседу о спорте и здоровом образе жизни. Понимать тексты о спорте, здоровье и позитивном мышлении. Давать рекомендации. Рассказать о системе здравоохранения в своей стране. Понимать офисные разговоры. Формулировать условия, причины и контраргументы. Вести беседу о радостях и огорчениях. Описать в письме другу свои чувства по поводу прошедших событий.

Лексика: виды спорта. Движение и здоровье. Части тела. Система здравоохранения. Позитивное мышление. Чувства.

Грамматика: вопросительные местоименные наречия. Инфинитив с zu. Уступительные придаточные предложения (obwohl). Модальные частицы.

#### 11. Города Германии, Австрии и Швейцарии. Туризм. Жилищные условия.

Коммуникативные задачи: рассказать о туристических поездках по городам. Провести интервью на тему фотографирования во время путешествий. Понимать текст об исторических городах и передавать содержание текста. Провести презентацию города. Вести дискуссию о туристических маршрутах. Высказывать свое мнение. Вежливо внести предложение. Описать квартиру и сравнить разные предложения. Вести дискуссию о жилищных условиях и окружающей инфраструктуре. Написать письмо друзьям с описанием города и новой квартиры. Формулировать обстоятельства места и направления. Вести беседу о работах по дому и соседях.

Лексика: путешествия по городам. Фотографирование. Исторические города. Жилищные условия и квартира. Работы по дому. Соседи.

Грамматика: неопределенные местоимения. Относительные придаточные. Глаголы, употребляемые с обстоятельствами места и направления. Вежливое высказывание (конъюнктив II).

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Немецкий язык (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

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

#### **Задачи дисциплины:**

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

- лингвистическая компетенция, т.е. способность корректно использовать в устном общении и адекватно понимать при чтении смысл иноязычных текстов, основываясь на знании наиболее частотных словообразовательных и структурно-семантических моделей, типичных словосочетаний, текстовых коннекторов, на владении речевыми средствами, тематически связанными с академической/профессиональной сферой;
- социолингвистическая компетенция, т.е. способность понимать и адекватно использовать социально/регионально/ситуативно обусловленные лексико-грамматические формы, опираясь на страноведческие знания о формулах вежливости и речевого этикета, варьируя в зависимости от ситуации официальный/неофициальный регистры общения;
- социокультурная компетенция, т.е. способность учитывать в общении особенности традиций и обычаев немецкоязычных стран;
- дискурсивная компетенция, т.е. способность логически, последовательно и убедительно организовывать речь, используя различные приемы получения и передачи информации при письменном/устном общении;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии и форматы для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность предупредить недопонимание и преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;

- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, самостоятельно приобретать знания, ориентироваться в медийных источниках информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Тенденции развития экономики и актуальные достижения науки немецкоязычных стран;
- основные факты, достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни немецкоязычных стран;
- особенности системы образования Германии;
- достоинства и недостатки развития мировой экономики;
- основные реалии немецкоязычных стран;
- различия в области фонетики, лексики, грамматики, стилистики родного и немецкого языков;
- особенности собственного стиля учения;
- поведенческие модели носителей языка.

#### **уметь:**

- Понимать/интерпретировать устные и письменные аутентичные тексты;
- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- воздействовать на партнера с помощью различных коммуникативных стратегий;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость при общении;
- предотвращать появление стереотипов, предубеждений по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур;
- пользоваться современными средствами коммуникаций для дальнейшего самообразования.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в формате делового/неофициального общения на уровне B1 (пороговом уровне);
- стратегиями общения, принятыми в профессиональной среде, с учетом менталитета представителей другой культуры;

- речевыми средствами для общения на общебытовые, академические и общенаучные темы в условиях пользования аутентичными интернет-ресурсами и публикациями на актуальные темы;
- различными типами деловой корреспонденции в режиме онлайн-общения в ходе решения профессиональных задач, соблюдая формат профессионального межкультурного общения;
- учебными стратегиями и технологиями для эффективной организации своей учебной деятельности;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Изучение иностранных языков. Путешествия. Природа.**

Коммуникативные задачи: провести интервью на тему изучения иностранных языков. Назвать причины и цели изучения иностранных языков. Понимать текст о полиглоте. Сформулировать советы по изучению иностранных языков. Участвовать в беседе о целях путешествий, занятиях во время отпуска, транспортных средствах.

Лексика: иностранные языки. Изучение иностранных языков. Отпуск и путешествия. Страны. Ландшафты и природа. Транспортные средства.

Грамматика: советы/рекомендации. Склонение прилагательных (повт.). Грамматический род в названиях стран. Предлоги местоположения/направления. Придаточное цели (damit).

#### **2. Средства массовой информации и политика**

Коммуникативные задачи: рассказать об использовании средств массовой информации. Описывать одновременные действия. Понимать текст о результатах исследования на тему многозадачности. Участвовать в дискуссии о телевидении, телепрограммах и любимых передачах. В диалоге прийти к совместному решению и обосновать его. Провести интервью на тему актуальных событий и новостей. Понимать на слух новостные сообщения. Описать текущие процессы и события. Знать некоторые факты о немецкой политике. Писать короткие новостные сообщения.

Лексика: использование средств массовой информации. Многозадачность. Телевидение и телепередачи. Актуальные события и новости. Факты о немецкой политике.

Грамматика: пассив презенс. Род существительных. Временные придаточные предложения (wenn). Употребление родительного падежа в официальных текстах.

#### **3. Идеи и продукты. Технические изобретения. Предпринимательство.**

Коммуникативные задачи: рассказать об изобретениях и продуктах. Понимать короткие тексты об изобретениях. Провести интервью на тему техники. Понимать разговор с продавцом при покупке технических товаров. Заявить претензию на товар. Участвовать в дискуссии о пользе новых технических приборов. Вести телефонные переговоры.

Формулировать вежливую просьбу. Понимать текст значительного объема об истории становления фирмы. Провести презентации компании. Описывать процессы в прошедшем времени. Сформулировать письменные рекомендации.

Лексика: изобретения. Техника и приборы. Разговор с продавцом. Претензии. Телефонные переговоры. Фирмы.

Грамматика: пассив претеритум. Вежливые вопросы и просьбы (конъюнктив II). Временные придаточные предложения с союзами wenn и als.

#### 4. Спорт и активный образ жизни. Система здравоохранения в Германии.

Коммуникативные задачи: вести беседу о спорте и здоровом образе жизни. Понимать тексты о спорте, здоровье и позитивном мышлении. Давать рекомендации. Рассказать о системе здравоохранения в своей стране. Понимать офисные разговоры. Формулировать условия, причины и контраргументы. Вести беседу о радостях и огорчениях. Описать в письме другу свои чувства по поводу прошедших событий.

Лексика: виды спорта. Движение и здоровье. Части тела. Система здравоохранения. Позитивное мышление. Чувства.

Грамматика: вопросительные местоименные наречия. Инфинитив с zu. Уступительные придаточные предложения (obwohl). Модальные частицы.

#### 5. Города Германии, Австрии и Швейцарии. Туризм. Жилищные условия.

Коммуникативные задачи: рассказать о поездках по городам. Провести интервью на тему фотографирования во время путешествий. Понимать текст об исторических городах и передавать содержание текста. Провести презентацию города. Вести дискуссию о туристических маршрутах. Высказывать свое мнение. Вежливо внести предложение. Описать квартиру и сравнить разные предложения. Вести дискуссию о жилищных условиях и окружающей инфраструктуре. Написать письмо друзьям с описанием города и новой квартиры. Формулировать обстоятельства места и направления. Вести беседу о работах по дому и соседях.

Лексика: путешествия по городам. Фотографирование. Исторические города. Жилищные условия и квартира. Работы по дому. Соседи.

Грамматика: неопределенные местоимения. Относительные придаточные. Глаголы, употребляемые с обстоятельствами места и направления. Вежливое высказывание (конъюнктив II).

#### 6. Национальные праздники и фестивали

Коммуникативные задачи: рассказать о семейных праздниках и подарках в своей стране. Передать содержание текста о рождестве. Написать рождественскую открытку. Понимать рассказ о народных гуляниях и музыкальном фестивале. Сделать выбор и обосновать его. Рассказать о народных гуляниях или фестивале. Провести интервью на тему искусства и культуры. В диалоге согласовать время. Сформулировать приглашение.

Лексика: семейные праздники, Рождество. Подарки. Народные гуляния. Музыкальные фестивали. Искусство и культура.

Грамматика: союзные слова deshalb и trotzdem для выражения причинно-следственной связи.

## 7. Профессиональная деятельность. Профессии будущего.

Коммуникативные задачи: рассказать о профессиях. Понимать беседу о профессиях будущего. Сформулировать намерение и прогноз. Рассказать о важных факторах профессиональной деятельности. Описывать профессиональные обязанности. Вести телефонный разговор в профессиональном контексте. Формулировать вежливые вопросы и просьбы. Согласовать деловую встречу и оставить сообщение для третьего лица. Понимать текст, передать содержание текста о правилах деловой корреспонденции. Написать официальное и полуофициальное письмо.

Лексика: профессии и профессиональная деятельность. Важные факторы в профессиональной деятельности. Телефонные переговоры. Деловая корреспонденция.

Грамматика: футур I. Употребление временных форм. Модальные глаголы. Конъюнктив II в вежливом вопросе и просьбе. Временные предлоги.

## 8. Учеба и повышение квалификации

Коммуникативные задачи: вести беседу об учебе/образовании. Давать рекомендации по учебе. Понимать устное сообщение об учебе и передать его содержание. Формулировать причины. Понимать и составлять сложные тексты об учебном процессе. Рассказать о разных видах обучения. Формулировать намерения. Сделать сообщение о повышении квалификации. Выбрать курс из предлагаемого списка и обосновать выбор. Сделать письменный и устный запрос информации. Прочитать и написать резюме.

Лексика: учеба, учебный процесс, формы обучения. Повышение квалификации. Народные университеты. Резюме.

Грамматика: причинно-следственные связи (weil, denn, deswegen, deshalb, darum). Обстоятельства цели (damit, um ... zu). Род существительных.

## 9. Города и окружающая среда

Коммуникативные задачи: ответить на вопросы викторины о немецких городах. Участвовать в беседе о городах. Рассказать (сделать презентацию) о городе. Прочитать большой текст о городе Йена и составить текст о городе. Подробно описывать города и здания. Понимать информацию экскурсовода. Выбрать вид активности и обосновать. Запрашивать и передавать информацию письменно и устно. Написать почтовую карточку. Понимать текст о «зеленых» городах. Составить сообщение для форума в Интернете.

Лексика: города. Городские экскурсии. Музеи. Города и окружающая среда.

Грамматика: придаточные относительные (повтор.) Причастия в качестве определения. Склонение прилагательных после определенного и неопределенного артикля (повтор.). Образование определения от названия города. Предлоги местоположения/направления (повтор.).

## 10. Фитнес. Проблемы со здоровьем. Посещение врача.

Коммуникативные задачи: проанализировать результаты опроса. Понимать тексты о здоровье, полуденном сне и народных средствах, вести дискуссию на эти темы. Сделать презентацию. Составить сообщение для форума. Давать советы и высказывать собственное мнение. Формулировать условия. Называть части тела и болезни.

Лексика: здоровье и фитнес. Полуденный сон. Части тела. Проблемы со здоровьем. Медицинские народные средства.

Грамматика: возвратные глаголы (повт.) и возвратные местоимения. Место возвратного местоимения в предложении. Конъюнктив II (вежливое предложение и высказывание мнения) (повтор.). Условные придаточные (wenn/falls). Условие и следствие (sonst, andernfalls). Предлоги bei, gegen, trotz, zu.

#### 11. Образ жизни. Привычки и обычаи.

Коммуникативные задачи: сообщить письменно и устно о привычках. Понимать текст о привычках среднестатистического немецкого гражданина и передавать его содержание. Формулировать контраргументы. Понимать радиоинтервью о культурных обычаях. Провести интервью на эту тему. Называть национальности. Вести светскую беседу и давать рекомендации. Написать эл. письмо другу.

Лексика: среднестатистический немец. Привычки в повседневной жизни. Культурные обычаи. Национальности. Светская беседа.

Грамматика: образование названий национальностей. Слабое склонение существительных. Инфинитив с zu (повтор.). Уступительные придаточные (obwohl, auch wenn, trotzdem).

#### 12. Продукты и потребление. Деньги. Реклама.

Коммуникативные задачи: вести интервью о потребительском поведении. Описывать и представлять некоторые продукты. Понимать короткие тексты о собственности, рекламе, игре в лотерею. Понимать разговор с продавцом. Сделать устное/письменное сообщение на тему имиджа и рекламы. Составить короткий рекламный текст. Вести интервью на тему денег. Формулировать нереальные условия. Рассказать о желаниях. Прочитать короткий рассказ Франца Холера.

Лексика: собственность. Продукты и их свойства. Потребление. Торговые марки и реклама. Лотерея и деньги. Мечты и желания.

Грамматика: пассив модальных глаголов. Конъюнктив II в настоящем и прошедшем времени (нереальное условие). Степени сравнения прилагательных (повтор.). Сравнения. Пропорциональное сравнение (je ... desto).

#### 13. Путешествия и транспорт

Коммуникативные задачи: рассказать о путешествиях и отпуске. Понимать тексты о путешествиях, окружающей среде и транспорте и передавать их основное содержание. Рассказать об известном открывателе/исследователе. Понимать беседу о проблемах в отпуске. Описать в блоге отрицательные впечатления от отпуска. Понимать дорожные сообщения. Рассказать о проблемах с транспортом (сделать презентацию темы). Выражать последовательность действий в прошедшем времени.

Лексика: путешествия в прошлом и настоящем. Открыватели и искатели приключений. Отпуск и движение. Окружающая среда и транспортные средства.

Грамматика: плюсквамперфект. Временные придаточные предложения (bevor/ehe, nachdem). Парные союзы (sowohl ... als auch, nicht nur ... sondern auch, weder ... noch). Обстоятельства места.

#### 14. Чтение и СМИ. Профессии в области СМИ. Социальные сети. Новости.

Коммуникативные задачи: рассказать о пользовании средствами массовой информации и читательское поведение. Описать графики на тему чтения. Понимать беседу на тему чтения книг. Описывать профессии и профессиональную деятельность в области средств массовой информации. Понимать короткие описания содержания фильмов и сделать на их основании выбор. Написать эл. письмо и короткие новостные сообщения. Провести интервью на тему средств коммуникации. Понимать на слух новости. Сделать сообщение, используя официальный стиль общения. Сделать презентацию о социальных сетях и новостных сообщениях. Написать сообщение на форуме.

Лексика: чтение и книги. Пользование средствами массовой информации и коммуникации. Профессии в области аудиовизуальных средств массовой информации. Фильмы. Новости.

Грамматика: беспредложное управление глаголов. Устойчивые сочетания существительных с глаголами. Предлоги: laut, nach, zufolge.

### 15. История и политика

Коммуникативные задачи: понимать исторические факты и сделать доклад на тему истории. Понимать описание достопримечательностей Берлина. Сделать выбор и обосновать его. В диалоге спланировать мероприятие. Понимать текст о избирательном праве для женщин. Провести интервью на тему истории. Понимать информацию экскурсовода на исторические темы. Вести дискуссию о политике. Понимать и написать мотивационное (сопроводительное) письмо.

Лексика: история. Достопримечательности Берлина. История избирательного права для женщин. Качества политиков. Сопроводительное письмо.

Грамматика: управление прилагательных. Субстантивация. Временные придаточные (wenn, als, während). Союзы aber, sondern.

### 16. Инновации и креативность

Коммуникативные задачи: рассказать об идеях и креативности. Понимать беседу об изобретателях и изобретениях и составлять короткие тексты на тему изобретений. Участвовать в дискуссии о креативности. Понимать и коротко передавать содержание текстов о креативности и исследованиях. Описывать способы и процессы. Писать электронные письма коллегам. Извиниться по телефону и согласовать время встречи. Понимать художественный текст (Wladimir Kaminer „Deutsch als Spitze“).

Лексика: изобретения. Изобретатели. Креативность. Исследования и стимулирование исследований.

Грамматика: придаточные образа действия (indem). Пассив (повт.). Предлоги генитива.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Нестационарные временные ряды и большие данные**

#### **Цель дисциплины:**

– дать студентам основы знаний в области математической статистики применительно к нестационарным случайным процессам и анализу больших данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение основных понятий нестационарной математической статистики;
- умение выводить уравнения эволюции для выборочных функций распределения;
- проведение анализа уровня нестационарности выборочных распределений и построение индикаторов разладки;
- умение разрабатывать модели сокращения описания при анализе слабо структурированной информации в виде потоков данных высокой интенсивности;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области математического моделирования нестационарных случайных процессов в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные кинетические уравнения (Лиувилля, Больцмана, Власова, Фоккера-Планка), индикаторы разладки временных рядов, согласованный уровень стационарности

##### **уметь:**

работать с выборочными статистиками и исследовать их на стационарность

##### **владеть:**

базовыми понятиями математической статистики и кинетической теории

## Темы и разделы курса:

### 1. Уравнение Лиувилля для гладких динамических систем

Уравнение Лиувилля в классической статистической механике для гладких динамических систем и цепочка Боголюбова для динамических систем с многочастичным взаимодействием. Уравнения эволюции моментов функции распределения. Гамильтоновы системы. Инвариантность фазового объема. Основные понятия статистической механики. Зацепляющиеся распределения вероятностей совместных распределений функций от случайных величин. Моменты и характеристические функции. Уравнения эволюции гидродинамического типа и законы сохранения.

### 2. Частные решения цепочки Боголюбова в локально-равновесном приближении

Вывод уравнений гидродинамики в локально-равновесном приближении.

Первое и второе приближения, частные решения цепочки Боголюбова. Стационарные и равновесные решения кинетических уравнений. Локально-равновесные решения. Функциональная гипотеза Боголюбова. Уравнения эволюции моментов, следующие из цепочки.

### 3. Уравнение Больцмана

Сумматорные инварианты, закон возрастания энтропии, равновесные решения.

Численные методы решения уравнения Больцмана, анализ лишних инвариантов.

Гипотезы, лежащие в основе вывода уравнения Больцмана. Модель ослабления корреляций. Общее кинетическое уравнение. Методы дискретизации. Полиномиальные законы сохранения. Методы решения линеаризованного уравнения Больцмана.

### 4. Уравнение Власова

Вывод уравнений движения в самосогласованном поле. Слаборелятивистское приближение. Точные решения. Приближение факторизации в модели с многочастичным взаимодействием. Эффективный гамильтониан. Уравнения власовской гидродинамики. Микроскопические решения.

### 5. Уравнение Лиувилля для систем с вырожденным лагранжианом

Вырожденные динамические системы, принцип продолжения траекторий через особые точки. лагранжианы с высшими производными, уравнения движения и законы сохранения.

Лагранжианы Дарвина и Фока-Фихтенгольца. Слаборелятивистские системы как примеры локально вырожденных динамических систем. Гармонический осциллятор с высшими производными. Принцип продолжения траектории по непрерывности динамических инвариантов.

### 6. Основные понятия динамического хаоса

Основные примеры хаотических динамических систем. Логистическая динамическая система. Хаотические динамические системы с вырождением.

Статистический метод распознавания зашумленных динамических систем. Типы хаотических систем и методы их распознавания. Линейная фильтрация. Фильтрация наложения и фильтрация вложения. Показатели Ляпунова и аттракторы системы. Точки сингулярности как генераторы хаотизации движения. Анализ носителя совместных распределений выборок из траекторий многомерных динамических систем.

## 7. Уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка

Вывод уравнения Колмогорова-Фоккера-Планка. Оценка параметров уравнения по фрагменту временного ряда. Уравнение Смолуховского. Гипотеза о вероятности перехода между состояниями. Скорость перехода для динамических систем. Условные распределения и их моменты. Запись уравнений в терминах характеристических функций распределения.

## 8. Выборочные функции распределения, критерий Колмогорова

Оптимизация объема выборки для нестационарного временного ряда. Оценка сверху ошибки прогнозирования значений ряда в среднем квадратичном. Функция Колмогорова. Статистика Смирнова. Расстояния между выборками в различных нормах. Эмпирическая функция распределения как случайная величина. Согласованный уровень значимости. Распределение расстояний между выборочными распределениями в стационарном случае. Зависимость ошибки в оценке эмпирических частот от горизонта прогнозирования и объема выборки. Критерии оптимизации.

## 9. Гистограммная оценка плотности функции распределения

Оптимальное равномерное разбиение гистограммы. Точность статистического оценивания. Доверительные интервалы. Разбиение гистограммы как задача фильтрации. Взвешенная ошибка аппроксимации. Согласование статистической точности и точности позиционирования.

## 10. Согласованный уровень стационарности

Распределение расстояний между выборочными функциями распределения. Индекс нестационарности выборочных распределений. Построение стационарно распределенных функционалов для выборок из нестационарных временных рядов. Примеры применения индекса нестационарности для практических задач: в медицине, геофизике, на финансовых рынках, при моделировании нестационарных рядов.

## 11. Уравнение Лиувилля для выборочных плотностей функций распределения

Определение эмпирической скорости изменения плотности вероятности. Численная схема решения уравнения Лиувилля в задаче с заданными начальным и конечным условиями.

Аппроксимация среднего динамического потока. Метод усреднения полугрупп с помощью теоремы Чернова. Пределы применимости уравнения Лиувилля для немеханических систем. Модели эволюции выборочных распределений временных рядов.

## 12. Уравнения эволюции выборочных моментов

Зацепляющаяся моментная система. Модели с распределенными лагами. Кинетические модели временных рядов. Зависимость моментной системы от вероятностных гипотез относительно выборочных распределений. Построение динамических систем как

аппроксимирующих моделей временных рядов. Нахождение динамически инвариантной меры.

### 13. Уравнения эволюции эмпирических моментов для уравнения Фокке-ра-Планка

Согласование статистик временного ряда с условными моментами переходных вероятностей в уравнении Фоккера-Планка. Параметры дрейфа и диффузии.

Уравнения эволюции выборочных дисперсии, ковариации и асимметрии. Положительная определенность диффузионной матрицы эмпирического уравнения Фоккера-Планка.

### 14. Стационарные методы анализа временных рядов

Парная стационарная линейная регрессия. Авторегрессионные стационарные модели. Модель скользящего среднего. Модели авторегрессии-скользящего среднего, коинтегрированные временные ряды. Система Юла-Уокера. Фильтрационные модели временных рядов. Модели Брауна, Хольта, Уинтерса. Теорема Вольда. Адаптивные модели. Ограничения регрессионных моделей.

### 15. Оценка достоверности нестационарной корреляции

Зависимость корреляции от длины выборки и времени. Нахождение наиболее достоверной корреляции как функции длины выборки. Вычислительные аспекты корреляционного анализа. Примеры геофизических, социологических и психологических коррелятов, ранговые статистики.

### 16. Нестационарный пуассоновский поток событий

Уравнение Лиувилля в терминах времени и номера события. Генерация нестационарного временного ряда с заданным непараметрическим законом эволюции выборочных распределений. Распределение Пуассона. Оценка параметра потока. Выделение стационарной компоненты. Концепция моделирования нестационарного неэквидистантного временного ряда. Профиль потока как функция распределения.

### 17. Горизонтный ряд и его свойства

Горизонтный ряд стационарных и нестационарных процессов, а также динамических систем. Распределение горизонтного ряда. Идентификация состояний наибольшего хаоса и кооперации сложной системы. Двухпараметрическая статистика расстояний между сдвинутыми выборками. Оптимизация сдвига и длины выборки. Связь между точностью, горизонтом прогнозирования и длиной выборки. Стационарность распределения горизонтного ряда.

### 18. Определение оптимального объема выборки для задачи прогнозирования

### 19. Построение индикаторов разладки

Идентификация состояния фрагмента временного ряда. Построение эталонов классов. Ошибки распознавания при проектировании на базис эталонов. Концепция нестационарной разладки как изменения распределения уровня нестационарности. Статистики высших уровней, статистики статистик. Задача идентификации состояния как задача распознавания образов.

## 20. Анализ статистики символов в естественных языках

Методы идентификации атрибутов текстов. Распознавание автора по фрагменту. Построение жанровых и тематических эталонов. Модель словаря. Статистики распределений n-грамм в текстах на естественных языках. Тестирование фрагментов на однородность, выделение эталона атрибута текста, многомерные эталоны. Сильно связанная компонента словаря в задаче семантического анализа. Конечность иерархии циклических семантических связей.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Обработка естественного языка**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение современных алгоритмов интеллектуального анализа и обработки естественного языка.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение классификации текстов, предложений или их элементов для выделения структурированной информации;
- освоение математического аппарата обработки текстов;
- освоение основных алгоритмов цифровой обработки, восстановления, анализа, классификации текстов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- постановку задач морфологического, синтаксического анализа;
- методы решения этих задач.

##### **уметь:**

- формулировать задачи классификации текстов, предложений или их элементов для выделения структурированной информации;
- реализовывать подходящий алгоритм классификации текстов;
- решать задачи выделения ключевых слов и определения тональности.

##### **владеть:**

- основными программными системами для выделения скрытых тем и снижения размерности векторных моделей.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение в обработку текстов

Основные задачи обработки и анализа текстов. Актуальность обработки и анализа текстов. Краткий исторический экскурс по обработке и анализу текстов. Обзор существующих систем обработки и анализа текстов. Классификация систем обработки и анализа текстов.

### 2. Методы сбора и хранения данных

Форматы данных, способы хранения, принципы работы интернета. Краулинг. Regexp. Unicode.

### 3. Частотный анализ текстов

Модель мешка слов. Закон Ципфа. Закон Хипса. Векторное представление текстов. Релевантность в векторной модели. Расширения модели мешка слов. Реализация модели мешка слов в библиотеках Gensim и NLTK.

### 4. Морфологический анализ и разрешение неоднозначности

Задача морфологического анализа. Типы языков. Алгоритмы морфологического разбора. Морфологическая разметка. Омонимия и неоднозначность. Алгоритм разрешения омонимии. Скрытые Марковские модели. Декодирование в скрытых Марковских моделях.

### 5. Синтаксический анализ. Универсальные зависимости

Задача синтаксического разбора предложений. Модель составляющих. Вероятностные контекстно-свободные грамматики. Модель зависимостей. Универсальные зависимости. Парсинг зависимостей. Архитектура SyntaxNet.

### 6. Выделение ключевых слов и словосочетаний

Лексический анализ. Словари и тезаурусы. Поиск синонимов. Частотные методы выделения ключевых слов и словосочетаний. Метрики совместной встречаемости. Выделение ключевых словосочетаний по морфологическим шаблонам. Выделение ключевых словосочетаний по синтаксическим шаблонам. Алгоритмы RAKE и TextRank. Программные средства для выделения ключевых слов: NLTK, Томиита-парсер.

### 7. Векторная модель текста и слова, методы снижения размерности

Векторная модель документа, векторная модель слова. Поиск похожих текстов. Косинусная мера близости. Методы снижения размерности в векторной модели документа: сингулярное разложение, латентный семантический анализ. Связь с моделями скрытых тем. Латентное размещение Дирихле (LDA). Параметры модели. Выбор числа скрытых тем. Расширения модели LDA. Дистрибутивная семантика, векторная модель слова. Построение матрицы PPMI. Поиск близких слов по значению. Снижение размерности и факторизация матрицы PPMI. Эмбединги: word2vec, GloVe, AdaGram. Обучение моделей word2vec. Отрицательное сэмплирование.

### 8. Классификация текстов

Задачи классификации текстов и предложений по теме, тональности и жанру. Метод наивного Байеса, метод максимальной энтропии. Сверточные нейронные сети. Архитектура FastText.

#### 9. Языковые модели

Счетные языковые модели. Проблема нулевых вероятностей. Преобразование Лапласа, преобразование Гуд-Тьюринга. Вероятностные нейронные языковые модели. Генерация текстов. Рекуррентные нейронные сети.

#### 10. Классификация последовательностей

Задача классификации последовательностей. Частеречная разметка, определение семантических ролей, извлечение именованных сущностей. IOB разметка, IOBES разметка. Условные случайные поля.

#### 11. Суммаризация текстов, вопросно-ответные системы

Абстрактивная и генеративная суммаризация текстов. Алгоритм TextRank. Вопросно-ответные системы. Архитектура энкодера-декодера для вопросно-ответных систем и чат-ботов.

#### 12. Исправление опечаток

Модель зашумленного канала. Исправление опечаток по правилам. Редакционное расстояние.

#### 13. Обработка речи, речевые технологии

Распознавание речи. Генерация речи.

#### 14. Информационный поиск

Понятие релевантности. Использование векторной модели в задаче поиска. Косинусная мера релевантности. Использование языковой модели в задаче поиска. Обучение ранжированию. A|B - тестирование.

#### 15. Мультимодальная обработка текстов

Связь обработки текстов с обработкой изображений. Генерация изображения по тексту. Поиск изображения по описанию.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Обработка изображений**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение современных алгоритмов интеллектуального анализа и обработки изображений.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение моделей формирования, представления и искажения изображений;
- освоение математического аппарата обработки изображений;
- освоение основных алгоритмов цифровой обработки, восстановления, анализа, классификации и распознавания изображений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методологию и терминологию дисциплины;
- механизмы формирования, представления и искажения изображений;
- принципы построения алгоритмов обработки изображений;
- стандартные методы синтеза, восстановления, анализа, классификации и распознавания изображений.

##### **уметь:**

- применять на практике изученные подходы и алгоритмы;
- разрабатывать и программировать специализированные алгоритмы обработки данных.

##### **владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;

- навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Анализ изображений.**

Частотный анализ и фильтрация сигнала. Фурье-анализ. Преобразование Фурье с окном. Всплеск (wavelet) -анализ. Частотно-временное окно. Преобразование Хаара.

Классификация изображений. Анализ цветовых распределений. Инвариантные описания изображения.

Локализация объектов. Корреляционный анализ. Ориентация объектов. Быстрое преобразование Хафа. Обобщённое преобразование Хафа. Идентификация объектов. Алгоритм динамической трансформации временной шкалы. Поиск особых точек. Особые точки, инвариантные к масштабированию. Сопоставление изображений. Максимальное взвешенное паросочетание.

Объектная сегментация изображений. Цветовая сегментация. Текстурная сегментация. Структурный тензор. Фильтры Габора. Выделение границ. Метод Каннфи. Граничный тензор. Замыкание границ. Алгоритмы поиска кратчайшего пути. Метод водоразделов. Методики слияния областей, разрезания областей, соревнования областей.

Сжатие изображений. Сжатие без потерь: RLE (PCX, TIFF), Хаффмана (TIFF), LZW (TIFF, GIF, PNG), арифметическое кодирование. Сжатие с потерями: косинусное преобразование (JPEG), всплеск-преобразование (DjVu). Специализированные алгоритмы: CCITT Fax 4, DjVu.

#### **2. Введение в обработку изображений.**

Примеры изображений. Постановки задач обработки изображений. Прикладные области. Математический аппарат: элементы линейной алгебры, дискретной математики, математической статистики, численных методов, теории сложности вычислений, интегральных преобразований, дифференциальных уравнений в частных производных.

Среда численного моделирования MatLab/Octave. Пакет обработки изображений Image Processing Toolbox.

#### **3. Восстановление изображений.**

Задача обращения аппаратной функции. Рефокусировка. Томография.

Задача шумоподавления. Нормальный, импульсный и периодический (муар) шум.

Алгебраический метод. Винеровская фильтрация. Байесовский подход. Морфологический подход.

Сглаживание с сохранением границ. Медианная фильтрация. Взвешенная медиана. Быстрая медианная фильтрация. Адаптивные алгоритмы. Анизотропная диффузия. Билатеральная фильтрация.

Реконструкция по псевдолапласиану. Визуализация мультиспектральных изображений. Маскирование границ.

#### 4. Обработка изображений.

Сдвиг и поворот изображения. Масштабирование. Аффинное и проективное преобразования. Проблема повторной дискретизации.

Свёртки. Вычисление свёрток через БПФ. Быстрые свёртки с полиномами. Алгоритм Дерише. Дифференцирование изображения. Псевдоградиент Ди Зензо.

Морфологические операции. Размыкание (opening) и замыкание (closing). Алгоритм Ван Херка.

Задача цветоредукции. Метод К-средних. Метод медианного сечения. Метод восьмеричного дерева (quad-tree). Кластеризация в цветовом пространстве. Формовка шума.

Задача цветоклассификации. Бинаризация изображений. Методы глобальной, локальной и адаптивной бинаризации. Метод двух средних. Метод Отсу. Метод Ниблэка. Нечёткая бинаризация. Бинаризация однобитных изображений.

#### 5. Формирование и представление изображений.

Принципы цветного зрения. Спектральное и цветовые пространства. Системы цветовых координат XYZ, CIE Lab. Регистрация изображений. Цветовые системы RGB, HSI.

Растровое представление. Признаковое представление. Объектное («векторное») представление. Однобитные (чёрно-белые) изображения. Скалярные (серые) изображения. Векторные (цветные) изображения. Муаровый эффект.

Плоские изображения. Основы цветосмещения. Цветовая система CMY(K). Закон Бугера-Ламберта-Бера. Изображения трёхмерных объектов. Линейная модель формирования.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Обработка сигналов и многомерных массивов данных**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами статистических и алгоритмических основ анализа сигналов и многомерных массивов данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области теоретических и прикладных аспектов статистических и алгоритмических основ анализа сигналов и многомерных массивов данных;
- изучение слушателями статистических и алгоритмических основ анализа сигналов и многомерных массивов данных;
- знакомство с практическими приложениями статистических методов анализа сигналов и многомерных массивов данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- математические методы решения задач анализа сигналов и многомерных массивов данных;
- основные области применения этих методов.

##### **уметь:**

- применять математические методы решения задач анализа сигналов и многомерных массивов данных к практическим задачам.

##### **владеть:**

- навыками разработки вычислительных алгоритмов для решения задач анализа сигналов и многомерных массивов данных;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;

- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

## Темы и разделы курса:

### 1. Обобщенная модель задачи анализа сигналов.

- Обобщенное понимание сигнала как последовательности значений некоторой переменной
  - речевой сигнал (действительная скалярная переменная)
  - динамический спектр речевого сигнала (действительная векторная переменная)
  - последовательность аминокислот в полимерной молекуле белка (переменная с конечным множеством значений)
- Двухкомпонентный случайный процесс со скрытой и наблюдаемой компонентами
- Классификация задач оценивания скрытой компоненты по Норберту Винеру
  - задача фильтрации
  - задача интерполяции
  - задача экстраполяции (прогноза)
- Примеры моделей задач анализа сигналов
  - задача сегментации
  - задача сглаживания зашумленного сигнала
  - задача оценивания нестационарной регрессионной зависимости
  - задача нестационарного спектрального анализа
  - задача мэтчинга двух сигналов
- Примеры прикладных задач
  - спектральное представление речевого сигнала
  - оценивание портфеля инвестиционной компании
  - измерение попарного несходства подписей
  - измерение попарного несходства белков как последовательностей аминокислот

### 2. Общая структура оператора оценивания скрытого случайного процесса.

- Теоретическая справка (краткое выборочное повторение основных понятий теории вероятностей)
  - пространство элементарных исходов опыта, сигма-алгебра измеримых событий и вероятностная мера на ней

- сигма-конечная мера, интеграл Лебега
- вероятностная мера, абсолютно непрерывная относительно заданной сигма-конечной меры, теорема Радона-Никодима, понятие плотности распределения вероятности

- примеры плотностей распределений вероятности

- Байесовский подход к оцениванию

- функция потерь

- средний риск ошибки

- принцип минимизации среднего риска

- Виды функции потерь при оценивании скрытого процесса

- мгновенная функция потерь

- общая аддитивная функции потерь

- общая сингулярная функция потерь

- Структура оптимальной оценки для общей аддитивной функции потерь

- общий вид оптимальной оценки

- частный случай антидиагональной мгновенной функции потерь

- частный случай сингулярной мгновенной функции потерь

- задача определения апостериорных плотностей распределений мгновенных значений скрытого процесса

- Структура оптимальной оценки для общей сингулярной функции потерь:

Задача определения реализации скрытого процесса, максимизирующей совместную апостериорную плотность распределения значений скрытого процесса

- Совпадение оценок для аддитивной и сингулярной функций потерь в условиях симметрии как аддитивной функции потерь, так и априорных плотностей распределений в модели скрытого процесса

### 3. Марковская модель скрытой компоненты сигнала (скрытая марковская модель сигнала).

- Априорные предположения о марковском свойстве скрытого случайного процесса и об условных вероятностных свойствах наблюдаемого процесса

- Теорема о марковском свойстве апостериорного скрытого случайного процесса

- Фильтрационные и интерполяционные апостериорные плотности распределения мгновенных значений скрытого процесса

- Обобщенная процедура фильтрации сигнала:

Последовательное определение фильтрационных плотностей распределения скрытого процесса в ходе наблюдения сигнала

- Обобщенная процедура интерполяции:

Последовательное определение интерполяционных плотностей распределения скрытого процесса в обратном направлении

4. Оптимальные оценки марковского скрытого процесса.

- Оптимальная оценка скрытого процесса для аддитивной функции потерь:

Процедура фильтрации-интерполяции

- Оптимальная оценка скрытого процесса для сингулярной функции потерь:

Задача минимизации парно-сепарабельной целевой функции

5. Численная реализация процедуры фильтрации-интерполяции для скрытого марковского процесса с конечным числом состояний.

- Алгоритм фильтрации-интерполяции
- Проблема параметрического представления фильтрационных и интерполяционных апостериорных плотностей распределений в случае скрытого процесса с бесконечным множеством состояний

6. Вычисление оптимальной оценки скрытого процесса с конечным числом состояний для сингулярной функции потерь.

- Классическая процедура динамического программирования для минимизации парно-сепарабельных целевых функций

- функции Беллмана
- прямое рекуррентное соотношение
- обратное рекуррентное соотношение
- маргинальные функции

- Проблема параметрического представления функций Беллмана в случае скрытого процесса с бесконечным множеством состояний

7. Вычисление оптимальной оценки нормального скрытого марковского процесса в конечномерном пространстве.

- Аддитивная квадратичная функция потерь
- апостериорные математические ожидания значений скрытого процесса как их оптимальные оценки
- параметрическое семейство нормальных фильтрационных и интерполяционных апостериорных распределений

- фильтр-интерполятор Калмана-Бьюси:

рекуррентное вычисление апостериорных математических ожиданий и ковариационных матриц нормальных фильтрационных и интерполяционных распределений

- Сингулярная функция потерь
- квадратичная парно-сепарабельная целевая функция оценивания скрытого процесса

- квадратичное параметрическое семейство функций Беллмана
- процедура квадратичного динамического программирования и ее полная эквивалентность фильтру-интерполятору Калмана-Бьюси

- Примеры

#### 8. Оценивание неизвестных параметров скрытой марковской модели фиксированной структуры.

- Специфика применения принципа максимального правдоподобия для оценивания параметров в вероятностных моделях со скрытой случайной переменной

- принцип максимального правдоподобия
- специфика функции правдоподобия в моделях со скрытой случайной переменной
- идея EM-процедуры
- исторический экскурс: алгоритм разделения смеси распределений М.И. Шлезингера

- Численная реализация EM-процедуры

- скрытый процесс с конечным числом состояний
- нормальный скрытый процесс в конечномерном линейном пространстве

- Сегментация шумоподобного сигнала с повторяющимся характером колебаний как пример оценивания параметров модели сигнала

#### 9. Выбор структуры скрытой марковской модели сигнала.

- Семейство вложенных классов моделей скрытого процесса возрастающей сложности

- скрытый процесс с неизвестным конечным множеством состояний
- скрытый процесс в линейном пространстве неизвестной размерности
- неприменимость «прямого» использования принципа максимального правдоподобия

- Информационный критерий Акаике

- Метод скользящего контроля

- Примеры выбора структуры скрытой марковской модели в практических задачах обработки сигналов

- определения числа чередующихся элементарных программ действия в составе процесса длительного поддержания позы человеком

- определения оптимальной степени сглаживания в задаче оценивания состава портфеля инвестиционной компании

#### 10. Сохранение локальных особенностей в процессе обработки сигнала.



- Скрытая марковская модель как условие обобщенной гладкости скрытого процесса
- Принцип встречных процедур фильтрации (динамического программирования)
- Последовательное обнаружение и сохранение локальных особенностей сигнала
- Примеры обработки сигналов с сохранением локальных особенностей
  - сглаживание зашумленного сигнала
  - нестационарный спектральный анализ сигнала
  - обнаружение скрытых событий в изменении состава инвестиционного портфеля

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Онлайн-методы в машинном обучении

#### Цель дисциплины:

Изучение основных понятий и методов онлайн-методов в машинном обучении.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области байесовской теории машинного обучения;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, методы статистической теории машинного обучения;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории машинного обучения ;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории машинного обучения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории машинного обучения;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Постановка задачи предсказания с использованием экспертных стратегий.
  1. Постановка задачи предсказания с использованием экспертных стратегий. Понятие (внешнего) регрета. Алгоритм взвешенного большинства. Оценка числа ошибок.
  2. Алгоритм оптимального распределения потерь в режиме онлайн. Оценка его регрета.
  3. Алгоритм следования за возмущенным лидером. Оценка его регрета. Состоятельность по Ханнану.
  4. Задача минимизации регрета с точки зрения теории оптимизации. Алгоритм следования за регуляризованным лидером.
  5. Онлайн метод градиентного спуска.
  6. Онлайн метод зеркального спуска.
  7. Неравенства больших уклонений. Варианты неравенства Хефдинга.
2. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.
  8. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.
  9. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений с переменным параметром обучения.
  10. Задача о многоруком бандите. Стохастическая и детерминированная постановки. Алгоритм для детерминированной постановки.
  11. Бустинг. Алгоритм Адабуст и его свойства.
  12. Агрегирующий алгоритм Вовка. Конечное и бесконечное множество экспертов.

### 3. Применение различных алгоритмов для многомерной регрессии.

13. Применение агрегирующего алгоритма для различных функций потерь: логарифмической, квадратичной, простой.
14. Универсальный портфель акций Ковера. Алгоритм построения портфеля. Оценка выигрыша.
15. Применение агрегирующего алгоритма для многомерной регрессии в режиме онлайн.
16. Калибруемость предсказаний по Дэвиду. Алгоритмы построения калибруемых предсказаний.
17. Универсальные RKHS. Построение универсальных алгоритмов для онлайн регрессии на основе метода калибруемости.
18. Средние Радемахера и оценка калибровочной ошибки.
19. Агрегирующий алгоритм как результат построения калибруемых предсказаний.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Онлайн-методы в машинном обучении

#### Цель дисциплины:

Изучение основных понятий и методов онлайн-методов в машинном обучении.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области байесовской теории машинного обучения;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, методы статистической теории машинного обучения;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории машинного обучения ;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории машинного обучения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории машинного обучения;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Постановка задачи предсказания с использованием экспертных стратегий.
  1. Постановка задачи предсказания с использованием экспертных стратегий. Понятие (внешнего) регрета. Алгоритм взвешенного большинства. Оценка числа ошибок.
  2. Алгоритм оптимального распределения потерь в режиме онлайн. Оценка его регрета.
  3. Алгоритм следования за возмущенным лидером. Оценка его регрета. Состоятельность по Ханнану.
  4. Задача минимизации регрета с точки зрения теории оптимизации. Алгоритм следования за регуляризованным лидером.
  5. Онлайн метод градиентного спуска.
  6. Онлайн метод зеркального спуска.
  7. Неравенства больших уклонений. Варианты неравенства Хефдинга.
2. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.
  8. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.
  9. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений с переменным параметром обучения.
  10. Задача о многоруком бандите. Стохастическая и детерминированная постановки. Алгоритм для детерминированной постановки.
  11. Бустинг. Алгоритм Адабуст и его свойства.
  12. Агрегирующий алгоритм Вовка. Конечное и бесконечное множество экспертов.

### 3. Применение различных алгоритмов для многомерной регрессии.

13. Применение агрегирующего алгоритма для различных функций потерь: логарифмической, квадратичной, простой.
14. Универсальный портфель акций Ковера. Алгоритм построения портфеля. Оценка выигрыша.
15. Применение агрегирующего алгоритма для многомерной регрессии в режиме онлайн.
16. Калибруемость предсказаний по Дэвиду. Алгоритмы построения калибруемых предсказаний.
17. Универсальные RKHS. Построение универсальных алгоритмов для онлайн регрессии на основе метода калибруемости.
18. Средние Радемахера и оценка калибровочной ошибки.
19. Агрегирующий алгоритм как результат построения калибруемых предсказаний.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Онлайн-методы в машинном обучении

#### Цель дисциплины:

Изучение основных понятий и методов онлайн-методов в машинном обучении.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области байесовской теории машинного обучения;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, методы статистической теории машинного обучения;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории машинного обучения ;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории машинного обучения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;



- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории машинного обучения;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Постановка задачи предсказания с использованием экспертных стратегий.
  1. Постановка задачи предсказания с использованием экспертных стратегий. Понятие (внешнего) регрета. Алгоритм взвешенного большинства. Оценка числа ошибок.
  2. Алгоритм оптимального распределения потерь в режиме онлайн. Оценка его регрета.
  3. Алгоритм следования за возмущенным лидером. Оценка его регрета. Состоятельность по Ханнану.
  4. Задача минимизации регрета с точки зрения теории оптимизации. Алгоритм следования за регуляризованным лидером.
  5. Онлайн метод градиентного спуска.
  6. Онлайн метод зеркального спуска.
  7. Неравенства больших уклонений. Варианты неравенства Хефдинга.
2. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.
  8. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.
  9. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений с переменным параметром обучения.
  10. Задача о многоруком бандите. Стохастическая и детерминированная постановки. Алгоритм для детерминированной постановки.
  11. Бустинг. Алгоритм Адабуст и его свойства.
  12. Агрегирующий алгоритм Вовка. Конечное и бесконечное множество экспертов.

### 3. Применение различных алгоритмов для многомерной регрессии.

13. Применение агрегирующего алгоритма для различных функций потерь: логарифмической, квадратичной, простой.
14. Универсальный портфель акций Ковера. Алгоритм построения портфеля. Оценка выигрыша.
15. Применение агрегирующего алгоритма для многомерной регрессии в режиме онлайн.
16. Калибруемость предсказаний по Дэвиду. Алгоритмы построения калибруемых предсказаний.
17. Универсальные RKHS. Построение универсальных алгоритмов для онлайн регрессии на основе метода калибруемости.
18. Средние Радемахера и оценка калибровочной ошибки.
19. Агрегирующий алгоритм как результат построения калибруемых предсказаний.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Онлайн-методы в машинном обучении

#### Цель дисциплины:

Изучение основных понятий и методов онлайн-методов в машинном обучении.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области байесовской теории машинного обучения;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, методы статистической теории машинного обучения;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории машинного обучения ;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории машинного обучения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории машинного обучения;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Постановка задачи предсказания с использованием экспертных стратегий.
  1. Постановка задачи предсказания с использованием экспертных стратегий. Понятие (внешнего) регрета. Алгоритм взвешенного большинства. Оценка числа ошибок.
  2. Алгоритм оптимального распределения потерь в режиме онлайн. Оценка его регрета.
  3. Алгоритм следования за возмущенным лидером. Оценка его регрета. Состоятельность по Ханнану.
  4. Задача минимизации регрета с точки зрения теории оптимизации. Алгоритм следования за регуляризованным лидером.
  5. Онлайн метод градиентного спуска.
  6. Онлайн метод зеркального спуска.
  7. Неравенства больших уклонений. Варианты неравенства Хефдинга.
2. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.
  8. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.
  9. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений с переменным параметром обучения.
  10. Задача о многоруком бандите. Стохастическая и детерминированная постановки. Алгоритм для детерминированной постановки.
  11. Бустинг. Алгоритм Адабуст и его свойства.
  12. Агрегирующий алгоритм Вовка. Конечное и бесконечное множество экспертов.

### 3. Применение различных алгоритмов для многомерной регрессии.

13. Применение агрегирующего алгоритма для различных функций потерь: логарифмической, квадратичной, простой.
14. Универсальный портфель акций Ковера. Алгоритм построения портфеля. Оценка выигрыша.
15. Применение агрегирующего алгоритма для многомерной регрессии в режиме онлайн.
16. Калибруемость предсказаний по Дэвиду. Алгоритмы построения калибруемых предсказаний.
17. Универсальные RKHS. Построение универсальных алгоритмов для онлайн регрессии на основе метода калибруемости.
18. Средние Радемахера и оценка калибровочной ошибки.
19. Агрегирующий алгоритм как результат построения калибруемых предсказаний.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Оптимальное управление в прикладных математических моделях

#### Цель дисциплины:

- ознакомление слушателей с основными методами теории оптимального управления при построении и исследовании различных математических моделей.

#### Задачи дисциплины:

- Освоить уместное и справедливое применение методов теории оптимального управления при построении и исследовании различных математических моделей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- о различных классах управлений (импульсное управление, особое управление).
- модель рынка товаров длительного пользования, с моделями нефте- и газодобычи.
- ключевые методы анализа наиболее употребительных математических теорий;
- характер формирования и развития спектра современных исследований в области математического моделирования.

##### уметь:

- применять принцип максимума Понтрягина для различных классов задач оптимального управления.
- формализовывать математические модели в виде задач оптимального управления.
- исследовать математические модели различных процессов.
- применять в случае необходимости численные методы решения различных задач.

##### владеть:

- исследовать вопрос существования решения (оптимального управления) в конкретной задаче.

□ решением задач оптимального управления с фазовыми ограничениями, с импульсными управлениями и запаздываниями.

### **Темы и разделы курса:**

1. Упрощенная задача оптимального управления. Модель газодобычи

1. Принцип максимума Понтрягина для упрощенной задачи оптимального управления. Теорема существования решения. Модель воспроизводства при налоге, пропорциональном прибыли. Модель газодобывающего месторождения. Влияние параметров модели на оптимальную траекторию. Число точек переключения оптимального управления.

2. Импульсные управления. Монополистический лизинг товаров длительного пользования.

2. Пример Вейерштрасса, существование решения в зависимости от класса управления. Дельта-функция и импульсные управления. Принцип максимума для задач импульсного управления. Монополия и конкуренция. Гипотеза Коуза. Модель рынка товаров длительного пользования с использованием монополистического лизинга. Различные задачи оптимального управления для различных видов товаров. Стратегии монополиста.

3. Рынок товаров длительного пользования. Фазовые ограничения.

3. Более общая модель рынка товаров длительного пользования. Ценообразование. Обоснование фазовых ограничений. Решение задачи оптимального импульсного управления с фазовыми ограничениями.

4. Векторное управление. Линейки товаров

4. Векторное импульсное управление. Условие Фробениуса. Модель рынка нескольких товаров длительного пользования. Линейки товаров.

5. Модель нефтедобычи

5. Модель нефтедобывающего месторождения. Кривая Хубберта. Возможности модели. Существование решения задачи оптимального управления. Динамическая система. Численные расчеты оптимальной траектории в зависимости от параметра задачи.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы алгебраического подхода к распознаванию образов**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами теории проблемно-ориентированного синтеза алгоритмов распознавания и классификации.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области теоретических и прикладных аспектов теории проблемно-ориентированного синтеза алгоритмов распознавания и классификации;
- изучение слушателями статистических и алгоритмических основ;
- знакомство с практическими приложениями теории проблемно-ориентированного синтеза алгоритмов распознавания и классификации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные эвристические модели алгоритмов и принципы теории проблемно-ориентированного синтеза алгоритмов распознавания и классификации;
- основные области применения этих моделей.

##### **уметь:**

- применять дискретный анализ в распознавании образований к практическим задачам.

##### **владеть:**

- навыками разработки вычислительных алгоритмов для решения задач распознавания образов;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.



## Темы и разделы курса:

### 1. Обоснование формализации дополнительной информации.

Обоснование формализации дополнительной информации. Общий вид алгоритмов, синтезируемых методами алгебраического подхода. Обоснование необходимости замкнутости относительно суперпозиций. Допустимые категории. Необходимость и достаточности условий допустимости.

### 2. Основные эвристические модели алгоритмов и принципы.

Основные эвристические модели алгоритмов и принципы, лежащие в их основе. Исходные семейства корректирующих операций.

### 3. Предмет теории проблемно-ориентированного синтеза алгоритмов распознавания и классификации.

Обоснование необходимости использования дополнительной к прецедентам информации при применении алгебраического подхода. Парадоксы, возникающие при отсутствии дополнительной информации. Эвристические модели алгоритмов как объект коррекции (применения корректирующих операций).

### 4. Регулярность задач распознавания.

Регулярность задач распознавания. Лемма о необходимости условия полноты. Определения баз категорий. Лемма об эквивалентности определений баз для полных допустимых категорий. Общая схема перехода от пространства матриц информации к пространству информационных матриц. Лемма о необходимости для, вообще говоря, не одноэлементных баз. Лемма о достаточности для одноэлементных баз. Общий критерий регулярности (необходимость и достаточность).

### 5. Симметрические универсальные ограничения.

Симметрические универсальные ограничения. Определение. Лемма о достаточности использования подгрупп. Лемма о допустимости симметрических категорий. Лемма о базах.

### 6. Соотношение функциональных и симметрических категорий.

8. Соотношение функциональных и симметрических категорий. Соотношение функциональных сигнатур и подгрупп. Лемма о функциональных подкатегориях. Условие полноты функциональных подкатегорий симметрических категорий. Базы категорий  $\square \Phi_i$  и  $\backslash \sum_i$ . Базы категорий  $\Phi_j$  и  $\backslash \sum_j$ . Базы категорий  $\square_j$  и  $\square_j$ . Условия 1-Г-полноты, слабой 1-Г-полноты и Г-полноты для категорий  $\square 0$ ,  $\square 0$ ,  $\square i$  и  $\square i$ .

### 7. Условия полноты для моделей и семейств операций.

Условия полноты для моделей и семейств операций. Условие 1-Г-полноты (необходимость и достаточность). Условие слабой 1-Г-полноты (необходимость и достаточность). Корректность (необходимость и достаточность). Условие Г-полноты (достаточность). Теорема о полноте алгебраических расширений (необходимость и достаточность).

### 8. Функциональные универсальные ограничения.

Функциональные универсальные ограничения. Функциональные сигнатуры. Определение. Лемма о допустимости функциональных категорий. Допустимые функциональные сигнатуры. Лемма о необходимых и достаточных условиях существования единичного морфизма. Лемма о необходимых и достаточных условиях замкнутости относительно суперпозиций. Лемма о полноте. Лемма о базах.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы дифференциальной и симплектической геометрии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам основы знаний в области дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Задачи дисциплины:**

научить студента свободно пользоваться понятиями дифференциальной и симплектической геометрии, многообразиями, векторными полями, дифференциальными формами, гамильтоновыми векторными полями и симплектоморфизмами, отображением моментов, совместимыми комплексными структурами, и т.п.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы дифференциальной геометрии и симплектической геометрии.

##### **уметь:**

работать с дифференциальными формами, векторными полями, гамильтоновыми системами, торическими многообразиями.

##### **владеть:**

языком современной дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Линейная симплектическая геометрия.

Линейная симплектическая геометрия, канонический вид кососимметричной формы, её вырожденность и невырожденность. Лагранжевы подпространства. Связь между комплексными структурами и положительными метриками. Симплектическая <<диагонализация>> положительно определённых квадратичных форм.

2. Основы дифференциальной геометрии.

Основы дифференциальной геометрии. Понятие о гладком многообразии. Гладкие функции и касательные вектора. Геометрическое определение касательного вектора, векторные поля и дифференцирование алгебры гладких функций на многообразии.

3. Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры.

Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры. Дифференциальные формы первой и высших степеней. Внешнее дифференцирование, его существование и единственность. Тожество  $d^2=0$ .

4. Интегрирование векторных полей и производная Ли.

Интегрирование векторных полей. Формулы для производной Ли дифференциальных форм и векторных полей. Скобка Ли векторных полей и тождество Якоби для неё. Понятие о группах и алгебрах Ли.

5. Теорема Фробениуса и группы Ли.

Теорема Фробениуса об интегрируемости систем векторных полей. Поля касательных подпространств и слоения, тензор кривизны поля касательных подпространств. Подгруппы групп Ли и отображения между группами Ли.

6. Интегрирование дифференциальных форм и формула Стокса.

Интегрирование дифференциальных форм с компактным носителем в  $\mathbb{R}^n$ , его независимость от выбора системы координат. Паракompактность гладких многообразий и разбиение единицы. Интегрирование дифференциальной формы по ориентированному многообразию. Формула Стокса для многообразий с краем и согласованная ориентация края.

7. Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями.

Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями. Их функториальность относительно классов гомотопии гладких отображений, вычисление для стягиваемых пространств. Сравнение с сингулярными гомологиями.

8. Обзор базовых понятий римановой геометрии.

Обзор базовых понятий римановой геометрии. Риманова структура и риманова метрики, функционалы длины и энергии. Ковариантная производная функции и векторного поля, уравнение геодезической.

9. Риманов объём и экспоненциальное отображение.

Риманов объём. Экспоненциальное отображение на (полу)римановом многообразии и выпуклые окрестности. Трубочатые окрестности подмногообразий. Преобразование Лежандра римановой метрики.

10. Симплектические многообразия.

Симплектические многообразия, ориентируемость, симплектический объём. Деформации симплектических структур, метод Мозера для порождения деформации векторным полем и теорема Дарбу о локальном виде симплектического многообразия. Кокасательное расслоение и его симплектическая структура.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы дифференциальной и симплектической геометрии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам основы знаний в области дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Задачи дисциплины:**

научить студента свободно пользоваться понятиями дифференциальной и симплектической геометрии, многообразиями, векторными полями, дифференциальными формами, гамильтоновыми векторными полями и симплектоморфизмами, отображением моментов, совместимыми комплексными структурами, и т.п.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы дифференциальной геометрии и симплектической геометрии.

##### **уметь:**

работать с дифференциальными формами, векторными полями, гамильтоновыми системами, торическими многообразиями.

##### **владеть:**

языком современной дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Линейная симплектическая геометрия.

Линейная симплектическая геометрия, канонический вид кососимметричной формы, её вырожденность и невырожденность. Лагранжевы подпространства. Связь между комплексными структурами и положительными метриками. Симплектическая <<диагонализация>> положительно определённых квадратичных форм.

2. Основы дифференциальной геометрии.

Основы дифференциальной геометрии. Понятие о гладком многообразии. Гладкие функции и касательные вектора. Геометрическое определение касательного вектора, векторные поля и дифференцирование алгебры гладких функций на многообразии.

3. Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры.

Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры. Дифференциальные формы первой и высших степеней. Внешнее дифференцирование, его существование и единственность. Тождество  $d^2=0$ .

4. Интегрирование векторных полей и производная Ли.

Интегрирование векторных полей. Формулы для производной Ли дифференциальных форм и векторных полей. Скобка Ли векторных полей и тождество Якоби для неё. Понятие о группах и алгебрах Ли.

5. Теорема Фробениуса и группы Ли.

Теорема Фробениуса об интегрируемости систем векторных полей. Поля касательных подпространств и слоения, тензор кривизны поля касательных подпространств. Подгруппы групп Ли и отображения между группами Ли.

6. Интегрирование дифференциальных форм и формула Стокса.

Интегрирование дифференциальных форм с компактным носителем в  $\mathbb{R}^n$ , его независимость от выбора системы координат. Паракompактность гладких многообразий и разбиение единицы. Интегрирование дифференциальной формы по ориентированному многообразию. Формула Стокса для многообразий с краем и согласованная ориентация края.

7. Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями.

Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями. Их функториальность относительно классов гомотопии гладких отображений, вычисление для стягиваемых пространств. Сравнение с сингулярными гомологиями.

8. Обзор базовых понятий римановой геометрии.

Обзор базовых понятий римановой геометрии. Риманова структура и риманова метрики, функционалы длины и энергии. Ковариантная производная функции и векторного поля, уравнение геодезической.

9. Риманов объём и экспоненциальное отображение.

Риманов объём. Экспоненциальное отображение на (полу)римановом многообразии и выпуклые окрестности. Трубочатые окрестности подмногообразий. Преобразование Лежандра римановой метрики.

10. Симплектические многообразия.

Симплектические многообразия, ориентируемость, симплектический объём. Деформации симплектических структур, метод Мозера для порождения деформации векторным полем и теорема Дарбу о локальном виде симплектического многообразия. Кокасательное расслоение и его симплектическая структура.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы дифференциальной и симплектической геометрии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам основы знаний в области дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Задачи дисциплины:**

научить студента свободно пользоваться понятиями дифференциальной и симплектической геометрии, многообразиями, векторными полями, дифференциальными формами, гамильтоновыми векторными полями и симплектоморфизмами, отображением моментов, совместимыми комплексными структурами, и т.п.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы дифференциальной геометрии и симплектической геометрии.

##### **уметь:**

работать с дифференциальными формами, векторными полями, гамильтоновыми системами, торическими многообразиями.

##### **владеть:**

языком современной дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Линейная симплектическая геометрия.

Линейная симплектическая геометрия, канонический вид кососимметричной формы, её вырожденность и невырожденность. Лагранжевы подпространства. Связь между комплексными структурами и положительными метриками. Симплектическая <<диагонализация>> положительно определённых квадратичных форм.

2. Основы дифференциальной геометрии.

Основы дифференциальной геометрии. Понятие о гладком многообразии. Гладкие функции и касательные вектора. Геометрическое определение касательного вектора, векторные поля и дифференцирование алгебры гладких функций на многообразии.

3. Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры.

Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры. Дифференциальные формы первой и высших степеней. Внешнее дифференцирование, его существование и единственность. Тожество  $d^2=0$ .

4. Интегрирование векторных полей и производная Ли.

Интегрирование векторных полей. Формулы для производной Ли дифференциальных форм и векторных полей. Скобка Ли векторных полей и тождество Якоби для неё. Понятие о группах и алгебрах Ли.

5. Теорема Фробениуса и группы Ли.

Теорема Фробениуса об интегрируемости систем векторных полей. Поля касательных подпространств и слоения, тензор кривизны поля касательных подпространств. Подгруппы групп Ли и отображения между группами Ли.

6. Интегрирование дифференциальных форм и формула Стокса.

Интегрирование дифференциальных форм с компактным носителем в  $\mathbb{R}^n$ , его независимость от выбора системы координат. Паракompактность гладких многообразий и разбиение единицы. Интегрирование дифференциальной формы по ориентированному многообразию. Формула Стокса для многообразий с краем и согласованная ориентация края.

7. Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями.

Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями. Их функториальность относительно классов гомотопии гладких отображений, вычисление для стягиваемых пространств. Сравнение с сингулярными гомологиями.

8. Обзор базовых понятий римановой геометрии.

Обзор базовых понятий римановой геометрии. Риманова структура и риманова метрики, функционалы длины и энергии. Ковариантная производная функции и векторного поля, уравнение геодезической.

9. Риманов объём и экспоненциальное отображение.

Риманов объём. Экспоненциальное отображение на (полу)римановом многообразии и выпуклые окрестности. Трубочатые окрестности подмногообразий. Преобразование Лежандра римановой метрики.

10. Симплектические многообразия.

Симплектические многообразия, ориентируемость, симплектический объём. Деформации симплектических структур, метод Мозера для порождения деформации векторным полем и теорема Дарбу о локальном виде симплектического многообразия. Кокасательное расслоение и его симплектическая структура.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы дифференциальной и симплектической геометрии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам основы знаний в области дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Задачи дисциплины:**

научить студента свободно пользоваться понятиями дифференциальной и симплектической геометрии, многообразиями, векторными полями, дифференциальными формами, гамильтоновыми векторными полями и симплектоморфизмами, отображением моментов, совместимыми комплексными структурами, и т.п.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы дифференциальной геометрии и симплектической геометрии.

##### **уметь:**

работать с дифференциальными формами, векторными полями, гамильтоновыми системами, торическими многообразиями.

##### **владеть:**

языком современной дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Линейная симплектическая геометрия.

Линейная симплектическая геометрия, канонический вид кососимметричной формы, её вырожденность и невырожденность. Лагранжевы подпространства. Связь между комплексными структурами и положительными метриками. Симплектическая <<диагонализация>> положительно определённых квадратичных форм.

2. Основы дифференциальной геометрии.

Основы дифференциальной геометрии. Понятие о гладком многообразии. Гладкие функции и касательные вектора. Геометрическое определение касательного вектора, векторные поля и дифференцирование алгебры гладких функций на многообразии.

3. Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры.

Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры. Дифференциальные формы первой и высших степеней. Внешнее дифференцирование, его существование и единственность. Тожество  $d^2=0$ .

4. Интегрирование векторных полей и производная Ли.

Интегрирование векторных полей. Формулы для производной Ли дифференциальных форм и векторных полей. Скобка Ли векторных полей и тождество Якоби для неё. Понятие о группах и алгебрах Ли.

5. Теорема Фробениуса и группы Ли.

Теорема Фробениуса об интегрируемости систем векторных полей. Поля касательных подпространств и слоения, тензор кривизны поля касательных подпространств. Подгруппы групп Ли и отображения между группами Ли.

6. Интегрирование дифференциальных форм и формула Стокса.

Интегрирование дифференциальных форм с компактным носителем в  $\mathbb{R}^n$ , его независимость от выбора системы координат. Паракompактность гладких многообразий и разбиение единицы. Интегрирование дифференциальной формы по ориентированному многообразию. Формула Стокса для многообразий с краем и согласованная ориентация края.

7. Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями.

Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями. Их функториальность относительно классов гомотопии гладких отображений, вычисление для стягиваемых пространств. Сравнение с сингулярными гомологиями.

8. Обзор базовых понятий римановой геометрии.

Обзор базовых понятий римановой геометрии. Риманова структура и риманова метрики, функционалы длины и энергии. Ковариантная производная функции и векторного поля, уравнение геодезической.

9. Риманов объём и экспоненциальное отображение.

Риманов объём. Экспоненциальное отображение на (полу)римановом многообразии и выпуклые окрестности. Трубочатые окрестности подмногообразий. Преобразование Лежандра римановой метрики.

10. Симплектические многообразия.

Симплектические многообразия, ориентируемость, симплектический объём. Деформации симплектических структур, метод Мозера для порождения деформации векторным полем и теорема Дарбу о локальном виде симплектического многообразия. Кокасательное расслоение и его симплектическая структура.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы дифференциальной и симплектической геометрии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам основы знаний в области дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Задачи дисциплины:**

научить студента свободно пользоваться понятиями дифференциальной и симплектической геометрии, многообразиями, векторными полями, дифференциальными формами, гамильтоновыми векторными полями и симплектоморфизмами, отображением моментов, совместимыми комплексными структурами, и т.п.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы дифференциальной геометрии и симплектической геометрии.

##### **уметь:**

работать с дифференциальными формами, векторными полями, гамильтоновыми системами, торическими многообразиями.

##### **владеть:**

языком современной дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Линейная симплектическая геометрия.

Линейная симплектическая геометрия, канонический вид кососимметричной формы, её вырожденность и невырожденность. Лагранжевы подпространства. Связь между комплексными структурами и положительными метриками. Симплектическая <<диагонализация>> положительно определённых квадратичных форм.

2. Основы дифференциальной геометрии.

Основы дифференциальной геометрии. Понятие о гладком многообразии. Гладкие функции и касательные вектора. Геометрическое определение касательного вектора, векторные поля и дифференцирование алгебры гладких функций на многообразии.

3. Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры.

Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры. Дифференциальные формы первой и высших степеней. Внешнее дифференцирование, его существование и единственность. Тождество  $d^2=0$ .

4. Интегрирование векторных полей и производная Ли.

Интегрирование векторных полей. Формулы для производной Ли дифференциальных форм и векторных полей. Скобка Ли векторных полей и тождество Якоби для неё. Понятие о группах и алгебрах Ли.

5. Теорема Фробениуса и группы Ли.

Теорема Фробениуса об интегрируемости систем векторных полей. Поля касательных подпространств и слоения, тензор кривизны поля касательных подпространств. Подгруппы групп Ли и отображения между группами Ли.

6. Интегрирование дифференциальных форм и формула Стокса.

Интегрирование дифференциальных форм с компактным носителем в  $\mathbb{R}^n$ , его независимость от выбора системы координат. Паракompактность гладких многообразий и разбиение единицы. Интегрирование дифференциальной формы по ориентированному многообразию. Формула Стокса для многообразий с краем и согласованная ориентация края.

7. Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями.

Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями. Их функториальность относительно классов гомотопии гладких отображений, вычисление для стягиваемых пространств. Сравнение с сингулярными гомологиями.

8. Обзор базовых понятий римановой геометрии.

Обзор базовых понятий римановой геометрии. Риманова структура и риманова метрики, функционалы длины и энергии. Ковариантная производная функции и векторного поля, уравнение геодезической.

9. Риманов объём и экспоненциальное отображение.

Риманов объём. Экспоненциальное отображение на (полу)римановом многообразии и выпуклые окрестности. Трубочатые окрестности подмногообразий. Преобразование Лежандра римановой метрики.

10. Симплектические многообразия.

Симплектические многообразия, ориентируемость, симплектический объём. Деформации симплектических структур, метод Мозера для порождения деформации векторным полем и теорема Дарбу о локальном виде симплектического многообразия. Кокасательное расслоение и его симплектическая структура.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы дифференциальной и симплектической геометрии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам основы знаний в области дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Задачи дисциплины:**

научить студента свободно пользоваться понятиями дифференциальной и симплектической геометрии, многообразиями, векторными полями, дифференциальными формами, гамильтоновыми векторными полями и симплектоморфизмами, отображением моментов, совместимыми комплексными структурами, и т.п.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы дифференциальной геометрии и симплектической геометрии.

##### **уметь:**

работать с дифференциальными формами, векторными полями, гамильтоновыми системами, торическими многообразиями.

##### **владеть:**

языком современной дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Линейная симплектическая геометрия.

Линейная симплектическая геометрия, канонический вид кососимметричной формы, её вырожденность и невырожденность. Лагранжевы подпространства. Связь между комплексными структурами и положительными метриками. Симплектическая <<диагонализация>> положительно определённых квадратичных форм.

2. Основы дифференциальной геометрии.

Основы дифференциальной геометрии. Понятие о гладком многообразии. Гладкие функции и касательные вектора. Геометрическое определение касательного вектора, векторные поля и дифференцирование алгебры гладких функций на многообразии.

3. Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры.

Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры. Дифференциальные формы первой и высших степеней. Внешнее дифференцирование, его существование и единственность. Тожество  $d^2=0$ .

4. Интегрирование векторных полей и производная Ли.

Интегрирование векторных полей. Формулы для производной Ли дифференциальных форм и векторных полей. Скобка Ли векторных полей и тождество Якоби для неё. Понятие о группах и алгебрах Ли.

5. Теорема Фробениуса и группы Ли.

Теорема Фробениуса об интегрируемости систем векторных полей. Поля касательных подпространств и слоения, тензор кривизны поля касательных подпространств. Подгруппы групп Ли и отображения между группами Ли.

6. Интегрирование дифференциальных форм и формула Стокса.

Интегрирование дифференциальных форм с компактным носителем в  $\mathbb{R}^n$ , его независимость от выбора системы координат. Паракompактность гладких многообразий и разбиение единицы. Интегрирование дифференциальной формы по ориентированному многообразию. Формула Стокса для многообразий с краем и согласованная ориентация края.

7. Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями.

Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями. Их функториальность относительно классов гомотопии гладких отображений, вычисление для стягиваемых пространств. Сравнение с сингулярными гомологиями.

8. Обзор базовых понятий римановой геометрии.

Обзор базовых понятий римановой геометрии. Риманова структура и риманова метрики, функционалы длины и энергии. Ковариантная производная функции и векторного поля, уравнение геодезической.

9. Риманов объём и экспоненциальное отображение.

Риманов объём. Экспоненциальное отображение на (полу)римановом многообразии и выпуклые окрестности. Трубочатые окрестности подмногообразий. Преобразование Лежандра римановой метрики.

10. Симплектические многообразия.

Симплектические многообразия, ориентируемость, симплектический объём. Деформации симплектических структур, метод Мозера для порождения деформации векторным полем и теорема Дарбу о локальном виде симплектического многообразия. Кокасательное расслоение и его симплектическая структура.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы дифференциальной и симплектической геометрии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам основы знаний в области дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Задачи дисциплины:**

научить студента свободно пользоваться понятиями дифференциальной и симплектической геометрии, многообразиями, векторными полями, дифференциальными формами, гамильтоновыми векторными полями и симплектоморфизмами, отображением моментов, совместимыми комплексными структурами, и т.п.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы дифференциальной геометрии и симплектической геометрии.

##### **уметь:**

работать с дифференциальными формами, векторными полями, гамильтоновыми системами, торическими многообразиями.

##### **владеть:**

языком современной дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Линейная симплектическая геометрия.

Линейная симплектическая геометрия, канонический вид кососимметричной формы, её вырожденность и невырожденность. Лагранжевы подпространства. Связь между комплексными структурами и положительными метриками. Симплектическая <<диагонализация>> положительно определённых квадратичных форм.

2. Основы дифференциальной геометрии.

Основы дифференциальной геометрии. Понятие о гладком многообразии. Гладкие функции и касательные вектора. Геометрическое определение касательного вектора, векторные поля и дифференцирование алгебры гладких функций на многообразии.

3. Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры.

Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры. Дифференциальные формы первой и высших степеней. Внешнее дифференцирование, его существование и единственность. Тождество  $d^2=0$ .

4. Интегрирование векторных полей и производная Ли.

Интегрирование векторных полей. Формулы для производной Ли дифференциальных форм и векторных полей. Скобка Ли векторных полей и тождество Якоби для неё. Понятие о группах и алгебрах Ли.

5. Теорема Фробениуса и группы Ли.

Теорема Фробениуса об интегрируемости систем векторных полей. Поля касательных подпространств и слоения, тензор кривизны поля касательных подпространств. Подгруппы групп Ли и отображения между группами Ли.

6. Интегрирование дифференциальных форм и формула Стокса.

Интегрирование дифференциальных форм с компактным носителем в  $\mathbb{R}^n$ , его независимость от выбора системы координат. Паракompактность гладких многообразий и разбиение единицы. Интегрирование дифференциальной формы по ориентированному многообразию. Формула Стокса для многообразий с краем и согласованная ориентация края.

7. Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями.

Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями. Их функториальность относительно классов гомотопии гладких отображений, вычисление для стягиваемых пространств. Сравнение с сингулярными гомологиями.

8. Обзор базовых понятий римановой геометрии.

Обзор базовых понятий римановой геометрии. Риманова структура и риманова метрики, функционалы длины и энергии. Ковариантная производная функции и векторного поля, уравнение геодезической.

9. Риманов объём и экспоненциальное отображение.

Риманов объём. Экспоненциальное отображение на (полу)римановом многообразии и выпуклые окрестности. Трубочатые окрестности подмногообразий. Преобразование Лежандра римановой метрики.

10. Симплектические многообразия.

Симплектические многообразия, ориентируемость, симплектический объём. Деформации симплектических структур, метод Мозера для порождения деформации векторным полем и теорема Дарбу о локальном виде симплектического многообразия. Кокасательное расслоение и его симплектическая структура.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы дифференциальной и симплектической геометрии**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам основы знаний в области дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Задачи дисциплины:**

научить студента свободно пользоваться понятиями дифференциальной и симплектической геометрии, многообразиями, векторными полями, дифференциальными формами, гамильтоновыми векторными полями и симплектоморфизмами, отображением моментов, совместимыми комплексными структурами, и т.п.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основы дифференциальной геометрии и симплектической геометрии.

##### **уметь:**

работать с дифференциальными формами, векторными полями, гамильтоновыми системами, торическими многообразиями.

##### **владеть:**

языком современной дифференциальной и симплектической геометрии.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Линейная симплектическая геометрия.

Линейная симплектическая геометрия, канонический вид кососимметричной формы, её вырожденность и невырожденность. Лагранжевы подпространства. Связь между комплексными структурами и положительными метриками. Симплектическая <<диагонализация>> положительно определённых квадратичных форм.

2. Основы дифференциальной геометрии.

Основы дифференциальной геометрии. Понятие о гладком многообразии. Гладкие функции и касательные вектора. Геометрическое определение касательного вектора, векторные поля и дифференцирование алгебры гладких функций на многообразии.

3. Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры.

Касательное и кокасательное расслоение. Векторные поля и тензоры. Дифференциальные формы первой и высших степеней. Внешнее дифференцирование, его существование и единственность. Тождество  $d^2=0$ .

4. Интегрирование векторных полей и производная Ли.

Интегрирование векторных полей. Формулы для производной Ли дифференциальных форм и векторных полей. Скобка Ли векторных полей и тождество Якоби для неё. Понятие о группах и алгебрах Ли.

5. Теорема Фробениуса и группы Ли.

Теорема Фробениуса об интегрируемости систем векторных полей. Поля касательных подпространств и слоения, тензор кривизны поля касательных подпространств. Подгруппы групп Ли и отображения между группами Ли.

6. Интегрирование дифференциальных форм и формула Стокса.

Интегрирование дифференциальных форм с компактным носителем в  $\mathbb{R}^n$ , его независимость от выбора системы координат. Паракompактность гладких многообразий и разбиение единицы. Интегрирование дифференциальной формы по ориентированному многообразию. Формула Стокса для многообразий с краем и согласованная ориентация края.

7. Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями.

Когомологии де Рама с произвольными и компактными носителями. Их функториальность относительно классов гомотопии гладких отображений, вычисление для стягиваемых пространств. Сравнение с сингулярными гомологиями.

8. Обзор базовых понятий римановой геометрии.

Обзор базовых понятий римановой геометрии. Риманова структура и риманова метрики, функционалы длины и энергии. Ковариантная производная функции и векторного поля, уравнение геодезической.

9. Риманов объём и экспоненциальное отображение.

Риманов объём. Экспоненциальное отображение на (полу)римановом многообразии и выпуклые окрестности. Трубочатые окрестности подмногообразий. Преобразование Лежандра римановой метрики.

10. Симплектические многообразия.

Симплектические многообразия, ориентируемость, симплектический объём. Деформации симплектических структур, метод Мозера для порождения деформации векторным полем и теорема Дарбу о локальном виде симплектического многообразия. Кокасательное расслоение и его симплектическая структура.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы информационной безопасности**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основами информационной безопасности: изучаются информационные угрозы, их нейтрализация, вопросы организации мер защиты информационных ресурсов, нормативные документы, регламентирующие информационную деятельность, криптография, другие вопросы, связанные с обеспечением информационной безопасности.

#### **Задачи дисциплины:**

- изложить основные положения Доктрины информационной безопасности РФ;
- дать знания основ комплексной системы защиты информации;
- дать знания основ организационно-правового обеспечения защиты информации;
- сформировать основы для дальнейшего самостоятельного изучения вопросов обеспечения информационной безопасности.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- содержание основных понятий обеспечения информационной безопасности;
- источники угроз безопасности информации;
- методы оценки уязвимости информации;
- методы создания, организации и обеспечения функционирования систем комплексной защиты информации;
- методы пресечения разглашения конфиденциальной информации;
- виды и признаки компьютерных преступлений.

##### **уметь:**

- отыскивать необходимые нормативные правовые акты и информационные правовые нормы в системе действующего законодательства, в том числе с помощью систем правовой информации;
- применять действующую законодательную базу в области информационной безопасности;
- разрабатывать проекты положений, инструкций и других организационно-распорядительных документов, регламентирующих работу по защите информации.

**владеть:**

- методиками обеспечения информационной безопасности компьютерных систем
- методиками анализа угроз информационной безопасности, выполнять основные этапы решения задач информационной безопасности, применять на практике основные общеметодологические принципы теории информационной безопасности.

**Темы и разделы курса:**

1. Информационные угрозы.

Понятие информационных угроз. Понятие информации. Информационные войны. Изучаются основные определения информации, ее ценности, информационные угрозы. Информационные угрозы безопасности РФ. Доктрина информационной безопасности. Рассматриваются вопросы построения информационной структуры в РФ, различные проблемы, возникающие в связи с этим процессом, участие РФ в международном информационном обмене. Виды противников. Хакеры. Изучается социально-психологический портрет нарушителя информационной безопасности, его возможности и методика действий. Виды возможных нарушений информационной системы. Общая классификация информационных угроз. Изучаются нарушения работы ИС, вводится классификация угроз ИС, рассматриваются возможные субъекты и объекты доступа к ИС, угрозы, реализуемые на уровне локальной (изолированной) компьютерной системы. Причины уязвимостей компьютерных сетей.

2. Компьютерные вирусы.

Изучаются вредоносные программы, история их развития, ответственность за создание и распространение, виды, принципы действия вирусов, демаскирующие признаки.

3. Правовое регулирование защиты информации (анализ статей УК, других нормативных актов).

Стандарты ИБ. Нормативные документы, регулирующие информационную деятельность в РФ и мире. Стандарты информационной безопасности

4. Организационные меры обеспечения информационной безопасности компьютерных систем.

Роль задачи и обязанности администратора безопасности, определение подходов к управлению рисками, структуризация контрмер, порядок сертификации на соответствие стандартам в области ИБ

5. Защита данных криптографическими методами.

Методы и алгоритмы шифрования, требования к шифрам, наиболее распространенные шифры

6. Политика информационной безопасности.

Модели защиты информации в КС Политика безопасности и ее основные составляющие, модели защиты информации в компьютерных системах, технологии защиты и разграничения доступа к информации.

7. Типовые удаленные атаки с использованием уязвимостей сетевых протоколов.

Классификация удаленных атак. Атаки на ARP- протокол, ICMP – протокол , DNS – протокол, TCP – протокол, виды атак.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Основы компьютерной лингвистики**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить магистрантов с важнейшими областями междисциплинарных исследований на стыке лингвистики со смежными дисциплинами, в первую очередь с компьютерной наукой.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных математических моделей и результатов, используемых в математических методах анализа многомерных данных;
- научить магистрантов пользоваться методами обратной связи, т.е. применять полученные при разработке автоматических систем результаты для извлечения новых знаний о естественном языке;
- дать представление о месте теоретической лингвистики в задачах, решаемых компьютерной лингвистикой;
- познакомить магистрантов с современными подходами к решению задач автоматической обработки текстов, в том числе с гибридными и статистическими подходами и приемами машинного обучения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные цели и задачи компьютерной лингвистики;
- основные методы и подходы к автоматической обработке текстов (статистические, в т.ч. машинное обучение, гибридные);
- основные классы приложений, развиваемых на базе компьютерной лингвистики (информационный поиск, глубокий анализ данных, автоматический и автоматизированный перевод текстов с одного языка на другой, автоматическое аннотирование и реферирование документов, анализ тональности текста, человеко-машинное общение на естественном языке);

- основные классы цифровых лингвистических ресурсов, создаваемых методами компьютерной лингвистики (компьютерные одноязычные и многоязычные словари, аннотированные корпуса текстов).

**уметь:**

- строить базовые правила систем автоматической обработки текстов;
- разбираться в правилах и алгоритмах автоматической обработки текстов;
- строить базовые морфологические и синтаксические структуры предложения (на примере русского и английского языков).

**владеть:**

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

**Темы и разделы курса:**

1. Лингвистика как наука о языке. Грамматика и словарь естественного языка.

Лингвистика как наука о языке. Представление об уровнях представления языка – фонетика, морфология, синтаксис, семантика. Лингвистика и прагматика.

Лингвистическое моделирование. Действующие модели языка. Теория «Смысл – Текст» как фундамент для построения систем автоматической обработки текста.

Грамматика и словарь естественного языка. Представление об интегральном описании языка. Представление о лексических функциях.

Краткий обзор формальных грамматик. Порождающие грамматики. Грамматики составляющих и грамматики зависимостей. Гибридные грамматики.

2. Анализ и синтез текста.

Анализ и синтез текста. Морфологический и синтаксический анализ. Парсинг. Различные подходы к синтаксическому анализу: анализ «сверху вниз» и «снизу-вверх».

3. Языковая неоднозначность. Правилые и статистические подходы к автоматической обработке текста.

Языковая неоднозначность как принципиальное свойство языка и методы ее разрешения при автоматической обработке текста. Интерактивное разрешение лексической и синтаксической неоднозначности.

Правилые и статистические подходы к автоматической обработке текста.

#### 4. Система машинного перевода.

Задача машинного перевода в кругу задач автоматической обработки текста на естественном языке. Система машинного перевода как механизм обратной связи и источник новых лингвистических знаний.

Типы систем машинного перевода. Автоматический и автоматизированный перевод. Память переводов. Интерлингва (на примере UNL-универсального сетевого языка).

Морфологический компонент системы автоматической обработки текстов. Морфологическая структура слова и предложения.

Алгоритм синтаксического анализа. Синтаксические отношения. Синтагмы. Синтаксическая структура предложения.

Словарь системы автоматической обработки текстов. Словарь системы машинного перевода. Структура словарной статьи. Синтаксические признаки. Семантические признаки (дескрипторы). Теория валентностей. Модель управления.

Аннотированные корпуса текстов и их роль в задачах автоматической обработки текстов.

Синонимическое перефразирование высказываний и его прикладное значение.

#### 5. Обзор задач прикладной лингвистики.

Современные цифровые лингвистические ресурсы (Word Net, Frame Net, Treebanks).



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.



Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.



## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Основы эргодической теории

#### Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- основные модели и теоремы теории динамических систем.

##### уметь:

- понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждения;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

##### владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- навыками освоения большого объема информации.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение.

Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Теорема Лиувилля об инвариантной мере. Движение заряженной частицы в стационарном электромагнитном поле. Магнитная гидродинамика. Гамильтоновы системы. Отображение Гаусса.

### 2. Временные и пространственные средние.

Временные и пространственные средние. Эргодичность. Сдвиги на торе. Теорема о всюду плотных траекториях. Теорема Вейля-фон Неймана. Теорема Кронекера – Вейля.

### 3. Максимальная эргодическая теорема.

Максимальная эргодическая теорема. Теорема Биркгофа-Хинчина.

### 4. Определение и свойства энтропии разбиения.

Определение и свойства энтропии разбиения. Энтропия динамических систем. Инвариантность энтропии при изоморфизме динамических систем. Теорема Колмогорова. Примеры: энтропия сдвига на окружности, энтропия сдвига Бернулли, энтропия линейного автоморфизма.

### 5. Перемешивание. Связь с эргодичностью.

Перемешивание. Связь с эргодичностью. Лебеговские спектры. Примеры. Слабое перемешивание.

### 6. Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.

Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем. Изоморфизм преобразования пекаря и схемы Бернулли. Изоморфизм схем Бернулли.

### 7. Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.

Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований. Динамические системы с чисто точечным спектром. Теорема фон Неймана-Халмоша.

### 8. Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.

Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля. Строгая эргодичность сдвига на иррациональный угол. Распределение первых цифр в десятичной записи чисел  $2$  в степени  $n$ .

### 9. Статистическая эргодическая теорема.

Статистическая эргодическая теорема.

### 10. Теорема Боголюбова-Крылова.

Теорема Боголюбова-Крылова. Понятие абстрактной динамической системы. Теорема Пуанкаре о возвращении.

### 11. Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.



Эргодичность динамических систем с непрерывным временем. Задача Лагранжа о среднем движении перигелия.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Параллельные методы суперкомпьютерных вычислений**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с параллельных алгоритмов линейной алгебры, математической физики, методов оптимизации; технологиями параллельного программирования для вычислительных систем с общей распределенной памятью на основе OpenMP, MPI, Cuda и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области разработки параллельных численных методов как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области разработки параллельных численных методов и алгоритмов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований и их практической реализации в области параллельных вычислений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории параллельных алгоритмов и распределённых вычислений;
- современные проблемы соответствующих разделов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- новейшие численные методы эффективного решения задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- постановку проблем увеличения эффективности параллельных вычислений в задачах линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения на параллельной вычислительной технике задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и технических данных и алгоритмов;
- давать экспертную оценку финальным результатам решения.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач дискретной оптимизации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов распараллеливания вычислений и методов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- предметным языком распределённых вычислений и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками компьютерной обработки информации - разработки собственных программ для параллельных вычислительных систем, а также освоением готового программного обеспечения.

**Темы и разделы курса:**

1. Многопроцессорные вычислительные системы. Вычислительные системы с общей памятью. Вычислительные системы с распределенной памятью.

Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Архитектуры с общей и распределенной памятью. Статический и динамический параллелизм. Параллельные

вычисления. Основные понятия: параллельная эффективность, ускорение. Измерение параллельной производительности.

Произвольный доступ к памяти, PRAM архитектура. Программный интерфейс OpenMP. Программирование в языках C и Fortran. Процессы, вычислительные нити, потоки. Синхронизация доступа к общим данным, семафоры. Примеры программ.

Вычислительные системы с распределенной памятью. Кластеры. Программный интерфейс MPI. Основные типы функций: инициализация вычислений, парные обмены, коллективные обмены, барьеры. Примеры программ.

2. Параллельные методы вычислительной математики. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Параллельные методы линейного программирования.

Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.

Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.

Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.

Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность.

3. Задачи дискретной оптимизации и метод динамического программирования. Метод ветвей и границ. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации.

Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.

Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.

Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.

Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Параллельные методы суперкомпьютерных вычислений**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с параллельных алгоритмов линейной алгебры, математической физики, методов оптимизации; технологиями параллельного программирования для вычислительных систем с общей распределенной памятью на основе OpenMP, MPI, Cuda и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области разработки параллельных численных методов как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области разработки параллельных численных методов и алгоритмов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований и их практической реализации в области параллельных вычислений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории параллельных алгоритмов и распределённых вычислений;
- современные проблемы соответствующих разделов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- новейшие численные методы эффективного решения задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- постановку проблем увеличения эффективности параллельных вычислений в задачах линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения на параллельной вычислительной технике задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и технических данных и алгоритмов;
- давать экспертную оценку финальным результатам решения.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач дискретной оптимизации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов распараллеливания вычислений и методов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- предметным языком распределённых вычислений и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками компьютерной обработки информации - разработки собственных программ для параллельных вычислительных систем, а также освоением готового программного обеспечения.

**Темы и разделы курса:**

1. Многопроцессорные вычислительные системы. Вычислительные системы с общей памятью. Вычислительные системы с распределенной памятью.

Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Архитектуры с общей и распределенной памятью. Статический и динамический параллелизм. Параллельные

вычисления. Основные понятия: параллельная эффективность, ускорение. Измерение параллельной производительности.

Произвольный доступ к памяти, PRAM архитектура. Программный интерфейс OpenMP. Программирование в языках C и Fortran. Процессы, вычислительные нити, потоки. Синхронизация доступа к общим данным, семафоры. Примеры программ.

Вычислительные системы с распределенной памятью. Кластеры. Программный интерфейс MPI. Основные типы функций: инициализация вычислений, парные обмены, коллективные обмены, барьеры. Примеры программ.

2. Параллельные методы вычислительной математики. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Параллельные методы линейного программирования.

Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.

Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.

Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.

Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность.

3. Задачи дискретной оптимизации и метод динамического программирования. Метод ветвей и границ. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации.

Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.

Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.

Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.

Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Параллельные методы суперкомпьютерных вычислений**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с параллельных алгоритмов линейной алгебры, математической физики, методов оптимизации; технологиями параллельного программирования для вычислительных систем с общей распределенной памятью на основе OpenMP, MPI, Cuda и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области разработки параллельных численных методов как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области разработки параллельных численных методов и алгоритмов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований и их практической реализации в области параллельных вычислений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории параллельных алгоритмов и распределённых вычислений;
- современные проблемы соответствующих разделов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- новейшие численные методы эффективного решения задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- постановку проблем увеличения эффективности параллельных вычислений в задачах линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации.



**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения на параллельной вычислительной технике задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и технических данных и алгоритмов;
- давать экспертную оценку финальным результатам решения.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач дискретной оптимизации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов распараллеливания вычислений и методов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- предметным языком распределённых вычислений и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками компьютерной обработки информации - разработки собственных программ для параллельных вычислительных систем, а также освоением готового программного обеспечения.

**Темы и разделы курса:**

1. Многопроцессорные вычислительные системы. Вычислительные системы с общей памятью. Вычислительные системы с распределенной памятью.

Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Архитектуры с общей и распределенной памятью. Статический и динамический параллелизм. Параллельные

вычисления. Основные понятия: параллельная эффективность, ускорение. Измерение параллельной производительности.

Произвольный доступ к памяти, PRAM архитектура. Программный интерфейс OpenMP. Программирование в языках C и Fortran. Процессы, вычислительные нити, потоки. Синхронизация доступа к общим данным, семафоры. Примеры программ.

Вычислительные системы с распределенной памятью. Кластеры. Программный интерфейс MPI. Основные типы функций: инициализация вычислений, парные обмены, коллективные обмены, барьеры. Примеры программ.

2. Параллельные методы вычислительной математики. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Параллельные методы линейного программирования.

Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.

Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.

Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.

Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность.

3. Задачи дискретной оптимизации и метод динамического программирования. Метод ветвей и границ. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации.

Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.

Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.

Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.

Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Параллельные методы суперкомпьютерных вычислений**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с параллельных алгоритмов линейной алгебры, математической физики, методов оптимизации; технологиями параллельного программирования для вычислительных систем с общей распределенной памятью на основе OpenMP, MPI, Cuda и др.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области разработки параллельных численных методов как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области разработки параллельных численных методов и алгоритмов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований и их практической реализации в области параллельных вычислений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории параллельных алгоритмов и распределённых вычислений;
- современные проблемы соответствующих разделов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- новейшие численные методы эффективного решения задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- постановку проблем увеличения эффективности параллельных вычислений в задачах линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения на параллельной вычислительной технике задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и технических данных и алгоритмов;
- давать экспертную оценку финальным результатам решения.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач дискретной оптимизации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов распараллеливания вычислений и методов линейной алгебры, математической физики, дискретной оптимизации;
- предметным языком распределённых вычислений и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками компьютерной обработки информации - разработки собственных программ для параллельных вычислительных систем, а также освоением готового программного обеспечения.

**Темы и разделы курса:**

1. Многопроцессорные вычислительные системы. Вычислительные системы с общей памятью. Вычислительные системы с распределенной памятью.

Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Архитектуры с общей и распределенной памятью. Статический и динамический параллелизм. Параллельные

вычисления. Основные понятия: параллельная эффективность, ускорение. Измерение параллельной производительности.

Произвольный доступ к памяти, PRAM архитектура. Программный интерфейс OpenMP. Программирование в языках C и Fortran. Процессы, вычислительные нити, потоки. Синхронизация доступа к общим данным, семафоры. Примеры программ.

Вычислительные системы с распределенной памятью. Кластеры. Программный интерфейс MPI. Основные типы функций: инициализация вычислений, парные обмены, коллективные обмены, барьеры. Примеры программ.

2. Параллельные методы вычислительной математики. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Параллельные методы линейного программирования.

Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.

Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.

Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.

Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность.

3. Задачи дискретной оптимизации и метод динамического программирования. Метод ветвей и границ. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации.

Параллельные методы вычислительной математики и математической физики. Степень параллелизма алгоритма, зернистость алгоритма. Зависимость по данным. Методы декомпозиции, разбиение области и распределение данных по процессорам.

Линейная алгебра. Прямые методы решения линейных систем уравнений. Базовые способы распределения данных по процессорам. Организация обменов. Параллельная эффективность основных алгоритмов.

Линейная алгебра. Итерационные методы решения линейных систем уравнений. Ускорение сходимости итерационных методов. Распределение данных по процессорам. Параллельная эффективность вычислений.

Задачи оптимизации. Прямая и двойственная задача. Метод Ньютона. Варианты распределения данных по процессорам, параллельная реализация и параллельная эффективность.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Планирование проектов по созданию программного обеспечения**

#### **Цель дисциплины:**

Дать развернутое представление о проблематике, фундаментальных концепциях, принципиальных возможностях, современном состоянии и тенденциях развития технологий разработки программного обеспечения с использованием моделей.

#### **Задачи дисциплины:**

Выработать навыки работы с CASE-инструментами разработки программных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

проблематику, фундаментальные концепции, принципиальные возможности, современное состояние и тенденции развития технологий разработки программного обеспечения с применением моделей.

##### **уметь:**

использовать CASE-инструменты разработки программных систем для решения научно-исследовательских и прикладных задач.

##### **владеть:**

современными технологиями разработки программного обеспечения с применением моделей.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Введение в технологии программной инженерии на основе моделей (MDD).

Введение в технологии разработки ПО на основе моделей (MDD). Обзор современного состояния области. Основные прикладные пакеты MDD-средств.

2. Языки моделирования программных систем.

Языки моделирования программных систем. Основы SysML. Предметно-ориентированные языки (DSL). Разработка моделей с помощью Foundational UML (fUML), Statechart XML (scXML) и Action Language for fUML (ALF).

### 3. Основные направления и методы MDD.

Основные направления и методы MDD. Метод Schlaer-Mellor. Исполняемый UML. Генерация кода и выделение моделей, Round-Trip Engineering. Понятие о разработке систем на основе моделей (MBSE).

### 4. Тестирование и верификация программных систем на основе моделей.

Тестирование и верификация программных систем на основе моделей (Model-based Testing). Автоматическая верификация (Model Checking). Имитационное моделирование.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Практикум по геймдизайну**

#### **Цель дисциплины:**

Получение первичных профессиональных умений и опыта в области разработки игр через создание собственного игрового проекта путём использования различных навыков и инструментов, приобретённых в рамках обучения.

#### **Задачи дисциплины:**

Перед студентами ставятся следующие задачи:

- изучение предметной области;
- изучение процессов разработки игровых проектов;
- освоение методов создания игровых проектов;
- подготовка отчета по результатам практики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы создания игровых проектов;
- принципы командной разработки;
- основные этапы разработки игр;
- правила оформления результатов практической деятельности.

##### **уметь:**

- проводить обзор имеющегося материала для решения поставленной задачи;
- использовать выбранный метод или сочетать различные методы в решении поставленной задачи;
- применять современные методы сбора и обработки данных;
- разбивать поставленную задачу на несколько этапов;



- намечать сроки выполнения этапов и задачи в целом;
- строить деятельность на основе выполнения технологических требований и нормативов;
- оформлять и предоставлять результаты выполненной работы в соответствии с изначальной постановкой задачи, а также самостоятельно оценивать статус прогресса по достижению цели.

**владеть:**

- методами разработки игровых приложений;
- основными инструментами по разработке игровых проектов;
- навыками анализа технической информации в области игровых дисциплин.

**Темы и разделы курса:**

1. Подготовительный этап

Постановка проектной задачи, составление индивидуального плана практики и разработка программы исследования.

2. Обзор и анализ информации по проекту

Изучение тематической литературы по теме проектной работы. Составление аналитического обзора.

3. Подготовка отчёта анализа

Подготовка отчёта с обзором текущего состояния индустрии в области проведения работы.

4. Проведение исследования

Формулировка целей и задач исследования. Выбор и обоснование принятого направления исследования.

5. Реализация прототипа

Проектирование игры. Составление игровой документации. Детальное описание механик и особенностей отличительных черт проекта. Поверхностное описание визуала.

6. Подготовка отчета исследования

Подготовка отчёта по проведённому исследованию, а также с обзором текущего статуса проекта.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Практикум по математическому моделированию**

#### **Цель дисциплины:**

Цель курса - освоение студентами фундаментальных знаний в области математического моделирования, изучение современных методов решения линейных и нелинейных систем уравнений, технологий построения расчетных сеток, методов дискретизации краевых задач, а также областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области вычислительных технологий и математического моделирования как дисциплин, обеспечивающих технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов современным методам решения больших систем, технологиям построения расчетных сеток, методам дискретизации краевых задач, и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы вычислительной математики;
- современные тренды в развитии вычислительных технологий;
- постановку проблем моделирования физических процессов;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Формулировка задач и расчетные сетки. Метод конечных разностей для уравнения диффузии. Метод конечных элементов для уравнения диффузии.

Формулировка задач и расчетные сетки    Формулировка задач стационарной диффузии, граничных условий, описание используемых расчетных сеток.

Метод конечных разностей для уравнения диффузии    Описание метода конечных разностей для стационарного уравнения диффузии на прямоугольных сетках. Шаблон матрицы жесткости. Особенности метода.

Метод конечных элементов для уравнения диффузии    Описание метода конечных элементов для стационарного уравнения диффузии на прямоугольных сетках. Набор базисных функций. Шаблон матрицы жесткости. Особенности метода.

2. Метод конечных объемов для уравнения диффузии. Проверка сходимости численного метода на аналитическом решении. Формулировка нестационарных задач.

Метод конечных объемов для уравнения диффузии    Описание метода конечных объемов для стационарного уравнения диффузии на прямоугольных сетках. Шаблон матрицы жесткости. Особенности метода.

Проверка сходимости численного метода на аналитическом решении    Вид аналитического решения. Методы вычисления  $C$  и  $L_2$  норм ошибок.

Формулировка нестационарных задач    Формулировка задач нестационарной диффузии-конвекции, граничных условий.

3. Дискретизация по времени. Дискретизация по пространству.

Дискретизация по времени. Явная схема. Неявная схема. Схема Кранка-Николсон.

Дискретизация по пространству уравнения диффузии-конвекции. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Метод конечных объемов.

4. Численное интегрирование с помощью квадратурных формул Гаусса-Чебышева.

Численное интегрирование с помощью квадратурных формул Гаусса-Чебышева.

Численное решение нестационарной задачи диффузии-конвекции. Исследование сходимости разработанной схемы на негладких решениях нестационарной задачи диффузии-конвекции.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Практикум по разработке в ядре Windows**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами знаний в области архитектуры ядра ОС Windows, в частности в вопросах управления ресурсами (памятью, процессорным временем), работой сетевого стека, взаимодействия с приложениями.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование основных знаний в области построения операционных систем на примере ОС Windows;
- обучение студентов принципам создания программного обеспечения системного уровня.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историю эволюции операционных систем и историческую необходимость разделения ОС на системную (ядро) и прикладную составляющие;
- основы архитектуры ядра ОС;
- основные технологические особенности ядра ОС Windows;
- принципы функционирования основных компонент ядра таких как файловая система, сетевой стек, планировщика процессорного времени, виртуальная память;
- основные идеи при реализации этих компонент.

##### **уметь:**

- анализировать исходные тексты ядра ОС;
- оценивать эффективность работы технических решений уровня ядра ОС;
- сопоставлять техническую реализацию компонент ядра ОС с её математической или принципиальной моделью;
- самостоятельно разрабатывать и испытывать компоненты ядра ОС Windows.

**владеть:**

- приемами решения системных технических задач;
- средствами и технологиями разработки программ системного уровня;
- навыками запуска и отладки ядра ОС.

**Темы и разделы курса:****1. Особенности работы многопроцессорных систем**

Место ядра в современной ОС. Задачи, решаемые ядром. Необходимая аппаратная поддержка. Привилегии кода, виртуальная память, прерывания. Аппаратная поддержка оптимизаций. Особенности работы многопроцессорных систем. Интерфейс с пользовательскими приложениями.

Структура директорий с исходными текстами. Конфигурация ядра. Устройство системы сборки.

Печать отладочной информации. Виды сообщений о критических состояниях, их анализ. Способы динамической отладки.

Текущий процесс. Понятие контекста исполнения, необходимость разделения. Контекст процесса.

Локальные переменные процессора. Непрерываемый сон процесса. Блокировки типа чтение-запись. Синхронизация без аппаратных блокировок.

**2. Планировщик потоков (нитей) в Windows. Виртуальная и физическая память**

Планировщик потоков(нитей) в Windows. (Kernel Scheduler). Ожидание на объектах ядра. Диспетчер объектов. (Kernel Dispatcher). Краткий обзор защищенного режима процессоров x86 и AMD64. Диспетчер ловушек (обработка исключений, прерываний и вызовов системных сервисов). Механизм SEH. Виртуальная и физическая память. Компоненты и сервисы диспетчера памяти. Системные пулы памяти. Структура линейного адресного пространства. Страничное преобразование. Обработка ошибок страниц. Виртуальная и физическая память. Дескрипторы виртуальных адресов. Рабочие наборы. База данных PFN. MDL.

Процессы, потоки, задания. Внутреннее устройство процесса. Внутреннее устройства потока. Объекты задания. Обзор недокументированных структур.

**3. Архитектура ввода-вывода. Ключевые драйверы в режиме ядра**

Архитектура ввода-вывода. Менеджер кэша. Секции. LPC, Security. Реестр, сервисы, WMI.

Ключевые драйверы в режиме ядра. Ключевые компоненты режима пользователя. Обзор подсистем ядра. Общая архитектура. Загрузка системы. Bootloader и ntldr. Инициализация ядра и запуск smss. Crss и Win32k.sys. Winlogon и lsass.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Практические методы решения систем уравнений**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами фундаментальных знаний в области математического моделирования, изучение современных численных методов решения линейных и нелинейных систем уравнений, а также областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области численных методов математического моделирования как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов современным методам решения больших систем и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы вычислительной математики;
- новейшие численные методы эффективного решения больших систем, порождаемых задачами математической физики;
- постановку проблем моделирования физических процессов;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Аппроксимации, связанные с методом Ланцоша. Аппроксимации типа Каратеодори-Фейера. Аппроксимации симметричных тензоров типа алгоритма Сильвестра.

Метод bidiagonalization. Тензорные крыловские методы.

Методы аппроксимации из подпространства в  $C$ -норме. Теорема Адамяна-Арова-Крейна, аппроксимации операторов в  $H^\infty$ -норме.

Малоранговые тензорные аппроксимации, сводящиеся к линейно-алгебраическим операциям с квази-ганкелевыми матрицами. Алгоритмы канонического разложения тензоров.

2. Классические быстрые прямые методы.

Классические быстрые прямые методы Быстрое преобразование Фурье. Метод циклической редукции. Маршевые методы.

Параллельный быстрый прямой метод Частичные задачи. Быстрый прямой метод. Параллельная реализация.

Итерационные процессы в подпространствах Итерационные процессы в подпространствах. Методы фиктивных компонент. Метод фиктивного пространства.

3. Метод сопряженных градиентов.

Метод сопряженных градиентов Подпространства Крылова. Спектральная теория сходимости. Метод сопряженных градиентов.



Метод Ланцоша для систем с симметричными матрицами Минимизация некоторых функционалов с помощью метода Ланцоша. Оценка сходимости с помощью многочлена, наименее уклоняющегося от нуля на двух отрезках.

Обобщенный метод минимальных невязок Метод минимальных невязок для матриц общего вида, различные реализации. Оценки арифметической сложности.

Методы вложенных рассечений и минимальной степени Граф матрицы. Теоремы о заполнении в методе исключения Гаусса. Теорема о минимальном сепараторе. Алгоритмы, приближенно минимизирующие заполнение.

4. Многосеточные методы. Методы декомпозиции области.

Двухсеточный метод. Сглаживающее свойство базовых итерационных методов. Коррекция с грубой сетки. Продолжение, проектор, оператор на грубой сетке. Матрица итераций. Сходимость для модельной задачи.

Многосеточный метод. V- и W-циклы. Предсглаживание и постсглаживание. Матрица итераций. Сходимость многосеточного метода (W-цикл).

Основные приложения методов декомпозиции области. Математические основы методов декомпозиции. Условие сшивки. Теорема о продолжении и теорема о следах. Уравнение Пуанкаре-Стеклова.

Метод итераций Нейман-Дирихле. Переобуславливатель Нейман-Дирихле. Несимметричная версия. Симметричная версия.

Метод Шварца. Аддитивный метод Шварца.

5. Методы декомпозиции области. Метод Ньютона решения нелинейных систем. Варианты метода Ньютона.

Методы декомпозиции области Основные приложения методов декомпозиции области. Математические основы методов декомпозиции. Условие сшивки. Теорема о продолжении и теорема о следах. Уравнение Пуанкаре-Стеклова.

Метод итераций Нейман-Дирихле. Переобуславливатель Нейман-Дирихле. Несимметричная версия. Симметричная версия.

Метод Шварца. Аддитивный метод Шварца.

Метод Ньютона решения нелинейных систем Неточный метод Ньютона решения нелинейных систем. Теоремы о сверхлинейной и квадратичной сходимости.

Варианты метода Ньютона Метод Ньютона-Крылова и метод Бройдена.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Прикладные технологии в геофизике и биоматематике**

#### **Цель дисциплины:**

изучение современных прикладных технологий, используемых при решении задач геофизической гидродинамики и биоматематики.

#### **Задачи дисциплины:**

- Знакомство с современными методами и технологиями при решении задач математического моделирования в иммунологии, эпидемиологии, медицине, биомеханике, прогнозе погоды, прогнозе состояния океана и будущего климата Земли.
- Решение практических задач для освоения подходов с помощью современных специализированных программ, находящихся в открытом доступе.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- строение и принципы функционирования иммунной системы;
- методологию построения математических моделей иммунных процессов и инфекционных заболеваний;
- особенности калибровки математических моделей иммунных процессов по реальным данным;
- требования к построению многоуровневых мульти-физических моделей иммунных процессов;
- методы моделирования активного перемещения клеток с учетом их формы и взаимодействий;
- критерии оценки клинической эффективности лекарственных препаратов;
- подходы к построению агентных моделей;
- методы сегментации медицинских изображений;
- строение и принципы функционирования опорно-двигательного аппарата;
- технологию прогноза погоды и усвоения данных наблюдений;

- технологию оперативной океанографии;
- методологию прогнозирования будущего состояния климата Земной системы.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических, физических и биологических данных и понятий.

**владеть:**

- навыками самостоятельной работы с научной литературой по применению математического моделирования в науках о жизни и с современными источниками информации (научные статьи, интернет);
- навыками освоения большого объёма информации;
- культурой постановки и исследования задач моделирования в геофизике и биоматематике с использованием современных вычислительных технологий решения прямых и обратных задач.
- навыками практического решения прикладных задач математического моделирования в иммунологии, эпидемиологии, медицине и биомеханике

**Темы и разделы курса:**

1. Разработка вычислительных алгоритмов решения коэффициентных обратных задач. Компьютерные модели пространственной миграции клеток. Вычислительная геометрия лимфатического узла (OPEN CASCADE, Blender).

Разработка вычислительных алгоритмов решения коэффициентных обратных задач на основе алгоритмов MATLAB/Python. Обучение практическим навыкам

идентификации моделей иммунологии.

Компьютерные модели пространственной миграции клеток (агентные модели, модели Поттса) на языке C++. Обучение методам моделирования активного перемещения клеток с учетом их формы и взаимодействий.

Вычислительная геометрия лимфатического узла (OPEN CASCADE, Blender).

Знакомство со средствами 3D проектирования и визуализации моделей ЛУ на основе набора примитивов, соответствующих его структурным компонентам.

2. Оценки клинической эффективности. Агентные модели распространения инфекционных заболеваний. Создание персонализированной геометрической модели. Биомеханическое моделирование опорно-двигательного аппарата. Моделирование климата Земной системы.

Технология оценки клинической эффективности лекарственных препаратов.

Подход на основе марковских моделей динамики болезни и оценки груза болезни. Методология оценки величин индексов QALY и DALY.

Агентные модели распространения инфекционных заболеваний. Принципы построения и исследования агентных моделей эпидемических процессов. Учет вариации иммунного ответа, поведенческих и социальных паттернов.

Преимущества и проблемы агентного моделирования.

Изучение программного инструментария для сегментации трехмерных медицинских изображений; сегментирование заданных органов в предоставленных медицинских изображениях; сравнение результатов сегментирования с референтными данными

Изучение программного инструментария для построения моделей опорно-двигательного аппарата. Построение моделей отдельных суставов тела человека.

Обсуждаются основные принципы численного моделирования Земной климатической системы с целью прогноза ее будущего состояния. Рассматривается технология выделения сигнала на воздействия и шума в ансамбле уже сосчитанных экспериментов с моделью климата ИВМ РАН.

3. Методы вариационной ассимиляции данных. Численный прогноз погоды. Моделирование вод Мирового океана.

Рассматривается методология вариационной ассимиляции данных для моделей гидротермодинамики морей и океанов.

Обсуждается история становления технологии численного прогноза погоды, виды численного прогноза погоды. На примере оперативной версии модели ПЛАВ ИВМ РАН и Гидрометцентра России рассматривается современная технология прогноза погоды и основные компоненты вычислительной модели.

Рассматривается современная методология численного расчета состояния вод Мирового океана с применением компьютеров с массивно-параллельной архитектурой.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Программирование в ядре Linux**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами знаний в области архитектуры ядра ОС Linux, в частности в вопросах управления ресурсами (памятью, процессорным временем), работой сетевого стека, взаимодействия с приложениями.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование основных знаний в области построения операционных систем на примере ОС Linux;
- обучение студентов принципам создания программного обеспечения системного уровня.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историю эволюции операционных систем и историческую необходимость разделения ОС на системную (ядро) и прикладную составляющие;
- основы архитектуры ядра ОС;
- основные технологические особенности ядра ОС Linux;
- принципы функционирования основных компонент ядра таких как файловая система, сетевой стек, планировщика процессорного времени, виртуальная память;
- основные идеи при реализации этих компонент.

##### **уметь:**

- анализировать исходные тексты ядра ОС;
- оценивать эффективность работы технических решений уровня ядра ОС;
- сопоставлять техническую реализацию компонент ядра ОС с её математической или принципиальной моделью;
- самостоятельно разрабатывать и испытывать компоненты ядра ОС Linux.

**владеть:**

- приемами решения системных технических задач;
- средствами и технологиями разработки программ системного уровня;
- навыками запуска и отладки ядра ОС.

**Темы и разделы курса:****1. Особенности работы многопроцессорных систем**

1. Место ядра в современной ОС. Задачи, решаемые ядром. Необходимая аппаратная поддержка. Привилегии кода, виртуальная память, прерывания. Аппаратная поддержка оптимизаций. Особенности работы многопроцессорных систем. Интерфейс с пользовательскими приложениями. Стандарт POSIX. Основные подсистемы ядра Linux.

2. Структура директорий с исходными текстами. Конфигурация ядра. Устройство системы сборки. Организация архитектурно-зависимого кода. Сборка и процесс загрузки. Настройка защищенного режима, виртуальной памяти, инициализация основных подсистем. Абстракция «процесс».

3. Печать отладочной информации. Удалённая сборка отладочной информации. Встроенные средства отладки: отладка средств синхронизации, «отравление» освобождённой памяти, контроль контекстов исполнения. Аргументы ядра. Виды сообщений о критических состояниях, их анализ. Способы динамической отладки.

4. Текущий процесс. Понятие контекста исполнения, необходимость разделения. Контекст процесса. Атомарный контекст. Контексты аппаратного и программного прерываний. Особенности исполнения кода и использование. Переключение контекстов процессов, общая диаграмма переходов.

5. Атомарные переменные, понятие атомарной операции. Локальные переменные процессора. Спинлок и мьютекс — сравнение. Аппаратная поддержка выполнения атомарных операций. Особенности использования различных синхронизационных примитивов в различных контекстах исполнения. Непрерываемый сон процесса. Блокировки типа чтение-запись. Синхронизация без аппаратных блокировок — счетчики вхождений и технология RCU. Особенности реализации RCU, список как пример применения RCU.

**2. Структура памяти**

1. Зонирование физической памяти, отображение виртуального адресного пространства ядра на физическую память. Понятие зоны «верхней памяти», аппаратные ограничения требующие зоны прямого доступа к памяти (DMA). Контроль страниц. Стек подсистем выделения памяти — постраничное выделение, выделение непрерывной виртуальной памяти, выделение небольших объектов. Особенности реализации подсистемы выделения небольших объектов. Способы отладки. Поведение ядра при нехватке памяти.

2. Модель предоставления памяти приложениям — двухстадийное выделение. Выделение виртуальной памяти. Выделение физической памяти. Организация виртуального адресного пространства. Переключение контекстов отображения. Четыре типа памяти — анонимная и файловая, разделяемая и неразделяемая. Особенности «отбора» каждого из типов. Поведение при критической нехватке памяти. Освобождение дискового кеша. Выгрузка страниц на диск. Оптимизация работы с отображением памяти для ядерных потоков. «Обратное» отображение страниц.

3. Описатель процесса в ядре. Организация потоков. Связи между описателями процессов — дерево, группа потоков, общий список. Ядерный стек. Служебные объекты — таблица открытых файлов, описатель адресного пространства, контекст обработки сигналов, вид файловой системы. Системные вызовы `fork()`, `exit()`, `wait()`, жизненный цикл процесса. Идентификатор процесса, поиск процесса по номеру, связь с файловой системой `procfs`.

4. Виды межпроцессного взаимодействия. Особенности реализации каналов (`pipe`), `System V IPC`. Обмен сигналами — отправка сигнала, получение сигнала. Разделяемая память.

5. Особенности учёта времени в вычислительных системах. Аппаратные таймеры, требования к аппаратному интерфейсу. Модели периодических и разовых прерываний от таймеров. Выгоды при использовании последней в виртуальных машинах. Особенности учета времени при разовых прерываниях. Понятие локального и глобального прерывания таймера. Счетчик тактов `jiffies` и `jiffies64`, особенности работы с 64-битным счетчиком на 32-битных архитектурах. Сбор статистики и профилирование. Программные таймеры.

3. Математическая формулировка задачи планирования процессорного времени. Понятие файла

1. Математическая формулировка задачи планирования процессорного времени. Исторический обзор развития планировщиков в Linux — простой планировщик,  $O(1)$  планировщик, CFS планировщик. Особенности решения задачи в многопроцессорных системах. Требование интерактивности и «реального времени». Политики планирования.

2. Понятие файла. Необходимость введение абстрактного слоя работы с файловыми системами. Виды файловых систем. Базовые объекты абстрактного слоя — файл, супер-блок, директорная запись, индексный узел. Объектно-ориентированная модель построения драйверов файловых систем в Linux. Основные виртуальные методы классов. Организация работы кеша директорных записей. Разбор пути к файлу. Понятие «негативной» и «неиспользуемой» директорной записи. Жёсткие и символические ссылки. Уменьшение кеша при нехватке памяти. Кеш индексных узлов. Дерево точек монтирования. Поведение при разборе имени при прохождении через точку монтирования. Отсоединение точки монтирования и её уничтожение. Повторное монтирование файловой системы.

3. Модель OSI. Стек объектов и подсистем в сетевой архитектуре ядра Linux. Отображение стека протоколов Linux на модель OSI. Абстракция «сетевое устройство». Основные протоколы — `ethernet`, `ARP`, `IP`, `TCP`, `UDP`. Слой сокетов, связь сокетов с подсистемой виртуальных файловых систем. Абстракция «пакет». Прохождение пакета по стеку для случаев входящего и исходящего трафика. Маршрутизация. Особенности

реализации протокола TCP. Очереди пакетов, причины возникновения, необходимость контроля потоков. Подсистема сетевого фильтра.

4. Необходимость кеширования дисковых данных. Режимы работы кеша — write-through и write-back, особенности, детали реализации. Связь дискового кеша с подсистемой управления памятью. Поведение при нехватке памяти. Состояния страниц. Контроль за «грязной» памятью.

5. Концепция «открытой разработки». Сообщество ядерщиков Linux. Основные процессы, особенности общения разработчиков. Патч как средство внесения изменений. Институт «хранителей» (или «кураторов») подсистем. Конференции.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Программирование игровых движков, основы искусственного интеллекта**

#### **Цель дисциплины:**

- создать практическое понимание различных аспектов разработки игровых движков, редакторов, утилит, конвейеров работы с графическими ассетами
- ознакомить с базовыми алгоритмами и методами программирования игрового AI

#### **Задачи дисциплины:**

- обучить алгоритмам и методам программирования различных подсистем игровых движков, включая AI
- ознакомить с технологиями, языками разработки редакторов, плагинов, др. утилит
- ознакомить с существующими технологиями и библиотеками для организации GUI
- провести краткий обзор готовых доступных на рынке платформ (движков)

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные задачи и проблемы при разработке игровых движков, и методы их решения
- Базовые алгоритмы, методы и техники программирования AI

##### **уметь:**

- Разрабатывать игровые движки (на языке C++)
- Разрабатывать редакторы и другой инструментарий (C++, C#, возможно и др. языки)
- Разрабатывать несложные реализации AI (на языке C++)
- Организовывать конвейеры работы с графическими ассетами
- Принимать корректное решение о необходимости ведения собственной разработки либо использования готовых технологий в каждой из вышеописанных задач

- Выбирать конкретный подходящий набор технологий для решения данных задач
- Выбирать подходящую готовую платформу для разработки (движок, редакторы, итп), основываясь на всестороннем анализе её преимуществ и слабых мест

#### **владеть:**

- Основными алгоритмами, методами и технологиями разработки движков, редакторов, утилит, плагинов, и др.
- Пакетами по работе с графическими ассетами (на начальном уровне)

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Принципиальное устройство игрового движка

Необходимые движковые подсистемы. Работа с памятью; особенности игр; zero allocs как (недостижимая) сверхцель. Работа с IO устройствами (клавиатура, мышь, контроллеры). Работа с файлами, включая элементы конвейера: в режиме разработки, в клиентском (пользовательском) режиме. Техника VFS (virtual file system). Планировка задач в многопоточной среде, классы критичности задач, бюджет времени на кадр. Другие подсистемы.

##### 2. Игровые сущности и необходимые редакторы

Разнообразие игровых сущностей, методы их организации, влияние метода на реализацию движка. Сериализация и десериализация объектов. Организация игрового мира (сцены), её связь с графической частью движка. Методы её реализации, в зависимости от типа игры. Редакторы различных видов игровых сущностей, элементов интерфейса, прочие специализированные виды отдельных (или части интегрированного) редактора. Методы проектирования и организации редакторов. Языки программирования и библиотеки, облегчающие их разработку.

##### 3. Конвейер графических и игровых ассетов

Краткий обзор графических пакетов, используемых художниками (например: Photoshop, Zbrush, Maya, Blender, Cinema4D и т.п.). Организация постоянной доставки графических данных в режиме разработки. Разработка плагинов экспорта и-или разработка импорта данных из стандартных interchange форматов. Игровые ассеты (префабы, карты), их редактирование и импорт. Hot reload и как его реализовать. Подкачка (типично графики) и как ее. Упаковка экспортированных ассетов и сборка билдов. Генерация и дистрибуция патчей.

##### 4. Основы программирования AI

Обзор разных видов AI для разных видов игр. Базовые де-факто универсальные алгоритмы (пример: поиск пути и навигация, A\* и др.) и техники (пример: fog of war деактивация). Применение скриптов.

##### 5. Интеграция скриптовых языков

Типично используемые скриптовые языки. Ключевые аспекты их использования. Пример интеграции скрипта. Пример его использования для разработки примитивного AI.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Программирование многопользовательских игр**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомить с актуальными практическими вопросами программирования сетевой и многопользовательской частей игр
- выработать умения использования сетевых библиотек и API, написания корректного программного кода в обладающей своей спецификой (задержки, атаки, и пр.) среде

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомить студентов с деталями использования стандартных сетевых протоколов (TCP, UDP) в реальных условиях и учетом специфики игр; типовыми проблемами и задачами; методами их решения
- научить пользоваться как OS API, так и более высокоуровневыми библиотеками
- ознакомить с моделями общего состояния, алгоритмами и методами синхронизации, предсказания (интерполяции и пр.), сжатия общего состояния в различных классах сетевых многопользовательских игр
- ознакомить с различными видами клиентских атак, методами их отражения

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- прикладные аспекты протоколов TCP и UDP; устройства сетевого стека на уровне OS; характеристики сетевых устройств и соединений
- модели и методы синхронизации и предсказания состояния в многопользовательских играх; методы обработки неизбежной неконсистентности
- применимые для синхронизации алгоритмы и методы интерполяции, сжатия
- возможные виды клиентских атак и методы борьбы

##### **уметь:**

- вести разработку сетевых игровых приложений как при помощи OS API, так и при помощи более высокоуровневых библиотек
- выбирать и применять изученные модели и методы синхронизации, интерполяции, сжатия, борьбы с атаками, и т.д.

**владеть:**

- POSIX, Windows sockets API
- libuv, asio, и т.д

**Темы и разделы курса:**

1. Программирование ненадежной сети

Неизбежная ограниченность и ненадежность сети (bandwidth, latency, RTT, packet loss и т.п.). Детали реализации TCP/UDP стека. Методы программирования низкого уровня сети в играх (клиент и сервер); выбор базового протокола (TCP или UDP). Доступные OS API, библиотеки, выбор между ними.

2. Модели сетевой синхронизации игр

Принципиальные модели синхронизации общего (разделяемого) состояния игрового мира. Модели игрового времени. Техники его синхронизации и коррекции.

3. Техники сетевой синхронизации игр

Техники передачи начального состояния мира. Различные техники предсказания и интерполяции “недостающего” клиентского состояния. Техники восстановления клиентского состояния после сбоев связи. Техники сжатия передаваемого игрового состояния. Краткий обзор применимых алгоритмов и библиотек сжатия.

4. Виды клиентских атак и методы их отражения

Различные виды атак: cheats разных видов; DoS/DDoS; клиентские боты (нарушающие игровой баланс); мульти-аккаунты; и т.д. Принцип недоверия к клиентской информации на сервере. Методы обнаружения и отражения атак. Основы верификации и обфускации.

5. Matchmaking

Проблема выбора набора игроков для игровой сессии, методы её решения.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Программная инженерия**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение инженерных методов, процессов ЖЦ, техник проектирования и измерения процессов и продуктов. Разработчик получит знания по: применению технологии - методов и средств для управления разработкой; анализу и моделированию программных продуктов; оценке и контролю за качеством; проблемам эволюции ПО и повторному использованию программных продуктов; инструментальным средствам поддержки разработки программных систем, использованию программных продуктов и инструментальных средств поддержки разработки ПС в AppFab, в средах (IBM, VS.Net) и на ProductLineEngineeringи на фабриках программ (Greenfield, Lenz, Avdoshin, Chernetski и др.).

#### **Задачи дисциплины:**

- Индустрия производства программных продуктов;
- технология программирования - методам, средствам и инструментам разработки программных компонентов, программных систем (ПС) и систем семейства (СПС);
- базовые основы современных предметно и процедурно ориентированных языков программирования (DSL, UML, Java, C#);
- методы программирования (модульного, компонентного, сервисного, агентного и др.);
- верификация, тестирование и доказательство правильности разноязыковых программ, которые создаются в этих языках,
- управление коллективной разработкой, умениями выбирать процессы ЖЦ и необходимые инструментальные средства и методы, которые лучше всего подходят для данной среды разработки ПС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Современные методы и средства технологии программирования,
- управления разработкой программных проектов,

- реинженерии и рефакторингу создаваемых программных проектов,
- новые условия, требования и возможности современных инструментальных средств, реализованных на фабриках программ на основе операционных сред типа VS.Net, IBM, Corbaи др.

**уметь:**

- Применять методы и средства управления разработкой проектов;
- анализа и моделирования программных продуктов;
- методов оценки и контроля качества;
- использовать современные инструментальные средства поддержки разработки программных систем и семейств систем.

**владеть:**

- Методами и средствами управления разработкой проектов,
- методами оценки контроля качества,
- современными инструментами поддержки разработки программных систем и семейств систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Дисциплины программной инженерии и области ядра знаний - SWEBOK.

Определение дисциплин программной инженерии

Программная инженерия как научная дисциплина

Программная инженерия как инженерная дисциплина

Программная инженерия как производственная дисциплина

Дисциплина управления

Экономическая дисциплина

Характеристика областей знаний инженерии ПО

2. Стандарт и модели жизненного цикла.

Характеристика ЖЦ стандарта ISO/IEC12207

Формирование прикладных моделей ЖЦ Типы моделей ЖЦ - каскадная, инкрементная, спиральная и эволюционная модели

3. Требования к программным системам.

Анализ и сбор требований

Инженерия требований

Фиксация требований

Трассировка требований

Объектно-ориентированная инженерия требований

4. Методы объектного анализа и моделирования

Обзор объектно-ориентированные методы анализа и построения моделей

Метод построения и проектирования архитектуры ПС

Проектирование разных видов архитектур программных систем

5. Прикладные и теоретические методы программирования

Прикладное программирование: структурное, ООП, UML , компонентное, аспектное, генерирующее, сервисное, агентное.

Теоретическое программирование: алгебраическое, инсерционное, экспликативное, алгоритмика.

6. Методы доказательства, верификации и тестирования программ

Языки доказательства программ: VDM, RAISE, Spec# и др.

Верификация и валидация программ, перспективы верификации. Тестирование программных систем.

7. Интерфейсы, взаимодействие, эволюция (реинженерия, рефакторинг, реверсная инженерия) программ и данных.

Роль интерфейса в программировании: интерфейс языков программирование, интерфейс компонентов.

Взаимодействие разноязычных программ, Стандарт ISO/IEC 11404-96

Методы эволюции:

Реинженерия ПС, рефакторинг компонентов, реверсивная инженерия ПС

8. Модели качества и надежности программных систем

Стандарты качества ПС, показатели, метрики качества, оценка показателей качества, управление качеством ПС.

Оценки надежности ПС.

Марковские и пуассоновские модели надежности.

Процессы оценки надежности.

Сертификация программного продукта

9. Методы управления программным проектом

Менеджмент проекта: процесс менеджмента, инфраструктура программного проекта

Методы управления и планирования.



Оценивание стоимости проекта.

Управления рисками и конфигурацией

10. Проблематика сборочного программирования программных систем

Метод сборки.

Межмодульный и языковой интерфейс.

Объекты сборки.

Теория трансформации типов данных.

Алгебраические системы преобразования типов разноразличных программ.

11. Основы построения технологических линий и средств автоматизации программных систем и семейств

Сборочный конвейер академика Глушкова – основа индустрии ПС и семейств.

Отечественная технология подготовки разработки ТЛ. Опыт создания ТЛ СОД

12. Компоненты повторного использования. Reusability.

Общая трактовка компонентов повторного использования.

Теория КПИ. Алгебра компонентов.

Международные хранилища КПИ.

Экономика в Reusability

13. Фабрики программ, Product line SEI.

Задачи фабрик программ.

Базис фабрик – набор ТЛ и сборочный конвейер.

Технология SEI Product Line.

14. Индустрия программного обеспечения

Основы индустрии ПС

Технология и методы производства программ и систем на фабриках.

AppFab в современных ОС средах Big Data,

15. Облачные вычисления

Новые подходы к обработке данных.

Виртуализация, коммуникация и форматизация данных в сетевых средах..

Модели вычислений задач в облаках.

16. Электронное обучение программной инженерии

Новое вид обучения с помощью Интернет сайтов: [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru),  
<http://programsfactory.univ.kiev.ua> [Http:// estudy.edu-ua.net](http://estudy.edu-ua.net)

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Программная инженерия**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение инженерных методов, процессов ЖЦ, техник проектирования и измерения процессов и продуктов. Разработчик получит знания по: применению технологии - методов и средств для управления разработкой; анализу и моделированию программных продуктов; оценке и контролю за качеством; проблемам эволюции ПО и повторному использованию программных продуктов; инструментальным средствам поддержки разработки программных систем, использованию программных продуктов и инструментальных средств поддержки разработки ПС в AppFab, в средах (IBM, VS.Net) и на ProductLineEngineeringи на фабриках программ (Greenfield, Lenz, Avdoshin, Chernetski и др.).

#### **Задачи дисциплины:**

- Индустрия производства программных продуктов;
- технология программирования - методам, средствам и инструментам разработки программных компонентов, программных систем (ПС) и систем семейства (СПС);
- базовые основы современных предметно и процедурно ориентированных языков программирования (DSL, UML, Java, C#);
- методы программирования (модульного, компонентного, сервисного, агентного и др.);
- верификация, тестирование и доказательство правильности разноязыковых программ, которые создаются в этих языках,
- управление коллективной разработкой, умениями выбирать процессы ЖЦ и необходимые инструментальные средства и методы, которые лучше всего подходят для данной среды разработки ПС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Современные методы и средства технологии программирования,
- управления разработкой программных проектов,

- реинженерии и рефакторингу создаваемых программных проектов,
- новые условия, требования и возможности современных инструментальных средств, реализованных на фабриках программ на основе операционных сред типа VS.Net, IBM, Cobol и др.

**уметь:**

- Применять методы и средства управления разработкой проектов;
- анализа и моделирования программных продуктов;
- методов оценки и контроля качества;
- использовать современные инструментальные средства поддержки разработки программных систем и семейств систем.

**владеть:**

- Методами и средствами управления разработкой проектов,
- методами оценки контроля качества,
- современными инструментами поддержки разработки программных систем и семейств систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Дисциплины программной инженерии и области ядра знаний - SWEBOK.

Определение дисциплин программной инженерии

Программная инженерия как научная дисциплина

Программная инженерия как инженерная дисциплина

Программная инженерия как производственная дисциплина

Дисциплина управления

Экономическая дисциплина

Характеристика областей знаний инженерии ПО

2. Стандарт и модели жизненного цикла.

Характеристика ЖЦ стандарта ISO/IEC12207

Формирование прикладных моделей ЖЦ Типы моделей ЖЦ - каскадная, инкрементная, спиральная и эволюционная модели

3. Требования к программным системам.

Анализ и сбор требований

Инженерия требований

Фиксация требований

Трассировка требований

Объектно-ориентированная инженерия требований

4. Методы объектного анализа и моделирования

Обзор объектно-ориентированные методы анализа и построения моделей

Метод построения и проектирования архитектуры ПС

Проектирование разных видов архитектур программных систем

5. Прикладные и теоретические методы программирования

Прикладное программирование: структурное, ООП, UML , компонентное, аспектное, генерирующее, сервисное, агентное.

Теоретическое программирование: алгебраическое, инсерционное, экспликативное, алгоритмика.

6. Методы доказательства, верификации и тестирования программ

Языки доказательства программ: VDM, RAISE, Spec# и др.

Верификация и валидация программ, перспективы верификации. Тестирование программных систем.

7. Интерфейсы, взаимодействие, эволюция (реинженерия, рефакторинг, реверсная инженерия) программ и данных.

Роль интерфейса в программировании: интерфейс языков программирование, интерфейс компонентов.

Взаимодействие разноязычных программ, Стандарт ISO/IEC 11404-96

Методы эволюции:

Реинженерия ПС, рефакторинг компонентов, реверсивная инженерия ПС

8. Модели качества и надежности программных систем

Стандарты качества ПС, показатели, метрики качества, оценка показателей качества, управление качеством ПС.

Оценки надежности ПС.

Марковские и пуассоновские модели надежности.

Процессы оценки надежности.

Сертификация программного продукта

9. Методы управления программным проектом

Менеджмент проекта: процесс менеджмента, инфраструктура программного проекта

Методы управления и планирования.

Оценивание стоимости проекта.

Управления рисками и конфигурацией

10. Проблематика сборочного программирования программных систем

Метод сборки.

Межмодульный и языковой интерфейс.

Объекты сборки.

Теория трансформации типов данных.

Алгебраические системы преобразования типов разноразличных программ.

11. Основы построения технологических линий и средств автоматизации программных систем и семейств

Сборочный конвейер академика Глушкова – основа индустрии ПС и семейств.

Отечественная технология подготовки разработки ТЛ. Опыт создания ТЛ СОД

12. Компоненты повторного использования. Reusability.

Общая трактовка компонентов повторного использования.

Теория КПИ. Алгебра компонентов.

Международные хранилища КПИ.

Экономика в Reusability

13. Фабрики программ, Product line SEI.

Задачи фабрик программ.

Базис фабрик – набор ТЛ и сборочный конвейер.

Технология SEI Product Line.

14. Индустрия программного обеспечения

Основы индустрии ПС

Технология и методы производства программ и систем на фабриках.

AppFab в современных ОС средах Big Data,

15. Облачные вычисления

Новые подходы к обработке данных.

Виртуализация, коммуникация и форматизация данных в сетевых средах..

Модели вычислений задач в облаках.

16. Электронное обучение программной инженерии

Новое вид обучения с помощью Интернет сайтов: [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru),  
<http://programsfactory.univ.kiev.ua> [Http:// estudy.edu-ua.net](http://estudy.edu-ua.net)

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Программная инженерия**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение инженерных методов, процессов ЖЦ, техник проектирования и измерения процессов и продуктов. Разработчик получит знания по: применению технологии - методов и средств для управления разработкой; анализу и моделированию программных продуктов; оценке и контролю за качеством; проблемам эволюции ПО и повторному использованию программных продуктов; инструментальным средствам поддержки разработки программных систем, использованию программных продуктов и инструментальных средств поддержки разработки ПС в AppFab, в средах (IBM, VS.Net) и на ProductLineEngineeringи на фабриках программ (Greenfield, Lenz, Avdoshin, Chernetski и др.).

#### **Задачи дисциплины:**

- Индустрия производства программных продуктов;
- технология программирования - методам, средствам и инструментам разработки программных компонентов, программных систем (ПС) и систем семейства (СПС);
- базовые основы современных предметно и процедурно ориентированных языков программирования (DSL, UML, Java, C#);
- методы программирования (модульного, компонентного, сервисного, агентного и др.);
- верификация, тестирование и доказательство правильности разноязыковых программ, которые создаются в этих языках,
- управление коллективной разработкой, умениями выбирать процессы ЖЦ и необходимые инструментальные средства и методы, которые лучше всего подходят для данной среды разработки ПС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Современные методы и средства технологии программирования,
- управления разработкой программных проектов,

- реинженерии и рефакторингу создаваемых программных проектов,
- новые условия, требования и возможности современных инструментальных средств, реализованных на фабриках программ на основе операционных сред типа VS.Net, IBM, Corbaи др.

**уметь:**

- Применять методы и средства управления разработкой проектов;
- анализа и моделирования программных продуктов;
- методов оценки и контроля качества;
- использовать современные инструментальные средства поддержки разработки программных систем и семейств систем.

**владеть:**

- Методами и средствами управления разработкой проектов,
- методами оценки контроля качества,
- современными инструментами поддержки разработки программных систем и семейств систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Дисциплины программной инженерии и области ядра знаний - SWEBOK.

Определение дисциплин программной инженерии

Программная инженерия как научная дисциплина

Программная инженерия как инженерная дисциплина

Программная инженерия как производственная дисциплина

Дисциплина управления

Экономическая дисциплина

Характеристика областей знаний инженерии ПО

2. Стандарт и модели жизненного цикла.

Характеристика ЖЦ стандарта ISO/IEC12207

Формирование прикладных моделей ЖЦ Типы моделей ЖЦ - каскадная, инкрементная, спиральная и эволюционная модели

3. Требования к программным системам.

Анализ и сбор требований

Инженерия требований

Фиксация требований

Трассировка требований

Объектно-ориентированная инженерия требований

4. Методы объектного анализа и моделирования

Обзор объектно-ориентированные методы анализа и построения моделей

Метод построения и проектирования архитектуры ПС

Проектирование разных видов архитектур программных систем

5. Прикладные и теоретические методы программирования

Прикладное программирование: структурное, ООП, UML , компонентное, аспектное, генерирующее, сервисное, агентное.

Теоретическое программирование: алгебраическое, инсерционное, экспликативное, алгоритмика.

6. Методы доказательства, верификации и тестирования программ

Языки доказательства программ: VDM, RAISE, Spec# и др.

Верификация и валидация программ, перспективы верификации. Тестирование программных систем.

7. Интерфейсы, взаимодействие, эволюция (реинженерия, рефакторинг, реверсная инженерия) программ и данных.

Роль интерфейса в программировании: интерфейс языков программирование, интерфейс компонентов.

Взаимодействие разноязычных программ, Стандарт ISO/IEC 11404-96

Методы эволюции:

Реинженерия ПС, рефакторинг компонентов, реверсивная инженерия ПС

8. Модели качества и надежности программных систем

Стандарты качества ПС, показатели, метрики качества, оценка показателей качества, управление качеством ПС.

Оценки надежности ПС.

Марковские и пуассоновские модели надежности.

Процессы оценки надежности.

Сертификация программного продукта

9. Методы управления программным проектом

Менеджмент проекта: процесс менеджмента, инфраструктура программного проекта

Методы управления и планирования.



Оценивание стоимости проекта.

Управления рисками и конфигурацией

10. Проблематика сборочного программирования программных систем

Метод сборки.

Межмодульный и языковой интерфейс.

Объекты сборки.

Теория трансформации типов данных.

Алгебраические системы преобразования типов разноразличных программ.

11. Основы построения технологических линий и средств автоматизации программных систем и семейств

Сборочный конвейер академика Глушкова – основа индустрии ПС и семейств.

Отечественная технология подготовки разработки ТЛ. Опыт создания ТЛ СОД

12. Компоненты повторного использования. Reusability.

Общая трактовка компонентов повторного использования.

Теория КПИ. Алгебра компонентов.

Международные хранилища КПИ.

Экономика в Reusability

13. Фабрики программ, Product line SEI.

Задачи фабрик программ.

Базис фабрик – набор ТЛ и сборочный конвейер.

Технология SEI Product Line.

14. Индустрия программного обеспечения

Основы индустрии ПС

Технология и методы производства программ и систем на фабриках.

AppFab в современных ОС средах Big Data,

15. Облачные вычисления

Новые подходы к обработке данных.

Виртуализация, коммуникация и форматизация данных в сетевых средах..

Модели вычислений задач в облаках.

16. Электронное обучение программной инженерии

Новое вид обучения с помощью Интернет сайтов: [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru),  
<http://programsfactory.univ.kiev.ua> [Http:// estudy.edu-ua.net](http://estudy.edu-ua.net)

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Программная инженерия**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение инженерных методов, процессов ЖЦ, техник проектирования и измерения процессов и продуктов. Разработчик получит знания по: применению технологии - методов и средств для управления разработкой; анализу и моделированию программных продуктов; оценке и контролю за качеством; проблемам эволюции ПО и повторному использованию программных продуктов; инструментальным средствам поддержки разработки программных систем, использованию программных продуктов и инструментальных средств поддержки разработки ПС в AppFab, в средах (IBM, VS.Net) и на ProductLineEngineeringи на фабриках программ (Greenfield, Lenz, Avdoshin, Chernetski и др.).

#### **Задачи дисциплины:**

- Индустрия производства программных продуктов;
- технология программирования - методам, средствам и инструментам разработки программных компонентов, программных систем (ПС) и систем семейства (СПС);
- базовые основы современных предметно и процедурно ориентированных языков программирования (DSL, UML, Java, C#);
- методы программирования (модульного, компонентного, сервисного, агентного и др.);
- верификация, тестирование и доказательство правильности разноязыковых программ, которые создаются в этих языках,
- управление коллективной разработкой, умениями выбирать процессы ЖЦ и необходимые инструментальные средства и методы, которые лучше всего подходят для данной среды разработки ПС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Современные методы и средства технологии программирования,
- управления разработкой программных проектов,

- реинженерии и рефакторингу создаваемых программных проектов,
- новые условия, требования и возможности современных инструментальных средств, реализованных на фабриках программ на основе операционных сред типа VS.Net, IBM, Corbaи др.

**уметь:**

- Применять методы и средства управления разработкой проектов;
- анализа и моделирования программных продуктов;
- методов оценки и контроля качества;
- использовать современные инструментальные средства поддержки разработки программных систем и семейств систем.

**владеть:**

- Методами и средствами управления разработкой проектов,
- методами оценки контроля качества,
- современными инструментами поддержки разработки программных систем и семейств систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Дисциплины программной инженерии и области ядра знаний - SWEBOK.

Определение дисциплин программной инженерии

Программная инженерия как научная дисциплина

Программная инженерия как инженерная дисциплина

Программная инженерия как производственная дисциплина

Дисциплина управления

Экономическая дисциплина

Характеристика областей знаний инженерии ПО

2. Стандарт и модели жизненного цикла.

Характеристика ЖЦ стандарта ISO/IEC12207

Формирование прикладных моделей ЖЦ Типы моделей ЖЦ - каскадная, инкрементная, спиральная и эволюционная модели

3. Требования к программным системам.

Анализ и сбор требований

Инженерия требований

Фиксация требований

Трассировка требований

Объектно-ориентированная инженерия требований

4. Методы объектного анализа и моделирования

Обзор объектно-ориентированные методы анализа и построения моделей

Метод построения и проектирования архитектуры ПС

Проектирование разных видов архитектур программных систем

5. Прикладные и теоретические методы программирования

Прикладное программирование: структурное, ООП, UML , компонентное, аспектное, генерирующее, сервисное, агентное.

Теоретическое программирование: алгебраическое, инсерционное, экспликативное, алгоритмика.

6. Методы доказательства, верификации и тестирования программ

Языки доказательства программ: VDM, RAISE, Spec# и др.

Верификация и валидация программ, перспективы верификации. Тестирование программных систем.

7. Интерфейсы, взаимодействие, эволюция (реинженерия, рефакторинг, реверсная инженерия) программ и данных.

Роль интерфейса в программировании: интерфейс языков программирование, интерфейс компонентов.

Взаимодействие разноязычных программ, Стандарт ISO/IEC 11404-96

Методы эволюции:

Реинженерия ПС, рефакторинг компонентов, реверсивная инженерия ПС

8. Модели качества и надежности программных систем

Стандарты качества ПС, показатели, метрики качества, оценка показателей качества, управление качеством ПС.

Оценки надежности ПС.

Марковские и пуассоновские модели надежности.

Процессы оценки надежности.

Сертификация программного продукта

9. Методы управления программным проектом

Менеджмент проекта: процесс менеджмента, инфраструктура программного проекта

Методы управления и планирования.

Оценивание стоимости проекта.

Управления рисками и конфигурацией

10. Проблематика сборочного программирования программных систем

Метод сборки.

Межмодульный и языковой интерфейс.

Объекты сборки.

Теория трансформации типов данных.

Алгебраические системы преобразования типов разноразличных программ.

11. Основы построения технологических линий и средств автоматизации программных систем и семейств

Сборочный конвейер академика Глушкова – основа индустрии ПС и семейств.

Отечественная технология подготовки разработки ТЛ. Опыт создания ТЛ СОД

12. Компоненты повторного использования. Reusability.

Общая трактовка компонентов повторного использования.

Теория КПИ. Алгебра компонентов.

Международные хранилища КПИ.

Экономика в Reusability

13. Фабрики программ, Product line SEI.

Задачи фабрик программ.

Базис фабрик – набор ТЛ и сборочный конвейер.

Технология SEI Product Line.

14. Индустрия программного обеспечения

Основы индустрии ПС

Технология и методы производства программ и систем на фабриках.

AppFab в современных ОС средах Big Data,

15. Облачные вычисления

Новые подходы к обработке данных.

Виртуализация, коммуникация и форматизация данных в сетевых средах..

Модели вычислений задач в облаках.

16. Электронное обучение программной инженерии

Новое вид обучения с помощью Интернет сайтов: [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru),  
<http://programsfactory.univ.kiev.ua> [Http:// estudy.edu-ua.net](http://estudy.edu-ua.net)

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Продвинутое программирование игр**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомить студентов с техниками низкоуровневой оптимизации

#### **Задачи дисциплины:**

- продемонстрировать пределы применимости, возможный эффект от низкоуровневых оптимизаций “последней мили”
- достаточно детально ознакомить с необходимыми частями архитектуры процессоров, OS, стандартных библиотек, сред исполнения различных используемых языков
- дать обзор различных универсальных библиотек, методов, техник, используемых при разработке игр, и не освещённых в других курсах

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- элементы архитектуры процессоров, OS, стандартных библиотек, сред исполнения
- типичные характеристики производительности различных стандартных операций
- методы и техники низкоуровневых оптимизаций

##### **уметь:**

- оценивать потенциальный эффект для производительности и трудозатраты применения различных видов низкоуровневых оптимизаций
- ставить корректные эксперименты по оценке производительности
- применять готовые реализации для решения тех или иных спецзадач (примеры: разбор JSON, загрузка и декомпрессия JPEG), ориентироваться в их производительности, уметь оценить производительность для конкретных наборов данных
- писать код с использованием intrinsic функций в языке C/C++

**владеть:**

- средствами профайлинга, дизассемблирования, других видов инструментирования ПО

**Темы и разделы курса:**

## 1. Низкоуровневые архитектуры

Влияющие на скорость элементы архитектуры CPU, OS, glibc (например: L1/L2 cache, muops, reordering, branch prediction, детали реализаций менеджмента virtual memory, и т.д.) Детальный разбор важных форматов примитивных типов данных (примеры: float, half16) и часто встречающихся ходовых кодировок данных (примеры: UTF-8, zigzag).

## 2. Техники низкоуровневой оптимизации

Методы и примеры решения различных спецзадач при помощи доступных исключительно через intrinsic функции инструкций процессора (примеры: аппаратный подсчет crc32; подсчет взведенных бит в маске; поиск бит в маске; декодирование JSON при помощи SIMD; упрощенные математические функции типа RSQRT; и т.д.). Инструменты для анализа низкоуровневого кода (примеры: стандартные для платформы профайлеры; внутренние счетчики процессора и VTune; нано-тайминг при помощи RDTSC; и т.д.)

## 3. Обзор и анализ спец-ПО

Обзор различных специальных задач. Обзор де-факто стандартных библиотек и утилит, используемых для решения (примеры: eastl, lz4/zstd, simdjson, libjpeg-turbo, bsdiff, gperf/cmph, jemalloc, microprofile, и т.д.). Краткий анализ их преимуществ и недостатков, областей применимости.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Проектирование интерактивных систем

#### Цель дисциплины:

Освоение студентами знаний в области основных принципов, методологии и средств проектирования человеко-машинного интерфейса автоматизированных информационных систем.

#### Задачи дисциплины:

- 1) Освоение студентами знаний в области законов, принципов и средств проектирования человеко-машинного интерфейса информационных систем.
- 2) Изучение и анализ основных фундаментальных концепций создания коммуникационных диалогов, методов проектирования с точки зрения процесса коммуникаций в рамках человеко-машинных процедур взаимодействия.
- 3) Освоение критериев и методой оценки качества проектирования коммуникационных человеко-машинных процедур и функций.
- 4) Знакомство со всеми базовыми коммуникативными моделями и проблемами их реализации в рамках коммуникационных человеко-машинных процедур.
- 5) Изучение основных средств реализации коммуникационных человеко-машинных процедур и их свойств.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- Что такое «открытая система»?
- Фундаментальные концепции, проблемы и краткую историю возникновения и эволюции технологий открытых систем.
- Базовые понятия и потребности использования технологий от-крытых систем. Основные базовые определения и подходы.
- Существующие модели открытых систем. Референсная модель BOC (OSI/ISO). Модель MIC. Модель OSE/RM. Модель MUSIC. Другие модели: RM-ODP, RM SOA.



- Содержание компонент модели MUSIC: Администрирование (Management). Пользовательский интерфейс (User Interface). Об-служивание в системе (Service interfaces for programs). Обслу-живание доступа к информации и форматы данных (Information and Data Formats). Коммуникационные интерфейсы (Communications Interfaces).
- Понятие профилей функциональных стандартов.
- Роль профилей в жизненном цикле разработки систем.
- Уровни функциональных профилей и стандартов.
- Развитие профилей в стандартизирующих организациях
- Назначение и структуру профиля переносимости прикладных программ (APP).
- Базовые понятия методик оценки рисков информационной без-опасности.
- Основные требования информационной безопасности.
- Основные криптографические системы, алгоритмы и методы шифрования информации.
- Основы функциональной среды открытых систем.
- Эталонную модель функциональной среды открытых систем (OSE). Функциональные области профиля переносимости при-кладных программ (APP).
- Правительственный профиль взаимосвязи открытых систем - GOSIP. Принципы построения GOSIP. Порядок развития GOSIP
- Технологический цикл построения открытых систем.
- Стадии внедрения среды открытых систем.
- Проверка на соответствие требованиям открытых систем.
- Уровни соответствия приложений.
- Принципы построения систем информационной безопасности на технологии открытых систем.
- Стандарты и критерии оценки защищенности.
- Безопасность сервисов операционных систем POSIX.
- Основные источники знаний проектирования человеко-машинных коммуникаций.
- Основные критерии и методы оценки качества проектирования человеко-машинных интерфейсов.
- Структуру процессов проектирования человеко-машинных интерфейсных элементов, процедур и функций.
- Основные проблемы, средства и методы эффективности инструментов индексирования и поиска.
- Основы визуализации и инструменты манипулирования.
- Использование и типология символов. Характеристики и назначение цвета.

- Основные закономерности и характеристики пропорций.
- Профессиональное создание текста.
- Ментальная модель пользователя и особенности человеческого восприятия.
- Групповое коммуникационное взаимодействие и модели процессов принятия решений.
- Средства и инструменты подсказки и помощи пользователям.

**уметь:**

- Подготовить концепцию человек-машинной коммуникации корпоративной регистрационной системы.
- Подготовить концепцию человек-машинной коммуникации аналитической корпоративной системы.
- Подготовить концепцию человеко-машинной коммуникации корпоративного портала.
- Подготовить концепцию средств человеко-машинной коммуникации публичного портала.
- Подготовить концепцию человеко-машинной коммуникации многопользовательской интернет-игры.

**владеть:**

- Методикой проектирования интерактивной системы человеко-машинной коммуникации.
- Методикой оценки адекватности интерактивной системы человеко-машинной коммуникации конкретным задачам системы.
- Основами предметных знаний, необходимых для управления проектированием интерактивной системы человеко-машинной коммуникации.

**Темы и разделы курса:**

1. Фундаментальные концепции, проблемы и наблюдения.

Информационные области пользователя. Эволюция и свойства пользователя. Методы проектирования. Модели процесса разработки. Процессы, виртуальность и общесистемный взгляд. Фундаментальные проблемы. Психологические эффекты компьютерного диалога. Реакции пользователя на несоответствующую реакцию интерфейса. Источники знаний: Общесоциальные методы; Промышленная инженерия; Психология; Управленческие дисциплины; Социология; Антропология, археология и философия; компьютерные науки и информационные системы.

2. Критерии и методы оценки качества проектирования интерфейса.

Критерии и методы оценки качества проектирования интерфейса. Проблемы оценки качества проектирования. Базовые категории оценки: Общие критерии; Легкость в освоении, «интуитивность»; Управляемость; Эффективность; Психологические и социологические критерии; Административные критерии; Примеры конфликтов; Наиболее частые ошибки проектирования. Интерактивные методы.

3. Процесс проектирования интерфейса. Суть и компоненты проектирования. Цели пользователей систем.

Процесс проектирования интерфейса. Суть и компоненты проектирования. Цели пользователей систем. Задачи пользователей. Средства. Базовые и подробные функции. Модификации и взаимосвязи. Списки. Формат объекта.

4. Процесс анализа проблем. Цели и предположения. Условия и стимулы процесса. Этапы процесса анализа.

Процесс анализа проблем. Цели и предположения. Условия и стимулы процесса. Этапы процесса анализа. Инструкции и вербализация процесса. Цели при создании интерактивных систем. Преимущества использования техники процесса анализа. Требования к процессу анализа. Основные вопросы процесса анализа.

5. Индексирование и поиск.

Индексирование и поиск. Примеры проблем поиска: Соответствие запросу; Двусмысленность Типы индексов: Иерархические; Сетевые; Индекс цитирования – свойства и использование. Ключевые слова. Синтаксические и естественные языки. KWIC индекс. Критерии эффективности индексирования. Идеальное использование типов индексов. Использование закона Ципфа. Примеры. Формирование запроса. Методы поиска: сканирование, просмотр, «браузинг», целевой поиск, исследование, Субъективность «ручного» индексирования. Процедуры поиска.

6. Визуализация. Трудные задачи.

Визуализация. История и эволюция интерфейса. Трудные задачи. Язык визуализации. Планирование расположения. Измерение 2 и 1/2. Причины существования формализмов визуализации.

7. Прямое манипулирование. Структурная модель коммуникации.

Управление временными характеристиками проекта разработки программного обеспечения, внедрения ИТ компонент.

8. Управление коммуникациями в проектах разработки и внедрения ИТ.

Управление командой, персоналом и людскими ресурсами ИТ проектов.

Управление закупками, поставками и подрядчиками при разработке и внедрении ИТ.

9. Управление проектными рисками в ИТ проектах.

Управление стоимостью проекта разработки и внедрения ПО.

Управление качеством проекта разработки и внедрения ПО.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Проекционно-сеточные методы решения уравнений математической физики

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков построения проекционно-сеточных алгоритмов численного решения уравнений математической физики (ПСАРУМФ).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области построения ПСАРУМФ и исследования свойств этих алгоритмов;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ПСАРУМФ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области вычислительной математики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ПСАРУМФ;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ПСАРУМФ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ПСАРУМФ в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ПСАРУМФ ( 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 ПСАРУМФ;
- предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая схема приближенных методов

Близкие уравнения, сходимость, мера аппроксимации. Теорема о сходимости каркасов приближенных решений. Теорема о сходимости приближенных решений. Устойчивость Теорема об устойчивости процесса отыскания каркасов приближенных решений. Теорема об устойчивости процесса построения приближенных решений.

2. Проекционные методы

Общая схема проекционных методов в линейных нормированных пространствах. Метод моментов. Метод Галеркина.

Вариационные алгоритмы. Проекционные алгоритмы. Общая схема проекционных алгоритмов в гильбертовом пространстве.

Метод Ритца (классический). Теорема о сходимости классического метода Ритца. Метод Ритца в энергетических пространствах. Теорема о сходимости метода Ритца в энергетических пространствах. Естественные и главные краевые условия. Признаки различия естественных и главных краевых условий.

Метод Бубнова--Галеркина. L-полная система координатных функций. Проектор, ортопроектор. Оператор ортогонального проектирования в конечномерном пространстве. Теорема о сходимости метода Бубнова –Галеркина.

Полудискретный метод Галеркина. Метод наименьших квадратов.

Лемма об однозначной разрешимости системы метода наименьших квадратов.

Теорема о сходимости метода наименьших квадратов. Связь между методом наименьших квадратов и методом Рунге.

Метод коллокаций.

### 3. Требования к выбору базисных функций

Плотность. Удовлетворение краевым условиям. Минимизация ошибки аппроксимации. Устойчивость. Численная устойчивость. Условие равномерной линейной независимости базиса. Сильная минимальность базиса.

### 4. Аппроксимация и финитные функции

Простейшие кусочно-постоянные финитные функции. Теорема об аппроксимации.

Нормировка и условие равномерной линейной независимости.

Кусочно-линейные базисные функции в одномерном случае. Аппроксимация. Равномерная линейная независимость.

Кусочно-линейная аппроксимация на прямоугольнике. Функция Куранта. Теорема об аппроксимации. Нормировка и условие равномерной линейной независимости.

Билинейные базисные функции. Теорема об аппроксимации. Равномерная линейная независимость.

Кусочно-линейная аппроксимация на многоугольной области.

Кусочно-квадратичные базисные функции на треугольной сетке.

Кусочно-полиномиальная аппроксимация.

Построение базисов в случае области с криволинейной границей. Случай естественных краевых условий. Случай главных краевых условий.

### 5. Примеры построения и исследования проекционно-сеточных алгоритмов

Уравнение нестационарной теплопередачи. Полудискретный метод Галеркина. Схема Кранка-Никольсона. Устойчивость по спектральному признаку фон Неймана.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Проекционно-сеточные методы решения уравнений математической физики

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков построения проекционно-сеточных алгоритмов численного решения уравнений математической физики (ПСАРУМФ).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области построения ПСАРУМФ и исследования свойств этих алгоритмов;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ПСАРУМФ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области вычислительной математики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ПСАРУМФ;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ПСАРУМФ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ПСАРУМФ в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ПСАРУМФ ( 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 ПСАРУМФ;
- предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая схема приближенных методов

Близкие уравнения, сходимость, мера аппроксимации. Теорема о сходимости каркасов приближенных решений. Теорема о сходимости приближенных решений. Устойчивость Теорема об устойчивости процесса отыскания каркасов приближенных решений. Теорема об устойчивости процесса построения приближенных решений.

2. Проекционные методы

Общая схема проекционных методов в линейных нормированных пространствах. Метод моментов. Метод Галеркина.

Вариационные алгоритмы. Проекционные алгоритмы. Общая схема проекционных алгоритмов в гильбертовом пространстве.

Метод Ритца (классический). Теорема о сходимости классического метода Ритца. Метод Ритца в энергетических пространствах. Теорема о сходимости метода Ритца в энергетических пространствах. Естественные и главные краевые условия. Признаки различия естественных и главных краевых условий.

Метод Бубнова--Галеркина. L-полная система координатных функций. Проектор, ортопроектор. Оператор ортогонального проектирования в конечномерном пространстве. Теорема о сходимости метода Бубнова –Галеркина.



Полудискретный метод Галеркина. Метод наименьших квадратов.

Лемма об однозначной разрешимости системы метода наименьших квадратов.

Теорема о сходимости метода наименьших квадратов. Связь между методом наименьших квадратов и методом Рунге.

Метод коллокаций.

### 3. Требования к выбору базисных функций

Плотность. Удовлетворение краевым условиям. Минимизация ошибки аппроксимации. Устойчивость. Численная устойчивость. Условие равномерной линейной независимости базиса. Сильная минимальность базиса.

### 4. Аппроксимация и финитные функции

Простейшие кусочно-постоянные финитные функции. Теорема об аппроксимации.

Нормировка и условие равномерной линейной независимости.

Кусочно-линейные базисные функции в одномерном случае. Аппроксимация. Равномерная линейная независимость.

Кусочно-линейная аппроксимация на прямоугольнике. Функция Куранта. Теорема об аппроксимации. Нормировка и условие равномерной линейной независимости.

Билинейные базисные функции. Теорема об аппроксимации. Равномерная линейная независимость.

Кусочно-линейная аппроксимация на многоугольной области.

Кусочно-квадратичные базисные функции на треугольной сетке.

Кусочно-полиномиальная аппроксимация.

Построение базисов в случае области с криволинейной границей. Случай естественных краевых условий. Случай главных краевых условий.

### 5. Примеры построения и исследования проекционно-сеточных алгоритмов

Уравнение нестационарной теплопередачи. Полудискретный метод Галеркина. Схема Кранка-Никольсона. Устойчивость по спектральному признаку фон Неймана.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Проекционно-сеточные методы решения уравнений математической физики

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков построения проекционно-сеточных алгоритмов численного решения уравнений математической физики (ПСАРУМФ).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области построения ПСАРУМФ и исследования свойств этих алгоритмов;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ПСАРУМФ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области вычислительной математики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ПСАРУМФ;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ПСАРУМФ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ПСАРУМФ в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ПСАРУМФ ( 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 ПСАРУМФ;
- предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая схема приближенных методов

Близкие уравнения, сходимость, мера аппроксимации. Теорема о сходимости каркасов приближенных решений. Теорема о сходимости приближенных решений. Устойчивость  
 Теорема об устойчивости процесса отыскания каркасов приближенных решений.  
 Теорема об устойчивости процесса построения приближенных решений.

2. Проекционные методы

Общая схема проекционных методов в линейных нормированных пространствах. Метод моментов. Метод Галеркина.

Вариационные алгоритмы. Проекционные алгоритмы. Общая схема проекционных алгоритмов в гильбертовом пространстве.

Метод Ритца (классический). Теорема о сходимости классического метода Ритца. Метод Ритца в энергетических пространствах. Теорема о сходимости метода Ритца в энергетических пространствах. Естественные и главные краевые условия. Признаки различия естественных и главных краевых условий.

Метод Бубнова--Галеркина. L-полная система координатных функций. Проектор, ортопроектор. Оператор ортогонального проектирования в конечномерном пространстве. Теорема о сходимости метода Бубнова –Галеркина.

Полудискретный метод Галеркина. Метод наименьших квадратов.

Лемма об однозначной разрешимости системы метода наименьших квадратов.

Теорема о сходимости метода наименьших квадратов. Связь между методом наименьших квадратов и методом Рунге.

Метод коллокаций.

### 3. Требования к выбору базисных функций

Плотность. Удовлетворение краевым условиям. Минимизация ошибки аппроксимации. Устойчивость. Численная устойчивость. Условие равномерной линейной независимости базиса. Сильная минимальность базиса.

### 4. Аппроксимация и финитные функции

Простейшие кусочно-постоянные финитные функции. Теорема об аппроксимации.

Нормировка и условие равномерной линейной независимости.

Кусочно-линейные базисные функции в одномерном случае. Аппроксимация. Равномерная линейная независимость.

Кусочно-линейная аппроксимация на прямоугольнике. Функция Куранта. Теорема об аппроксимации. Нормировка и условие равномерной линейной независимости.

Билинейные базисные функции. Теорема об аппроксимации. Равномерная линейная независимость.

Кусочно-линейная аппроксимация на многоугольной области.

Кусочно-квадратичные базисные функции на треугольной сетке.

Кусочно-полиномиальная аппроксимация.

Построение базисов в случае области с криволинейной границей. Случай естественных краевых условий. Случай главных краевых условий.

### 5. Примеры построения и исследования проекционно-сеточных алгоритмов

Уравнение нестационарной теплопередачи. Полудискретный метод Галеркина. Схема Кранка-Никольсона. Устойчивость по спектральному признаку фон Неймана.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Проекционно-сеточные методы решения уравнений математической физики

#### Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков построения проекционно-сеточных алгоритмов численного решения уравнений математической физики (ПСАРУМФ).

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области построения ПСАРУМФ и исследования свойств этих алгоритмов;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ПСАРУМФ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области вычислительной математики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

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

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ПСАРУМФ;

- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач ПСАРУМФ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области ПСАРУМФ в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач ПСАРУМФ ( 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 ПСАРУМФ;
- предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая схема приближенных методов

Близкие уравнения, сходимость, мера аппроксимации. Теорема о сходимости каркасов приближенных решений. Теорема о сходимости приближенных решений. Устойчивость  
 Теорема об устойчивости процесса отыскания каркасов приближенных решений.  
 Теорема об устойчивости процесса построения приближенных решений.

2. Проекционные методы

Общая схема проекционных методов в линейных нормированных пространствах. Метод моментов. Метод Галеркина.

Вариационные алгоритмы. Проекционные алгоритмы. Общая схема проекционных алгоритмов в гильбертовом пространстве.

Метод Ритца (классический). Теорема о сходимости классического метода Ритца. Метод Ритца в энергетических пространствах. Теорема о сходимости метода Ритца в энергетических пространствах. Естественные и главные краевые условия. Признаки различия естественных и главных краевых условий.

Метод Бубнова--Галеркина. L-полная система координатных функций. Проектор, ортопроектор. Оператор ортогонального проектирования в конечномерном пространстве. Теорема о сходимости метода Бубнова –Галеркина.

Полудискретный метод Галеркина. Метод наименьших квадратов.

Лемма об однозначной разрешимости системы метода наименьших квадратов.

Теорема о сходимости метода наименьших квадратов. Связь между методом наименьших квадратов и методом Рунге.

Метод коллокаций.

### 3. Требования к выбору базисных функций

Плотность. Удовлетворение краевым условиям. Минимизация ошибки аппроксимации. Устойчивость. Численная устойчивость. Условие равномерной линейной независимости базиса. Сильная минимальность базиса.

### 4. Аппроксимация и финитные функции

Простейшие кусочно-постоянные финитные функции. Теорема об аппроксимации.

Нормировка и условие равномерной линейной независимости.

Кусочно-линейные базисные функции в одномерном случае. Аппроксимация. Равномерная линейная независимость.

Кусочно-линейная аппроксимация на прямоугольнике. Функция Куранта. Теорема об аппроксимации. Нормировка и условие равномерной линейной независимости.

Билинейные базисные функции. Теорема об аппроксимации. Равномерная линейная независимость.

Кусочно-линейная аппроксимация на многоугольной области.

Кусочно-квадратичные базисные функции на треугольной сетке.

Кусочно-полиномиальная аппроксимация.

Построение базисов в случае области с криволинейной границей. Случай естественных краевых условий. Случай главных краевых условий.

### 5. Примеры построения и исследования проекционно-сеточных алгоритмов

Уравнение нестационарной теплопередачи. Полудискретный метод Галеркина. Схема Кранка-Никольсона. Устойчивость по спектральному признаку фон Неймана.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Профессиональный английский язык для делового общения**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения профессионального английского языка в магистратуре МФТИ заключается в формировании профессионально-ориентированных компетенций на уровне C1, а также в развитии навыков использования делового английского языка.

#### **Задачи дисциплины:**

В результате обучения по программе «Английский для делового общения» слушатель овладевает компетенциями в устной и письменной речи:

- лингвистическая компетенция: выражение своих мыслей с использованием приобретенного словаря без затруднения;
- социокультурная компетенция: умение поддержать беседу с партнером, базируясь на правилах страны изучаемого языка;
- социальная компетенция: умение вести спонтанную дискуссию с деловым партнером;
- дискурсивная компетенция: умение спонтанно делать мини-презентацию по предложенной теме;
- стратегическая компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач;
- предметная компетенция: знание и употребление основной терминологии специальности;
- компенсаторная компетенция: умение использовать добавочные и/или синонимичные речевые средства при возникновении коммуникативного затруднения;
- прагматическая компетенция: умение ориентироваться в языковой среде и, следовательно, выбирать уместный способ выражения мысли.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основную терминологию сфер бизнеса и экономики;
- базовые характеристики языка конкретного направления профессиональной подготовки;



- способы и приемы влияния на делового партнера посредством языковых навыков;
- основные различия письменной и устной речи;
- основные грамматические структуры устной и письменной речи;
- способы сбора, обобщения, обработки и интерпретации информации, необходимой для формирования суждений по соответствующим проблемам в сфере коммуникации и путей их разрешения;
- основные направления, виды и объекты профессиональной деятельности.

#### **уметь:**

- Вести спонтанную дискуссию;
- поддержать беседу на заданную тему;
- выражать свои мысли с минимальным количеством ошибок;
- извлекать необходимую информацию из оригинального текста по проблемам экономики и бизнеса;
- понимать аутентичную речь (реклама продукта/компании, телефонные разговоры, монологическая речь и т.д.);
- соотносить монологическую речь с информацией, данной на бумаге;
- использовать полученную информацию в видоизмененном контексте;
- осуществлять перевод бизнес-литературы с иностранного английского.

#### **владеть:**

- Различными приемами запоминания материала;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- способностью к постановке целей и выбору путей их достижения;
- навыками подготовки, написания и произнесения устных сообщений;
- навыками подготовки и оформления бизнес обзоров и отчетов;
- навыками и приемами формирования и управления рабочими группами в процессе анализа бизнес ситуаций и ролевых игр.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Первое впечатление

Важность изучения раздела очевидна, поскольку первое впечатление – это именно то, что играет решающую роль для положительного исхода собеседования, презентации, переговоров, работы с клиентом.

Коммуникативные задачи: презентация продукта, услуги, концепции построения взаимовыгодных отношений с зарубежными партнерами. В разделе рассматриваются разнообразные техники предъявления презентации. Подробно изучаются такие ее части, как «вопрос-ответ», «язык тела», «привлечение внимания» и т.д.

Лексика: изучение лексической составляющей заключается в активном и постоянном пополнении словаря по теме «Презентация». Основной акцент делается на ознакомление с наречиями времени, места, степени.

Грамматика: question forms, word-formation.

Письмо: написать ответ на официальное приглашение.

## 2. Бизнес тренинги

Основная задача – приобретение и отработка навыков ведения и участия в интервью. В курс включены задания на понимание основной идеи высказывания в обстановке формального общения разного рода – собеседование, опрос, спор.

Коммуникативные задачи: вычленение опорных синтаксических единиц, помогающих объяснить точку зрения, убедить собеседника, уточнить детали. Работа над текстом с партнером: сравнение выбранных абзацев, несущих основную смысловую нагрузку.

Лексика: задания и упражнения на словообразование, а также на использование составных глаголов.

Грамматика: Relative Clauses.

Письмо: написать электронное письмо зарубежному партнеру.

## 3. Энергия

В данном разделе обучающимся предлагается подробное изучение основных источников энергии, предпочтительных для компаний и физических лиц. Студенты ознакомятся с идеями о типах энергии будущего, их плюсах и минусах.

Коммуникативные задачи: решение проблем разного толка. Раздел предлагает разнообразные стратегии решения проблем таких как: увольнение работника, нехватка средств, закрытие или банкротство компании.

Лексика: упражнения, предлагающие задания на отработку делового словаря, применимого для устного и письменного обсуждения сложившейся критической ситуации. Изучение вводных выражений, а также слов-связок.

Грамматика: making suggestions.

Письмо: написать отчет, объясняющий суть проблемы и способы ее решения.

## 4. Маркетинг

Изучение принципов поведения и общения с клиентом. Обсуждение приемов и методов участия в переговорных процессах. Работа с аутентичными текстами, описывающими примеры успешных переговоров.

Коммуникативные задачи: изучение некоторых существующих типов переговоров, в зависимости от числа участников, уровня, важности, а также предмета обсуждения. Составление маркетинговой кампании.

Лексика: упражнения на отработку необходимого лексического минимума для переговорного процесса. Изучение устойчивых выражений – глагол-предлог, существительное-предлог.

Грамматика: придаточные предложения.

Письмо: написать электронное письмо с предложением разрешения конфликта.

## 5. Занятость

Постоянное и системное использование аутентичной речи носителей. К основным типам заданий относятся: соотнесение говорящего с высказыванием; определение цели высказывания; узнавание акцента; передача основной темы высказанного; передача детальной информации прослушанного.

Коммуникативные задачи: умение разрешить конфликт в компании. Работа с партнером по обсуждению руководства и управления компании или одного из отделов. Восприятие речи на слух. Разыгрывание диалогов по теме «работа будущего».

Лексика: лексические особенности высказывания. Выполнение упражнений на изменение формы слова; заполнение пропусков; соотнесение синонимов; корректное использование предлогов и частиц.

Грамматика: инверсия.

Письмо: написать электронное письмо коллеге.

## 6. Бизнес этика

Задания данного раздела делают акцент на восприятии и понимании интонации говорящего. Предлагаемые упражнения помогут студентам корректно выбрать стиль общения, что важно в деловой среде.

Коммуникативные задачи: соотнести время место диалога; предположить должность говорящего; предсказать ситуацию диалога по первым высказываниям; порассуждать о возможном разрешении проблемы, поставленной в диалоге.

Лексика: упражнения на заполнение пропусков по теме «Корпоративная ответственность». Лексический минимум, необходимый для ведения совещаний, либо участия в них.

Грамматика: эмфаза.

Письмо: написать протокол совещания.

## 7. Финансы

Подготовка мини-презентаций: формат презентаций и лексическое наполнение. Существующие на сегодняшний день виды финансовой отчетности компании.

Коммуникативные задачи: формирование навыков привлечения внимания аудитории, оформления слайдов, логичное использование изученного материала, применение методов активного влияния на аудиторию. Активное вовлечение студента в процесс высказывания достигается постоянными заданиями на говорение: аргументировать мнение; прокомментировать высказывание партнера; оппонировать партнеру; согласиться с партнером и т.д.

Лексика: отработка активного словаря с помощью упражнений на словообразование и заполнение пропусков. Изучение терминологии по теме «Тренд».

Грамматика: means of expressing future.

Письмо: написать скрипт презентации.

## 8. Бизнес консультанты

Данный раздел требует самостоятельной работы студентов. Предлагается изучить конфликтные ситуации различных компаний и способы их разрешения. Основными видами работ рассматриваются работа в парах и группах. Для отработки навыков быстрого реагирования на высказывание используются регулярные задания «вопрос-ответ», «высказывание-реплика» и т.д. Возможно сопряжение с разделом «Аудирование».

Коммуникативные задачи: обсуждение цен на товары компании. Привлечение лексических единиц, передающих цифровую информацию вербально.

Лексика: изучения префиксов и суффиксов, образующих отрицательные слова. Использование неформального английского, уместного в деловом английском. Определение цели высказывания по ключевым словам.

Грамматика: сослагательное наклонение.

Письмо: написание тезисов; рекомендательного заключения консультанта.

## 9. Стратегия

Определение стратегии развития компании, продвижения продукта, личностного роста. Рациональное целеполагание и стратегическое мышление.

Коммуникативные задачи: отработка навыков спонтанного высказывания. Обсуждение истории успешных компаний на международной арене, изучение факторов, таких как инновация, корпоративная этика, ценовая политика, отношение к персоналу.

Лексика: использование лексики, необходимой для ведения диалога, обмена мнениями, возражения, согласия.

Грамматика: вопросительные предложения.

Письмо: описать компанию по предложенным критериям.

## 10. Онлайн бизнес

Студентам предлагается обсудить будущее бизнеса в интернет пространстве, сопоставить его с уже имеющимися сегодня технологиями.

Коммуникативные задачи: отработка навыков спонтанного реагирования на вопрос или высказывание из зала во время презентации. Работа в парах: мини-презентации.

Лексика: использование метафор и усилительных конструкций.

Грамматика: эмфаза.

Письмо: написать отчет о предложениях решения проблемы после анализа.

## 11. Новое в бизнесе

В разделе рассматриваются возможности ведения предпринимательской деятельности. Студентам предлагаются рекомендации по основанию собственного бизнеса с привлечением внешнего капитала.

Коммуникативные задачи: уместное использование фраз-клише, устойчивых выражений, принятых в бизнес сообществе при обсуждении условий договора, контракта. Работа в малых группах: разыгрывание диалогов «спонсор-предприниматель», «инвестор-владелец компании».

Лексика: лексические выражения – совет, рекомендация.

Письмо: написать письмо-предложение по развитию компании.

## 12. Менеджмент проекта

Раздел затрагивает ключевые факторы, влияющие на успешное развитие проекта. Изучаются такие понятия, как делегирование полномочий, распределение обязанностей, отчетность.

Коммуникативные задачи: ведение телеконференции. Работа в парах или малых группах – разработка собственного проекта с учетом уже изученных принципов и стратегий.

Лексика: классификация слов и выражений по принципу формальности.

Грамматика: модальность.

Письмо: написать отчет.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Профессиональный английский язык: академическое письмо**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне B2/C1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) с акцентом на письменную речь. Интегрированный подход к преподаванию означает грамотное обучение студента основам академической письменной речи, сути научного исследования и подготовку к написанию статей профессиональной направленности на английском языке. Результатом курса становится интегрирование студента в международное научное пространство, необходимым условием которого становится владение студентом академическим английским языком в его письменной составляющей.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции заключаются в последовательном овладении студентами совокупностью лингвистической, компенсаторной, межкультурной, общеучебной, дискурсивной, стратегической, социальной и социокультурной субкомпетенций с акцентом на:

- развитие и совершенствование навыков письменной академической речи;
- знание англоязычной культурной ситуации письма;
- формирование способности использовать языковые средства для достижения коммуникативных целей в конкретной ситуации общения в академической сфере на изучаемом иностранном языке;
- формирование навыков и умений критического мышления при решении проблемных коммуникативных задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Историческое и современное состояние англоязычного академического письма;
- международные нормы и требования, предъявляемые к научному тексту.

**уметь:**

- Композиционно четко, аргументированно и стилистически грамотно выстраивать научное исследование;
- выдвигать собственную гипотезу, формулировать тезис, подводя читателя к необходимым и обоснованным выводам;
- читать научные тексты критически, отделяя главное от второстепенного, избегая плагиата.

**владеть:**

- Основными способами выражения семантической, коммуникативной и структурной преемственности между частями высказывания - композиционными элементами текста (введение, основная часть, заключение), сверхфразовыми единствами, предложениями;
- лексико-грамматическими нормами английского языка как языка науки;
- навыками объективной оценки как своего, так и чужого академического текста.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в курс. Академическое письмо в высших учебных заведениях Европы, Америки и России: история и современное состояние.

Коммуникативные задачи: провести презентацию нового курса академического письма в МФТИ. Провести беседу в форме свободного общения на тему: «Какие задачи я ставлю перед собой при изучении курса академического письма?»

Лексика: страноведческие понятия (WAC, WID, capstone course, WI class), знакомящие с ситуацией в западных университетах.

Чтение: понимание текста на заданную тематику и чтение предложенных материалов по выбору.

Говорение: диалог-обмен мнениями о сходстве и различиях предмета академического письма в высших учебных заведениях России и западных стран.

Письмо: эссе-ответ на заданную тему.

Умения: рефлексивные - умение ответить на вопрос: «Какие задачи я ставлю перед собой при изучении курса академического письма?»; исследовательские - умение отобрать информацию, отвечающую на вопрос о предмете академического письма в высших учебных заведениях западных стран.

2. Процесс исследования как научная деятельность и творчество

Понятие «языков науки» (“languages of science” – С.Дариан). Гипотеза и эксперимент. Сравнение. Определение. Классификация. Числовые обозначения как активный компонент языка науки.

Коммуникативные задачи: стимулировать активное участие студентов в обсуждении великих гипотез прошлого и настоящего и интересных экспериментов. Провести научный семинар с ведущим специалистом МФТИ – кандидатом или доктором ф-м. наук на тему: «От гипотезы – через эксперимент – к результату».

Лексика: глаголы, используемые при проведении эксперимента и его описании: (design, devise, create, conduct, run, do, perform, replicate, repeat, confirm, etc). Примеры хеджирования (probably, likely, as far as we know). Обозначения скалярных и нескалярных величин.

Грамматика: синтаксические схемы языков науки, риторические вопросы, степени сравнения прилагательных.

Чтение: использование стратегий ознакомительного чтения с целью выведения умозаключений о сходствах и различиях аргументации в родной и иноязычной культурах. Использование стратегий изучающего чтения с целью извлечения информации из научного текста о языках науки и их лексико-грамматических составляющих.

Говорение: обсуждение процесса научного поиска - великие гипотезы прошлого и интересные эксперименты прошлого и настоящего.

Письмо: проверочная работа №1 на закрепление навыков языков науки.

Умения: мыследеятельностные - выявить особенности естественнонаучного исследования, умение распознать языки науки в текстах; исследовательские - умение видеть проблему, умение давать определение понятиям, умение классифицировать понятия и выстраивать аналогии, умение устанавливать причинно-следственные связи, умение выдвигать гипотезу, умение понимать методы научного исследования, умение выявлять вопросы и проблемы, которые могут быть решены с помощью научных методов, умение делать выводы и умозаключения; коммуникативные - умение понимать и интерпретировать различные точки зрения, умение аргументированно отстаивать точку зрения, умение вести дискуссию; презентационные - умение рассказать о своем исследовательском проекте в формате презентации.

### 3. Основные требования к письменному продукту научной деятельности

Логика научного текста в англоязычной практике: когезия и когерентность. Развитие тезиса через цепочку последовательных аргументов. Абзац, структура абзаца, заглавное предложение.

Коммуникативные задачи: прочитать, проанализировать и сделать критический обзор (индивидуально) научных статей из англоязычных журналов “Nature”, “Science”, “Scientific American”. Подобрать цепочку аргументов к предложенному тезису. Провести конкурс на лучший (логично структурированный) абзац по заглавным предложениям.

Лексика: текстовые дискурсивные маркеры и их роль (however, thus, therefore, then, so). Различные функции дискурсивных маркеров: введение дополнительной информации (moreover, in addition, furthermore, besides), сравнение и контраст (whereas, on the other hand, although), объяснение (because, since, in fact), причинно-следственные отношения (owing to, due to, as a result of, consequently).

Грамматика: сложноподчиненные предложения типа since-then.

Чтение: использование стратегий изучающего чтения с целью анализа средств создания связности текста.



Письмо: письмо продуктивное (логично структурированный абзац по заглавным предложениям).

Умения: мыследеятельностные - выявить особенности логики аргументации в разножанровых текстах, проследить развитие тезиса через цепочку аргументов; речевые - понимать текстовые дискурсивные маркеры и их роль в предложении, умение использовать дискурсивные маркеры в тексте; коммуникативные - умение выстраивать мысли в семантическом и структурном единстве абзаца; межкультурные - выявить различия выстраивания логики аргументации в английском и русском языке и соответственно различное членение на абзацы.

#### 4. Лексико-грамматические средства создания научного текста

Своеобразие научной лексики: хеджирование, метадискурс, использование когнитивов. Коммуникативная четкость, реализуемая в цепочечной напряженности (номинализация) и динамическом синтаксисе (тема-рематическое членение предложения). Порядок слов. Типы синтаксической связи. Особенности пунктуации и механики. Типичные ошибки русскоговорящих при создании и подготовке к печати письменных работ академического характера (статей, диссертации и т.д.).

Коммуникативные задачи: обсудить и оценить самый грамотный перевод многословных цепочек. Выбрать предложения с наиболее коммуникативно актуальным порядком слов (взаимная проверка).

Лексика: наиболее употребительные в научной практике глаголы познания (когнитивы) - observe, demonstrate, find, tell, point out.

Грамматика: группа подлежащего - атрибутивные словосочетания. Отложенное подлежащее. Группа сказуемого: пассивный залог. Информационная роль порядка слов.

Чтение: использование стратегий изучающего и просмотрового текста с целью выявления и анализа моделей метадискурса, хеджирования и типов синтаксической связи.

Говорение: обсуждение типичных ошибок русскоязычных студентов на примерах работ своих одноклассников – взаимная проверка (peer review). Диалогическое и полилогическое обсуждение синтаксически эффективных конструкций с наиболее коммуникативно актуальным порядком слов.

Письмо: задания на формирование умений и навыков грамотного письма.

Умения: мыследеятельностные - выявить особенности лексико-грамматических средств создания англоязычного научного текста; исследовательские - умение находить метадискурсивные маркеры в тексте, умение видеть номинативные цепочки в тексте, умение распознавать типы тема-рематической организации информации в тексте, умение анализировать синтаксис с точки зрения информационной роли порядка слов; речевые - умение переводить номинативные цепочки на русский язык, умение в меру использовать хеджирование в научной речи; коммуникативные - умение применять метадискурсивные конструкции в тексте для коммуникации с читателем, умение использовать информационный потенциал английского синтаксиса; межкультурные - способность соотносить свою собственную и иноязычную культуру и видеть типичные ошибки носителей русского языка.

#### 5. Работа с чужим текстом: цитирование, перефразирование, реферирование

Примеры различных стилей оформления результатов научного исследования: Оксфорд, Гарвард, Ванкувер. Понятие «Жанр в науке». Когнитивные жанры: аннотированная библиография. Реферат.

Коммуникативные задачи: выделить в статье современного американского ученого-астрофизика (журнал “Classical and Quantum Gravity”) различные способы работы с чужим текстом. Назвать ученых прошлого и настоящего, на авторитет которых ссылается автор, сферу их деятельности и роль в науке. Определить научный стиль данной статьи.

Лексика: глаголы, вводящие цитату - X states, puts forward, maintains, believes, disagrees, claims, argues, etc.

Грамматика: историческое настоящее - понятие и примеры. Пунктуационные правила при цитировании.

Чтение: использование стратегий изучающего и просмотрового чтения статьи с целью выделения различных способов работы с чужим текстом.

Говорение: обсудить различные способы работы с чужим текстом.

Письмо: составление библиографического списка по исследуемой проблеме и оформление его в соответствии с правилами, принятыми в иноязычной культуре (выбрать один стиль, наиболее распространенный в данной отрасли науки).

Смысловая компрессия научного текста: реферирование.

Умения: мыследеятельностные - выявить различные способы манифестации чужой речи в тексте, понять многообразие термина «стиль», познакомиться с понятием «жанр» в науке; исследовательские - умение запросить недостающую информацию у эксперта, умение составить план поиска материала, умение систематизировать материал, анализировать и обобщать его; коммуникативные - владение методами аналитико-синтетической переработки информации и составление аннотированной библиографии и реферата.

## 6. Социальные жанры в современной научной литературе

Научная рецензия и ее типы. Научно-исследовательская статья. Аннотация. Все более возрастающая в современном мире роль жанров научной популяризации: мини-обзор. Репортаж.

Коммуникативные задачи: подвести итог конкурса на лучшую рецензию. Написать и обсудить краткую аннотацию (не более 7-8 предложений) к предложенной статье.

Лексика: взаимный обмен и обогащение примерами лексики из индивидуальной сферы деятельности каждого магистранта.

Грамматика: видовременные формы глагола в разных структурных частях научно-исследовательской статьи. Придаточные с that-clause.

Чтение статей разных жанров: научной рецензии, научно-исследовательской статьи, мини-обзора, аннотации с целью выявления разнообразия жанров.

Говорение: участие в проекте-конкурсе на лучшую научную рецензию.

Письмо: писать научную рецензию и аннотацию (продуктивное письмо).

Умения: мыследеятельностные - выявить сходства и различия структурных и речевых средств различных социальных жанров, понимать риторическую составляющую текста разных жанров; исследовательские - умение найти материал для статьи, структурно организовать его в соответствии с жанром и стилем; коммуникативные - обрабатывать и представлять данные в различных форматах с учетом адресата.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Профессиональный английский язык: бизнес-английский**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения дисциплины "Профессиональный английский язык: бизнес-английский (BEC)" заключается в формировании профессионально-ориентированных компетенций на уровне C1, а также в развитии навыков использования делового английского языка в соответствии с требованиями, разработанными Советом Европы по современным иностранным языкам и соответствующими тестам «BEC Higher 4» Экзаменационного Синдиката Кембриджского Университета.

#### **Задачи дисциплины:**

В результате обучения по программе слушатель овладевает компетенциями в устной и письменной речи:

- лингвистическая компетенция: выражение своих мыслей с использованием приобретенного словаря без затруднения;
- социокультурная компетенция: умение поддержать беседу с партнером, базируясь на правилах страны изучаемого языка;
- социальная компетенция: умение вести спонтанную дискуссию с деловым партнером;
- дискурсивная компетенция: умение спонтанно делать мини-презентацию по предложенной теме;
- стратегическая компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач;
- предметная компетенция: знание и употребление основной терминологии специальности;
- компенсаторная компетенция: умение использовать добавочные и/или синонимичные речевые средства при возникновении коммуникативного затруднения;
- прагматическая компетенция: умение ориентироваться в языковой среде и, следовательно, выбирать уместный способ выражения мысли.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- Основную терминологию сфер бизнеса и экономики;
- базовые характеристики языка конкретного направления профессиональной подготовки;
- способы и приемы влияния на делового партнера посредством языковых навыков;
- основные различия письменной и устной речи;
- основные грамматические структуры устной и письменной речи;
- способы сбора, обобщения, обработки и интерпретации информации, необходимой для формирования суждений по соответствующим проблемам в сфере коммуникации и путей их разрешения;
- основные направления, виды и объекты профессиональной деятельности.

**уметь:**

- Вести спонтанную дискуссию;
- поддержать беседу на заданную тему;
- выразить свои мысли с минимальным количеством ошибок;
- извлекать необходимую информацию из оригинального текста по проблемам экономики и бизнеса;
- понимать аутентичную речь (реклама продукта/компании, телефонные разговоры, монологическая речь и т.д.);
- соотносить монологическую речь с информацией, данной на бумаге;
- использовать полученную информацию в видоизмененном контексте;
- осуществлять перевод бизнес-литературы с иностранного английского.

**владеть:**

- Различными приемами запоминания материала;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- способностью к постановке целей и выбору путей их достижения;
- навыками подготовки, написания и произнесения устных сообщений;
- навыками подготовки и оформления бизнес обзоров и отчетов;
- навыками и приемами формирования и управления рабочими группами в процессе анализа бизнес ситуаций и ролевых игр.

**Темы и разделы курса:**

1. Реклама. Чтение 1 (структура текста, лексика)

Акценты раздела расставлены следующим образом: корректное наполнение текста отсутствующей информацией; выбор верного источника, из которого взят текст; характеристика текста по лексическим и грамматическим конструкциям, преобладающим в нем.

Коммуникативные задачи: обсуждение текста с точки зрения его структуры и содержания с партнером или в малых группах. В разделе рассматриваются разножанровые аутентичные тексты по теме «Реклама», работа с которыми сводится к пониманию основной идеи, без учета деталей.

Лексика: изучение лексической составляющей заключается в активном и постоянном пополнении словаря по теме «Реклама». Словарь группируется по аспектам: реклама в интернете, недостатки агрессивной рекламы, необходимость рекламы для продвижения товаров.

Грамматика: linkers, word-formation.

Письмо: написать блог в бизнес-журнал по теме «Реклама».

## 2. Экономика. Чтение 2 (общее понимание, детали)

Основная задача – приобретение и отработка навыков работы с текстом. В курс включены задания на понимание основной идеи аутентичного текста с упором на заголовок и подзаголовок.

Коммуникативные задачи: вычленение опорных синтаксических единиц, позволяющих безошибочно определить, как источник, так и жанр текста. Обсуждение проблем и задач экономики с опорой на прочитанные тексты. Работа над текстом с партнером: сравнение выбранных абзацев, несущих основную смысловую нагрузку.

Лексика: задания и упражнения на выбор ключевых слов и конструкций; определение повторяющихся терминов, указывающих на характер и тему текста; соотнесение частей текста с предложенными лексическими единицами.

Грамматика: Tense Revision, Relative Clauses.

Письмо: написать аннотацию одного из предложенных текстов.

## 3. Маркетинг. Письмо 1 (анализ и обработка графической информации)

Изучение принципов преобразования графика, гистограммы, диаграммы в письменную форму. Обсуждение приемов и методов маркетинга, применяемых в странах Европейского Союза. Работа с аутентичными текстами, описывающими примеры успешного маркетинга компаний.

Коммуникативные задачи: изучение всех существующих типов графиков, их отличительных черт и особенностей. Устные сообщения студентов по истории и развитию маркетинга в своей стране. Составление и описание графика по предложенным темам.

Лексика: упражнения на отработку необходимого лексического минимума, применимого в работе с графической информацией. Изучение корректного произношения, чтения и написания цифр.

Грамматика: степени сравнения прилагательных и наречий.

Письмо: описание графика, диаграммы, гистограммы.

#### 4. Структура компании. Письмо 2 (отчет, бизнес-предложение, переписка)

В данном разделе обучающимся предлагается подробное изучение основных стилей деловой корреспонденции, как внутри компании, так и с внешними партнерами. В жанре «отчет» особое внимание уделяется работе с цифровой информацией: грамотное представление с точки зрения языка чисел, дат и т.д.

Коммуникативные задачи: отличия формального и разговорного языка, способы обращения, отличия коммуникативного наполнения сообщения. Обсуждение различных компаний с точки зрения их структуры, профиля работы, способов функционирования. Умение внести бизнес-предложение на заданные темы: улучшение работы отдела, получение большей прибыли компанией, результат бизнес-переговоров.

Лексика: упражнения, предлагающие задания на отработку делового словаря, применимого для описания компании. Раздел «бизнес-предложение» требует критичного рассмотрения проблемы, навыки которого достигаются посредством пересечения стилей письменного и устного общения.

Грамматика: making suggestions. Present Perfect.

Письмо: написать отчет о работе компании или отдела компании.

#### 5. Менеджмент. Аудирование 1 (детали)

Постоянное и системное использование аутентичной речи носителей. К основным типам заданий относятся: соотнесение говорящего с высказыванием; определение цели высказывания; узнавание акцента; передача основной темы высказанного; передача детальной информации прослушанного.

Коммуникативные задачи: умение выразить претензию к работе компании. Работа с партнером по обсуждению руководства и управления компании или одного из отделов. Восприятие речи на слух. Разыгрывание диалогов по теме «клиент-заказчик».

Лексика: лексические особенности высказывания. Выполнение упражнений на изменение формы слова; заполнение пропусков; соотнесение синонимов; корректное использование предлогов и частиц.

Грамматика: making predictions. Subjunctive Mood.

Письмо: написать претензию к компании по услуге или товару.

#### 6. Рынок. Аудирование 2 (функции/цели высказывания)

Задания данного раздела делают акцент на восприятии и понимании интонации говорящего. Предлагаемые упражнения помогут студентам корректно выбрать стиль общения, что важно для делового общения.

Коммуникативные задачи: соотнести время место диалога; предположить должность говорящего; предсказать ситуацию диалога по первым высказываниям; порассуждать о возможном разрешении проблемы, поставленной в диалоге.

Лексика: упражнения на заполнение пропусков по теме «Рынок». Лексический минимум, необходимый для описания рыночной экономики, торговли, функционирования рынка. Слова-связки, используемые для точной и грамотной передачи мыслей говорящего.

Грамматика: Verbal Complements.

Письмо: написать критическое эссе по теме «Рынок».

#### 7. Продвижение товаров. Говорение 1 (мини-презентация)

Подготовка мини-презентаций: формат презентаций и лексическое наполнение. Существующие на сегодняшний день способы продвижения товаров и услуг на рынке.

Коммуникативные задачи: формирование навыков привлечения внимания аудитории, оформления слайдов, логичное использование изученного материала, применение методов активного влияния на аудиторию. Обсуждение с партнером и в группах активных и пассивных способов рекламы товара. Активное вовлечение студента в процесс высказывания достигается постоянными заданиями на говорение: аргументировать мнение; прокомментировать высказывание партнера; оппонировать партнеру; согласиться с партнером и т.д.

Лексика: отработка активного словаря с помощью упражнений на словообразование и заполнение пропусков. Изучение терминологии по теме «Товары и услуги».

Грамматика: means of expressing future.

Письмо: описание товара, реклама товара в печатном издании.

#### 8. Реализация проекта. Говорение 2 (реакция на высказывание/диалог)

Данный раздел требует частого привлечения активного словаря, изученного в курсе. Основными видами работ рассматриваются работа в парах и группах. Для отработки навыков быстрого реагирования на высказывание используются регулярные задания «вопрос-ответ», «высказывание-реплика» и т.д. Возможно сопряжение с разделом «Аудирование».

Коммуникативные задачи: аккумулированные навыки поддержания беседы в сфере бизнеса, экономики по всем изученным темам курса. Ведение теле- и видеопереговоров.

Лексика: изучения слов и выражений для внесения предложений в командной работе над проектом. Использование неформального английского, уместного в деловом английском. Определение цели высказывания по ключевым словам.

Грамматика: formal and informal English (relevance).

Письмо: написание скрипта выступления в теле- и видеопереговорах.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Равновесные модели российской экономики**

#### **Цель дисциплины:**

углубленное понимание важнейшей теоретической концепции – экономического равновесия, как баланса интересов субъектов экономики. В курсе будет показано, как эта концепция может быть с успехом применена для описания нестандартных экономических явлений характерных для российской экономики, а также для описания экономической динамики. В связи с последним в курсе обсуждается важнейшая концепция равновесия рациональных ожиданий.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование углубленного понимания экономического равновесия, как эффективного способа анализа различных экономических явлений;
- формирование представления о месте и смысле принципа рациональных ожиданий;
- обучение студентов использованию достаточных условий оптимальности при решении нестандартных задач оптимизации;
- формирование представлений о возможностях автоматизации проверки корректности модели;
- формирование концептуальной основы для выполнению исследований студентами в области математического моделирования экономических систем в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности научного подхода к описанию сложных систем;
- основу моделирования экономики: системы материальных и финансовых балансов и математическое представление основных экономических показателей, разделение характерных времен процессов;
- смысл и формальное представление экономического равновесия;
- смысл и формальное представление принципа рациональных ожиданий;

- методы построения и анализа моделей: принципы симметрии и автомодельные решения, достаточные условия оптимальности.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму методов и возможностей моделирования общественных процессов;
- знать виды и источники экономической статистики;
- уметь использовать статистику для качественного анализа адекватности модели.
- понимать и применять вероятностные модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием экономических процессов и явлений.

**Темы и разделы курса:**

1. Многопродуктовые модели производства и потребления. Конкурентное равновесие и транзакционные издержки.

Агрегирование производства. Модель Леонтьева, модель нелинейного межотраслевого баланса. Достаточные условия оптимальности в форме Лагранжа. Максимизация выпуска и максимизация прибыли отрасли. Применения преобразований Радона и Лежандра.

Агрегирование потребления. Индекс продукта и полезность. Условия интегрируемости и выявленное предпочтение.

Модель конкурентного равновесия с одним потребителем. Существование и оптимальность равновесия. Цены как множители Лагранжа и как управления торговцев. Совершенная конкуренция как предельный случай модели ценообразования по Бертрану. Связь с моделью равновесия Эрроу-Дебре.

Равновесие с учетом постоянных издержек, Равновесие в модели с неаддитивными благами

Транзакционные издержки. Акцизы и поборы. Искажающие и неискажающие налоги. Задача максимизации среднего реального дохода при наличии задержек обращения и инфляции: инфляционный налог. Задача максимизации дисконтированной прибыли при ограничении ликвидности. Применение достаточных условий оптимальности в форме Лагранжа.

## 2. Модель межвременного равновесия фирмы и ее акционеров. Интеграл капитала.

Модель поведения акционера – потребителя. Ожидаемая полезность потребления. Терминальное условие.

Модель поведения фирмы. Ожидаемая полезность прибыли. Терминальное условие.

Взаимодействие агентов. Рынок продукта. Рынок акций.

Общий вид задачи агента. Достаточные условия оптимальности.

Однородность моделей экономики. Интеграл капитала, как следствие однородности. Положительность капитала.

Доходность капитала. Полезные расходы агента. Основные деньги агента. Нормировка двойственных переменных и доходность капитала, Балансовая и валовая прибыль в общей форме. Составляющие балансовой прибыли.

## 3. Равновесные модели экономики переходного периода. Межвременное равновесие.

Неэффективное равновесие с транзакционными издержками. Вырожденные и невырожденные равновесия. Недогрузки и перегрузки производства вследствие искажения ценовых сигналов. «Равновесие» плановой экономики.

Равновесие с бартером. Эффективность и неустойчивость бартера. Цена «бартерных денег».

Равновесие с неплатежами. Неэффективность равновесия, и ее зависимость от уровня неплатежей. Отсутствие единой цены неплатежей. Интеграция предприятий и рынок векселей.

Каноническая форма модели. Агенты и взаимодействия. Аддитивные характеристики и балансы. Планируемые и информационные переменные. Технологические и институциональные ограничения.

Автоматизированный контроль корректности модели в канонической форме. Контроль балансов. Контроль размерности. Контроль информационных связей.

Модели межвременного равновесия. Рациональные ожидания как самосогласованный прогноз. Субъекты экономики и модельные макроагенты. Различие конкурентных и монопольных отношений как различие в классификации планируемых и информационных переменных.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Распределенные алгоритмы**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомить студентов, специализирующихся в области программирования, с

- основными алгоритмическими задачами, возникающими при проектировании распределенных программ (сетевых протоколов, встроенных систем, многопроцессорных вычислительных систем, параллельных программ),
- наиболее распространенными алгоритмами решения этих задач,
- математическими моделями и методами, используемыми для анализа распределенных алгоритмов.

Основное внимание уделяется вопросам доказательства корректности проектируемых алгоритмов и оценкам их эффективности.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области построения и анализа распределенных алгоритмов;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков решения задач построения и анализа распределенных алгоритмов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в указанной выше области программирования.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и математические модели распределенных вычислительных систем;
- основные задачи, для решения которых используются распределенные алгоритмы;
- понятия, методы доказательств и доказательства основных теорем о корректности, завершаемости и сложности наиболее распространенных распределенных алгоритмов решения основных задач;

методы дискретной математики и комбинаторики, используемые для построения и анализа распределенных алгоритмов.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач построения и анализа распределенных алгоритмов;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить методы решения задач построения и анализа распределенных алгоритмов;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области построения и анализа распределенных алгоритмов в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач построения и анализа распределенных алгоритмов;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов для решения задач построения и анализа распределенных алгоритмов;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Алгоритмы обнаружения завершения вычислений . Алгоритмы сохранения моментального состояния.

Задача обнаружения завершения вычисления. Алгоритм Дейкстры-Шолтена. Алгоритм Шави-Франчеца. Алгоритм возвращения кредитов. Алгоритм Раны. Применение алгоритмов обнаружения завершения вычислений для выявления блокировки вычислений.

Задача сохранения моментального состояния. Алгоритм Чанди-Лампорта. Алгоритм Лаи-Янга.

2. Волновые алгоритмы. Алгоритмы избрания лидера.

Волновые алгоритмы: определение, основные свойства, область применения. Древесный алгоритм. Алгоритм эха. Фазовый алгоритм. Алгоритм Финна. Алгоритмы обхода. Распределенный обход в глубину. Алгоритмы обхода Авербаха и Сидон.

Задача избрания лидера. Избрание лидера на кольцах: алгоритм Ченя-Робертса, оптимальный алгоритм Патерсона –Долева-Клейва-Роде. Избрание лидера в произвольных сетях: алгоритм Галладжера-Хамблета-Спиры, алгоритм Кораха-Каттена-Морана.

3. Коммуникационные протоколы. Алгоритмы маршрутизации.

Коммуникационные протоколы. Ошибки, возникающие при передаче сообщений. Симметричные протокол раздвижного окна: устройство протокола и обоснование его корректности. Протокол альтернирующего бита. Коммуникационные протоколы, использующие таймеры: описание устройства и обоснование корректности.

Задача маршрутизации. Алгоритмы построения кратчайших путей в графе. Алгоритм Флойда-Уоршалла. Алгоритм Туэга. Алгоритм Мерлина-Сигала. Алгоритм Чанди-Мизры. Алгоритм Netchange.

4. Обеспечение отказоустойчивости распределенных систем. Обнаружение неисправностей распределенных систем. Стабилизирующиеся алгоритмы.

Задача обеспечения отказоустойчивости распределенных систем. Невозможность построения робастных асинхронных систем. Синхронные робастные алгоритмы принятия решения. Использование криптографических примитивов для повышения отказоустойчивости. Задача обеспечения отказоустойчивости распределенных систем. Невозможность построения робастных асинхронных систем. Синхронные робастные алгоритмы принятия решения. Использование криптографических примитивов для повышения отказоустойчивости.

Детекторы неисправностей и их применение. Слабо точные детекторы неисправностей. Реализация детекторов неисправностей для синхронных распределенных систем.

Стабилизирующиеся алгоритмы. Пример Дейкстры. Общие принципы построения стабилизирующихся алгоритмов.

5. Основные принципы и особенности устройства и функционирования распределенных вычислительных систем.

Математические модели распределенных систем.

Примеры распределенных систем (компьютерные сети, локальные и глобальные сети, многопроцессорные компьютеры). Характерные особенности распределенных систем. Архитектура распределенных систем. Стандарт ISO Open System Interaction. Алгоритмические проблемы организации вычислений распределенных систем. Особенности распределенных алгоритмов..

Системы переходов. Системы с синхронным и асинхронным обменом сообщениями. Свойство справедливости выполнений системы. Зависимые и независимые события. Причинно-следственный порядок событий. Эквивалентность выполнений. Вычисления. Логические часы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Регрессионный анализ**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области регрессионного анализа, а также овладение методами решения прикладных задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение фундаментальных знаний в области регрессионного анализа.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные методы эконометрического анализа и основанные на них современные программные продукты, необходимые для исследований.

##### **уметь:**

- применять современный эконометрический инструментарий для исследований экономических и финансовых решений на уровне индивидов, домохозяйств, фирм, финансовых рынков, финансовых институтов, отраслей, регионов и стран;
- обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков;
- моделировать результаты и эффективность субъектов экономической деятельности.

##### **владеть:**

- методикой и методологией проведения эконометрических исследований; навыками самостоятельной исследовательской работы.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Введение

Предмет эконометрики и место данной дисциплины в структуре математического и экономического знания. Применение эконометрических методов анализа, моделирование и прогнозирование экономических и социальных процессов.

## 2. Понятие регрессии

Гипотеза о существовании связи между экономическими индикаторами. Объясняемые и объясняющие переменные. Отклонения от объясняемых переменных и понятие ошибки. Истинная модель (DGP). Эконометрическая модель. Регрессия как условное математическое ожидание. Наилучший линейный прогноз. Метод моментов (ММ) как метод оценки регрессии в предположении об экзогенности объясняющих переменных.

## 3. Геометрическая интерпретация в линейной регрессии

Альтернативные критерии качества подгонки оцениваемой регрессии к имеющимся данным. Преимущества и недостатки критерия в форме среднеквадратичной предсказанной ошибки (MSPE). Метод наименьших квадратов (МНК) и его геометрическая интерпретация. МНК

в матричных обозначениях. Принцип аналогий в ММ и система линейных уравнений для нахождения МНК оценок параметров регрессии. Свойства МНК оценок параметров регрессии.

Геометрическая интерпретация МНК в регрессии с константой. Ортогональные проекторы и их

свойства. Симметричные идемпотентные матрицы. Декомпозиция суммы квадратов отклонений от объясняемой переменной ( $TSS=ESS+RSS$ ). Коэффициент детерминации  $R^2$  и его свойства в регрессии с константой.  $R^2$  в регрессии без константы. Центрированные и нецентрированные коэффициенты детерминации. Скорректированный коэффициент детерминации,

его свойства и применение для анализа моделей и выбора предпочтительной модели. Выборочные аналоги ковариационной и корреляционной матриц параметров регрессии. Инвариантность полученных оценок относительно сдвига и шкалирования объясняемой и объясняющих переменных.

## 4. Понятие классической линейной регрессии (CLR)

Стохастическая интерпретация отклонений в линейной регрессии. Стохастические свойства

ошибок. МНК в CLR. Статистические свойства МНК оценок параметров регрессии и остатков регрессии. Теорема Гаусса-Маркова и ее интерпретация для случая детерминированных

регрессоров. Линейная регрессия с линейными ограничениями на параметры.

## 5. МНК в предположении о нормальности



Распределения квадратичных форм при условии нормально распределенных векторов. Статистические свойства МНК оценок  $\beta$  и оценки дисперсии ошибки  $s^2$  в условиях нормальности

ошибок. Доверительные интервалы для оценок параметров регрессии и оценки дисперсии ошибки ( $s^2$ ). Понятие доверительной области для вектора оценок и их линейных комбинаций. Проверка линейной гипотез на коэффициенты регрессии. Доверительные интервалы для значения объясняемой переменной  $y(x_0)$  и ее математического ожидания. Прогнозирование (точечное и интервальное).

## 6. Случайные регрессоры. Состоятельность оценок

Предположения относительно случайных ошибок и стохастических регрессоров. Понятие экзогенности и предопределенности. Элементы асимптотического подхода. Сходимость по вероятности, сходимость в смысле среднеквадратического, сходимость по распределению и взаимосвязь данных сходимостей. Теорема Слуцкого. Предельное распределение, предельное среднее и предельная дисперсия. Теорема Гаусса-Маркова для случая стохастических регрессоров. Интерпретация теоремы Гаусса-Маркова для случая экзогенных и предопределенных регрессоров. Модели со случайными регрессорами, коррелированными со случайными ошибками. Метод инструментальных переменных (IV). Ошибки измерения.

## 7. Разнородность наблюдаемых объектов

Свойства наблюдаемых объектов и свойства переменных, при изучении которых необходимо

учитывать разнородность наблюдений. Априорная кластеризация наблюдений на предположительно однородные группы. Фиктивные переменные (дамми), их структура и использование. Интерпретация гипотез относительно дамми переменных. Дамми переменные и их использование в тесте на стабильность коэффициентов регрессии (структурные сдвиги). Тест Чоу и использование дамми переменных для сравнений двух регрессий.

## 8. Гетероскедастичность. Обобщенный метод наименьших квадратов

Экономическое объяснение существования гетероскедастичности и последствия ее существования для МНК оценок параметров. Обобщенный метод наименьших квадратов ОМНК (GLS).

Сведение ОМНК к МНК, используя преобразованные данные. Свойства ОМНК оценок. Гетероскедастичность. Взвешенный метод наименьших квадратов (WLS) и его сведение к МНК.

Тестирование гетероскедастичности. Тест Бреуша-Пагана. Тест Голдфелда-Квандта. Тест Глейзера. Тест Парка. Тест ранговой корреляции Спирмена на гетероскедастичность.

Стандартные ошибки, скорректированные с учетом гетероскедастичности (heteroscedasticity consistent

standard errors), в форме Уайта. Достижимый ОМНК (FGLS). Часто используемые методы параметризации ковариационной матрицы оценок параметров, основанные на априорных

предположениях и результатах тестов на гетероскедастичность.

## 9. Автокорреляция остатков в линейной регрессии

Экономическая природа автокорреляции остатков. Схема автокорреляции остатков первого

порядка AR(1). Последствия автокорреляции. Ковариационная матрица ошибок в случае автокорреляции и ее обратная матрица. Выявление автокорреляции. Статистика Дарбина-Уотсона, ее свойства и условия применимости. Оценки нижней и верхней границ для квантилей статистики Дарбина-Уотсона в случае некоррелированных нормальных ошибок в авторегрессионной схеме. Оценка параметра автокорреляции  $\rho$  на основе статистики Дарбина-Уотсона. Оценивание коэффициентов линейной регрессии в случае автокорреляции. Двухшаговый метод Дарбина. Итерационная процедура Кохрейна-Оркутта и ее свойства. ОМНК для случая автокорреляции с известным значением параметра автокорреляции. Схема AR(p) для автокорреляции ошибок.

## 10. Диагностика в линейной модели

Влияние добавления или исключения наблюдения на МНК оценки параметров регрессии.

Определение не оказывающих влияние наблюдений. Тест на нормальность остатков. Группировка наблюдений в соответствии с результатами диагностики. Рекурсивные остатки, их свойства и использование для анализа устойчивости коэффициентов во времени. Тестирование гетероскедастичности и автокорреляции. Влияние добавления или исключения объясняющей переменной на МНК оценки параметров регрессии.

## 11. Ошибки спецификации в линейной регрессии

Случай пропущенных существенных переменных. Смещенность оценок параметров регрессии и их ковариационной матрицы. Случай избыточных переменных. Несмещенность оценок

параметров регрессии и их ковариационной матрицы. Последствия неправильной спецификации регрессии в условиях гетероскедастичности. Альтернативные функциональные формы для

спецификации регрессии. Линейные и логлинейные регрессии.

Критерии выбора модели

Различные критерии качества модели. Предварительные требования к понятию «хорошей»

модели. Разбиение исходной выборки на подвыборки: «обучение» и «тестирование». Выбор наилучшей линейной модели при заданном подмножестве объясняющих переменных.  $R^2$  adjusted

как критерий выбора наилучшей модели для случая классической нормальной регрессии. Проверка гипотезы о включении группы незначимых переменных, основанной на F распределении. Взаимосвязь t и F статистики в случае множественной регрессии.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Регуляризованные уравнения при моделировании задач динамики газа и жидкости в OpenFOAM

#### Цель дисциплины:

– освоение студентами фундаментальных знаний о методах и подходах решения задач динамики газа и жидкости на многопроцессорных высокопроизводительных вычислительных системах с применением прикладного программного комплекса OpenFOAM.

#### Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области математического моделирования в задачах динамики жидкости и газа с применением инструментария прикладного комплекса OpenFOAM как дисциплины, интегрирующей подготовку специалистов в области математической физики и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов применению аппарата регуляризованных уравнений к задачам численного моделирования в задачах динамики жидкости и газа;
- формирование навыков моделирования, проведения исследовательской работы и высоко-производительных вычислений, используя современный прикладной комплекс OpenFOAM.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- базовые сведения и понятия о моделях и подходах к моделированию в задачах динамики жидкости и газа;
- основы применения регуляризованных уравнений к задачам численного моделирования в задачах динамики жидкости и газа;
- базовые сведения и понятия эффективной работы с прикладными программными пакетами на высокопроизводительных вычислительных системах;
- основной инструментарий создания, описания и анализа модельных задач на OpenFOAM.

**уметь:**

- исследовать математические модели для расчета течений жидкости и газа;
- использовать инструментарий для моделирования процессов и явлений в прикладном пакете OpenFOAM;
- анализировать и визуализировать результаты моделирования расчетов течений жидкости и газа в OpenFOAM.

**владеть:**

- аппаратом регуляризованных уравнений к задачам численного моделирования в задачах ди-намики жидкости и газа;
- навыками численного моделирования течений жидкости и газа с использованием программ-ных средств OpenFOAM;
- навыками анализа и обработки результатов расчета в среде OpenFOAM;
- культурой поиска и обработки актуальной научной информации (статей, книг) на русском и английском языках в сети Интернет.

**Темы и разделы курса:****1. Программные пакеты для высокопроизводительных вычислений**

О программных пакетах применительно к задачам газо- и гид-родинамики. Высокопроизводительные вычисления. Краткий перечень востребованных задач. Индивидуальные пакеты, ком-мерческие пакеты, открытые пакеты. Высокопроизводительные системы, сетки, примеры. Достоинства и недостатки различных подходов к написанию и использованию пакетов.

**2. Уравнения газо- и гидродинамики**

Уравнения газо- и гидродинами-ки. Основы их построения. Инвариантный вид и законы сохранения. Уравнения Эйлера, Навье-Стокса, несжимаемой жидкости, мелкой воды, смесей газов и жидкостей.

**3. Регуляризованные уравнения газо- и гидродинамики**

Регуляризованные уравнения газо- и гидродинамики. Построение уравнений на примере пространственно-временного осреднения. Связь регуляризованных уравнений и уравнений Навье-Стокса

**4. Численные алгоритмы решения уравнений газовой динамики**

Численные алгоритмы решения уравнений газовой динамики. Метод конечного объема. Примеры его применения к одномерным и многомерным задачам.

Включение алгоритма конечного объема в открытый пакет Open-FOAM. Архив исходного кода на GitHub. Архитектура. Распараллеливание. Особенности реализации, явно-неявный алгоритмы. Мастер-класс по моделированию газодинамических течений.

5. Численные алгоритмы решения задач с учетом эффектов, описываемых течением вязкой несжимаемой жидкости

Уравнения для описания течений вязкой несжимаемой жидкости. Естественные переменные и переменные функция тока-вихрь скорости.

Включение численного алгоритма в комплекс OpenFOAM: расширение для моделирования задач о смесях, переносе примеси, задачах с учетом эффектов по-верхностного натяжения. Мастер-класс по указанным задачам.

6. Численные алгоритмы решения задач с учетом эффектов, описываемых приближением мелкой воды

Уравнения гидродинамики в приближении мелкой воды. Численные алгоритмы решения с использованием регуляризованных уравнений.

Включение алгоритмов в пакет OpenFOAM: Примеры решенных задач. Базовые принципы настройки расчетных случаев. Мастер-класс по моделированию течений жидкости в неглубоких водоемах.

7. Дополнительные вопросы при работе в OpenFOAM

Открытый пакет OpenFOAM и построение сеток, подключение дополнительных модулей для вычисления коэффициентов переноса, условий на стенках, графической обработки результатов. Перспективы развития открытого пакета OpenFOAM.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Решение гиперболических систем дифференциальных уравнений

#### Цель дисциплины:

программа курса ставит своей целью дать студентам набор современных надежных и проверенных численных методик для решения сложных многомерных гиперболических систем уравнений.

#### Задачи дисциплины:

- научить применять методы для численного решения конкретных линейных и нелинейных гиперболических систем уравнений в частных производных, как одномерных, так и многомерных;
- формирование у студентов знаний в области современного численного моделирования гиперболических систем уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия теории вычислительной математики;
- современные проблемы соответствующих разделов вычислительной математики;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач вычислительной математики и физики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- самостоятельно находить алгоритмы численного решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- оценивать корректность постановок задач;  
самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно и полно изложить полученные результаты в устной и письменной форме.

**Владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов решения гиперболических систем уравнений;

предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Методы с выделением разрывов. Уравнения нестационарной газовой динамики. Их вывод. Особенности решения. Численные методы решения уравнений газовой динамики. Распад разрыва и метод Годунова.

Уравнения нестационарной газовой динамики. Их вывод. Особенности решения. Численные методы решения уравнений газовой динамики. Распад разрыва и метод Годунова.

2. Стационарные уравнения газовой динамики и численные методы их решения.

Методы решения стационарных уравнений и задач газовой динамики.

3. Уравнения теории мелкой воды. Их вывод и особенности. Численные методы их решения. Распад разрыва и метод Годунова. Методы Куранта-Изаксона-Риса, Лакса-Фридрихса и Роу. Стационарные уравнения теории мелкой воды и численные методы их решения.

Вывод и особенности. Численные методы их решения. Распад разрыва и метод Годунова. Методы Куранта-Изаксона-Риса, Лакса-Фридрихса и Роу. Стационарные уравнения теории мелкой воды и численные методы их решения.

4. Уравнения магнитной гидродинамики (МГД).

Численные методы решения уравнений МГД и учет их особенностей,  $\operatorname{div} \mathbf{B}=0$ .

5. Простейшие модели твердых деформируемых тел и уравнения динамики твердого деформируемого тела (ТДТ).

Модели твердых деформируемых тел и уравнения динамики твердого деформируемого тела.

6. Некоторые особенности численного решения уравнений ТДТ

Особенности численного решения уравнений ТДТ и основные разностные схемы.

7. Уравнения динамики тонких оболочек.

Уравнения динамики тонких оболочек.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Решение гиперболических систем дифференциальных уравнений

#### Цель дисциплины:

программа курса ставит своей целью дать студентам набор современных надежных и проверенных численных методик для решения сложных многомерных гиперболических систем уравнений.

#### Задачи дисциплины:

- научить применять методы для численного решения конкретных линейных и нелинейных гиперболических систем уравнений в частных производных, как одномерных, так и многомерных;
- формирование у студентов знаний в области современного численного моделирования гиперболических систем уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия теории вычислительной математики;
- современные проблемы соответствующих разделов вычислительной математики;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач вычислительной математики и физики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- самостоятельно находить алгоритмы численного решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- оценивать корректность постановок задач;  
самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно и полно изложить полученные результаты в устной и письменной форме.

**Владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов решения гиперболических систем уравнений;

предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Методы с выделением разрывов. Уравнения нестационарной газовой динамики. Их вывод. Особенности решения. Численные методы решения уравнений газовой динамики. Распад разрыва и метод Годунова.

Уравнения нестационарной газовой динамики. Их вывод. Особенности решения. Численные методы решения уравнений газовой динамики. Распад разрыва и метод Годунова.

2. Стационарные уравнения газовой динамики и численные методы их решения.

Методы решения стационарных уравнений и задач газовой динамики.

3. Уравнения теории мелкой воды. Их вывод и особенности. Численные методы их решения. Распад разрыва и метод Годунова. Методы Куранта-Изаксона-Риса, Лакса-Фридрихса и Роу. Стационарные уравнения теории мелкой воды и численные методы их решения.

Вывод и особенности. Численные методы их решения. Распад разрыва и метод Годунова. Методы Куранта-Изаксона-Риса, Лакса-Фридрихса и Роу. Стационарные уравнения теории мелкой воды и численные методы их решения.

4. Уравнения магнитной гидродинамики (МГД).

Численные методы решения уравнений МГД и учет их особенностей,  $\operatorname{div} \mathbf{B}=0$ .

5. Простейшие модели твердых деформируемых тел и уравнения динамики твердого деформируемого тела (ТДТ).

Модели твердых деформируемых тел и уравнения динамики твердого деформируемого тела.

6. Некоторые особенности численного решения уравнений ТДТ

Особенности численного решения уравнений ТДТ и основные разностные схемы.

7. Уравнения динамики тонких оболочек.

Уравнения динамики тонких оболочек.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Решение гиперболических систем дифференциальных уравнений

#### Цель дисциплины:

программа курса ставит своей целью дать студентам набор современных надежных и проверенных численных методик для решения сложных многомерных гиперболических систем уравнений.

#### Задачи дисциплины:

- научить применять методы для численного решения конкретных линейных и нелинейных гиперболических систем уравнений в частных производных, как одномерных, так и многомерных;
- формирование у студентов знаний в области современного численного моделирования гиперболических систем уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия теории вычислительной математики;
- современные проблемы соответствующих разделов вычислительной математики;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач вычислительной математики и физики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- самостоятельно находить алгоритмы численного решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- оценивать корректность постановок задач;  
самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно и полно изложить полученные результаты в устной и письменной форме.

**Владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов решения гиперболических систем уравнений;

предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Методы с выделением разрывов. Уравнения нестационарной газовой динамики. Их вывод. Особенности решения. Численные методы решения уравнений газовой динамики. Распад разрыва и метод Годунова.

Уравнения нестационарной газовой динамики. Их вывод. Особенности решения. Численные методы решения уравнений газовой динамики. Распад разрыва и метод Годунова.

2. Стационарные уравнения газовой динамики и численные методы их решения.

Методы решения стационарных уравнений и задач газовой динамики.

3. Уравнения теории мелкой воды. Их вывод и особенности. Численные методы их решения. Распад разрыва и метод Годунова. Методы Куранта-Изаксона-Риса, Лакса-Фридрихса и Роу. Стационарные уравнения теории мелкой воды и численные методы их решения.

Вывод и особенности. Численные методы их решения. Распад разрыва и метод Годунова. Методы Куранта-Изаксона-Риса, Лакса-Фридрихса и Роу. Стационарные уравнения теории мелкой воды и численные методы их решения.

4. Уравнения магнитной гидродинамики (МГД).

Численные методы решения уравнений МГД и учет их особенностей,  $\operatorname{div} \mathbf{B}=0$ .

5. Простейшие модели твердых деформируемых тел и уравнения динамики твердого деформируемого тела (ТДТ).

Модели твердых деформируемых тел и уравнения динамики твердого деформируемого тела.

6. Некоторые особенности численного решения уравнений ТДТ

Особенности численного решения уравнений ТДТ и основные разностные схемы.

7. Уравнения динамики тонких оболочек.

Уравнения динамики тонких оболочек.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

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

### Решение гиперболических систем дифференциальных уравнений

#### Цель дисциплины:

программа курса ставит своей целью дать студентам набор современных надежных и проверенных численных методик для решения сложных многомерных гиперболических систем уравнений.

#### Задачи дисциплины:

- научить применять методы для численного решения конкретных линейных и нелинейных гиперболических систем уравнений в частных производных, как одномерных, так и многомерных;
- формирование у студентов знаний в области современного численного моделирования гиперболических систем уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия теории вычислительной математики;
- современные проблемы соответствующих разделов вычислительной математики;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач вычислительной математики и физики.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- самостоятельно находить алгоритмы численного решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- оценивать корректность постановок задач;  
самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно и полно изложить полученные результаты в устной и письменной форме.

**Владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов решения гиперболических систем уравнений;

предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Методы с выделением разрывов. Уравнения нестационарной газовой динамики. Их вывод. Особенности решения. Численные методы решения уравнений газовой динамики. Распад разрыва и метод Годунова.

Уравнения нестационарной газовой динамики. Их вывод. Особенности решения. Численные методы решения уравнений газовой динамики. Распад разрыва и метод Годунова.

2. Стационарные уравнения газовой динамики и численные методы их решения.

Методы решения стационарных уравнений и задач газовой динамики.

3. Уравнения теории мелкой воды. Их вывод и особенности. Численные методы их решения. Распад разрыва и метод Годунова. Методы Куранта-Изаксона-Риса, Лакса-Фридрихса и Роу. Стационарные уравнения теории мелкой воды и численные методы их решения.

Вывод и особенности. Численные методы их решения. Распад разрыва и метод Годунова. Методы Куранта-Изаксона-Риса, Лакса-Фридрихса и Роу. Стационарные уравнения теории мелкой воды и численные методы их решения.

4. Уравнения магнитной гидродинамики (МГД).

Численные методы решения уравнений МГД и учет их особенностей,  $\operatorname{div} \mathbf{B}=0$ .

5. Простейшие модели твердых деформируемых тел и уравнения динамики твердого деформируемого тела (ТДТ).

Модели твердых деформируемых тел и уравнения динамики твердого деформируемого тела.

6. Некоторые особенности численного решения уравнений ТДТ

Особенности численного решения уравнений ТДТ и основные разностные схемы.

7. Уравнения динамики тонких оболочек.

Уравнения динамики тонких оболочек.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Решение задач математической физики на многопроцессорных вычислительных системах**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с возможностями высокопроизводительных вычислений, возникающими при этом научными проблемами и путями их решения.

#### **Задачи дисциплины:**

- демонстрация потенциальных возможностей использования вычислительных систем сверхвысокой производительности для решения конкретных актуальных научно-технических задач;
- обучение студентов использовать высокопроизводительные системы для решения стоящих перед ним задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области высокопроизводительных вычислений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Вопросы параллельного математического обеспечения.

Некоторые вопросы параллельного математического обеспечения: визуализация данных высокопроизводительных вычислений, рациональное разбиение областей для неструктурированных сеток, динамическая балансировка загрузки для неоднородных алгоритмов.

## 2. История развития параллельных вычислений. Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники.

История развития параллельных вычислений, типы многопроцессорных систем, тенденции развития многопроцессорной техники.

Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники: адаптация алгоритмов к архитектуре систем с распределенной памятью, интерпретация результатов многопроцессорных вычислений, корректность используемых алгоритмов и программы.

## 3. Кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

Параллельные алгоритмы, использующие видоизмененные модели механики сплошной среды: кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

## 4. Метакомпьютинг.

Некоторые математические вопросы метакомпьютинга: распределенные базы данных, сильно и слабо связанные задачи.

## 5. Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах. Моделирование процессов горения.



Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах: моделирование неустановившихся течений вязкого газа, задач аэроакустики и аэроупругости, турбулентных течений.

Моделирование процессов горения.

6. Моделирование электронно-дырочной плазмы. Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

Моделирование электронно-дырочной плазмы современных полупроводниковых приборов на параллельных системах.

Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

7. Параллельные алгоритмы.

Обзор существующих алгоритмов для параллельных вычислений

8. Требования к параллельным алгоритмам.

Некоторые требования к параллельным алгоритмам: внутренний параллелизм, минимизация обменов между процессорами, логическая простота алгоритмов. Примеры алгоритмов успешно адаптируемых к архитектуре многопроцессорных систем: однородные и явные схемы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Решение задач математической физики на многопроцессорных вычислительных системах**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с возможностями высокопроизводительных вычислений, возникающими при этом научными проблемами и путями их решения.

#### **Задачи дисциплины:**

- демонстрация потенциальных возможностей использования вычислительных систем сверхвысокой производительности для решения конкретных актуальных научно-технических задач;
- обучение студентов использовать высокопроизводительные системы для решения стоящих перед ним задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области высокопроизводительных вычислений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Вопросы параллельного математического обеспечения.

Некоторые вопросы параллельного математического обеспечения: визуализация данных высокопроизводительных вычислений, рациональное разбиение областей для неструктурированных сеток, динамическая балансировка загрузки для неоднородных алгоритмов.

## 2. История развития параллельных вычислений. Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники.

История развития параллельных вычислений, типы многопроцессорных систем, тенденции развития многопроцессорной техники.

Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники: адаптация алгоритмов к архитектуре систем с распределенной памятью, интерпретация результатов многопроцессорных вычислений, корректность используемых алгоритмов и программы.

## 3. Кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

Параллельные алгоритмы, использующие видоизмененные модели механики сплошной среды: кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

## 4. Метакомпьютинг.

Некоторые математические вопросы метакомпьютинга: распределенные базы данных, сильно и слабо связанные задачи.

## 5. Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах. Моделирование процессов горения.

Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах: моделирование неустановившихся течений вязкого газа, задач аэроакустики и аэроупругости, турбулентных течений.

Моделирование процессов горения.

6. Моделирование электронно-дырочной плазмы. Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

Моделирование электронно-дырочной плазмы современных полупроводниковых приборов на параллельных системах.

Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

7. Параллельные алгоритмы.

Обзор существующих алгоритмов для параллельных вычислений

8. Требования к параллельным алгоритмам.

Некоторые требования к параллельным алгоритмам: внутренний параллелизм, минимизация обменов между процессорами, логическая простота алгоритмов. Примеры алгоритмов успешно адаптируемых к архитектуре многопроцессорных систем: однородные и явные схемы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Решение задач математической физики на многопроцессорных вычислительных системах**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с возможностями высокопроизводительных вычислений, возникающими при этом научными проблемами и путями их решения.

#### **Задачи дисциплины:**

- демонстрация потенциальных возможностей использования вычислительных систем сверхвысокой производительности для решения конкретных актуальных научно-технических задач;
- обучение студентов использовать высокопроизводительные системы для решения стоящих перед ним задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области высокопроизводительных вычислений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Вопросы параллельного математического обеспечения.

Некоторые вопросы параллельного математического обеспечения: визуализация данных высокопроизводительных вычислений, рациональное разбиение областей для неструктурированных сеток, динамическая балансировка загрузки для неоднородных алгоритмов.

## 2. История развития параллельных вычислений. Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники.

История развития параллельных вычислений, типы многопроцессорных систем, тенденции развития многопроцессорной техники.

Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники: адаптация алгоритмов к архитектуре систем с распределенной памятью, интерпретация результатов многопроцессорных вычислений, корректность используемых алгоритмов и программы.

## 3. Кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

Параллельные алгоритмы, использующие видоизмененные модели механики сплошной среды: кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

## 4. Метакомпьютинг.

Некоторые математические вопросы метакомпьютинга: распределенные базы данных, сильно и слабо связанные задачи.

## 5. Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах. Моделирование процессов горения.

Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах: моделирование неустановившихся течений вязкого газа, задач аэроакустики и аэроупругости, турбулентных течений.

Моделирование процессов горения.

6. Моделирование электронно-дырочной плазмы. Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

Моделирование электронно-дырочной плазмы современных полупроводниковых приборов на параллельных системах.

Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

7. Параллельные алгоритмы.

Обзор существующих алгоритмов для параллельных вычислений

8. Требования к параллельным алгоритмам.

Некоторые требования к параллельным алгоритмам: внутренний параллелизм, минимизация обменов между процессорами, логическая простота алгоритмов. Примеры алгоритмов успешно адаптируемых к архитектуре многопроцессорных систем: однородные и явные схемы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Решение задач математической физики на многопроцессорных вычислительных системах**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с возможностями высокопроизводительных вычислений, возникающими при этом научными проблемами и путями их решения.

#### **Задачи дисциплины:**

- демонстрация потенциальных возможностей использования вычислительных систем сверхвысокой производительности для решения конкретных актуальных научно-технических задач;
- обучение студентов использовать высокопроизводительные системы для решения стоящих перед ним задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области высокопроизводительных вычислений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.



**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Вопросы параллельного математического обеспечения.

Некоторые вопросы параллельного математического обеспечения: визуализация данных высокопроизводительных вычислений, рациональное разбиение областей для неструктурированных сеток, динамическая балансировка загрузки для неоднородных алгоритмов.

## 2. История развития параллельных вычислений. Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники.

История развития параллельных вычислений, типы многопроцессорных систем, тенденции развития многопроцессорной техники.

Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники: адаптация алгоритмов к архитектуре систем с распределенной памятью, интерпретация результатов многопроцессорных вычислений, корректность используемых алгоритмов и программы.

## 3. Кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

Параллельные алгоритмы, использующие видоизмененные модели механики сплошной среды: кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

## 4. Метакомпьютинг.

Некоторые математические вопросы метакомпьютинга: распределенные базы данных, сильно и слабо связанные задачи.

## 5. Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах. Моделирование процессов горения.

Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах: моделирование неустановившихся течений вязкого газа, задач аэроакустики и аэроупругости, турбулентных течений.

Моделирование процессов горения.

6. Моделирование электронно-дырочной плазмы. Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

Моделирование электронно-дырочной плазмы современных полупроводниковых приборов на параллельных системах.

Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

7. Параллельные алгоритмы.

Обзор существующих алгоритмов для параллельных вычислений

8. Требования к параллельным алгоритмам.

Некоторые требования к параллельным алгоритмам: внутренний параллелизм, минимизация обменов между процессорами, логическая простота алгоритмов. Примеры алгоритмов успешно адаптируемых к архитектуре многопроцессорных систем: однородные и явные схемы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Решение задач математической физики на многопроцессорных вычислительных системах**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с возможностями высокопроизводительных вычислений, возникающими при этом научными проблемами и путями их решения.

#### **Задачи дисциплины:**

- демонстрация потенциальных возможностей использования вычислительных систем сверхвысокой производительности для решения конкретных актуальных научно-технических задач;
- обучение студентов использовать высокопроизводительные системы для решения стоящих перед ним задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области высокопроизводительных вычислений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Вопросы параллельного математического обеспечения.

Некоторые вопросы параллельного математического обеспечения: визуализация данных высокопроизводительных вычислений, рациональное разбиение областей для неструктурированных сеток, динамическая балансировка загрузки для неоднородных алгоритмов.

## 2. История развития параллельных вычислений. Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники.

История развития параллельных вычислений, типы многопроцессорных систем, тенденции развития многопроцессорной техники.

Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники: адаптация алгоритмов к архитектуре систем с распределенной памятью, интерпретация результатов многопроцессорных вычислений, корректность используемых алгоритмов и программы.

## 3. Кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

Параллельные алгоритмы, использующие видоизмененные модели механики сплошной среды: кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

## 4. Метакомпьютинг.

Некоторые математические вопросы метакомпьютинга: распределенные базы данных, сильно и слабо связанные задачи.

## 5. Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах. Моделирование процессов горения.

Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах: моделирование неустановившихся течений вязкого газа, задач аэроакустики и аэроупругости, турбулентных течений.

Моделирование процессов горения.

6. Моделирование электронно-дырочной плазмы. Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

Моделирование электронно-дырочной плазмы современных полупроводниковых приборов на параллельных системах.

Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

7. Параллельные алгоритмы.

Обзор существующих алгоритмов для параллельных вычислений

8. Требования к параллельным алгоритмам.

Некоторые требования к параллельным алгоритмам: внутренний параллелизм, минимизация обменов между процессорами, логическая простота алгоритмов. Примеры алгоритмов успешно адаптируемых к архитектуре многопроцессорных систем: однородные и явные схемы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Решение задач математической физики на многопроцессорных вычислительных системах**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с возможностями высокопроизводительных вычислений, возникающими при этом научными проблемами и путями их решения.

#### **Задачи дисциплины:**

- демонстрация потенциальных возможностей использования вычислительных систем сверхвысокой производительности для решения конкретных актуальных научно-технических задач;
- обучение студентов использовать высокопроизводительные системы для решения стоящих перед ним задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области высокопроизводительных вычислений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:****1. Вопросы параллельного математического обеспечения.**

Некоторые вопросы параллельного математического обеспечения: визуализация данных высокопроизводительных вычислений, рациональное разбиение областей для неструктурированных сеток, динамическая балансировка загрузки для неоднородных алгоритмов.

**2. История развития параллельных вычислений. Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники.**

История развития параллельных вычислений, типы многопроцессорных систем, тенденции развития многопроцессорной техники.

Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники: адаптация алгоритмов к архитектуре систем с распределенной памятью, интерпретация результатов многопроцессорных вычислений, корректность используемых алгоритмов и программы.

**3. Кинетические и Lattice Boltzmann схемы.**

Параллельные алгоритмы, использующие видоизмененные модели механики сплошной среды: кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

**4. Метакомпьютинг.**

Некоторые математические вопросы метакомпьютинга: распределенные базы данных, сильно и слабо связанные задачи.

**5. Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах. Моделирование процессов горения.**

Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах: моделирование неустановившихся течений вязкого газа, задач аэроакустики и аэроупругости, турбулентных течений.

Моделирование процессов горения.

6. Моделирование электронно-дырочной плазмы. Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

Моделирование электронно-дырочной плазмы современных полупроводниковых приборов на параллельных системах.

Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

7. Параллельные алгоритмы.

Обзор существующих алгоритмов для параллельных вычислений

8. Требования к параллельным алгоритмам.

Некоторые требования к параллельным алгоритмам: внутренний параллелизм, минимизация обменов между процессорами, логическая простота алгоритмов. Примеры алгоритмов успешно адаптируемых к архитектуре многопроцессорных систем: однородные и явные схемы.



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Решение задач математической физики на многопроцессорных вычислительных системах**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с возможностями высокопроизводительных вычислений, возникающими при этом научными проблемами и путями их решения.

#### **Задачи дисциплины:**

- демонстрация потенциальных возможностей использования вычислительных систем сверхвысокой производительности для решения конкретных актуальных научно-технических задач;
- обучение студентов использовать высокопроизводительные системы для решения стоящих перед ним задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области высокопроизводительных вычислений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Вопросы параллельного математического обеспечения.

Некоторые вопросы параллельного математического обеспечения: визуализация данных высокопроизводительных вычислений, рациональное разбиение областей для неструктурированных сеток, динамическая балансировка загрузки для неоднородных алгоритмов.

## 2. История развития параллельных вычислений. Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники.

История развития параллельных вычислений, типы многопроцессорных систем, тенденции развития многопроцессорной техники.

Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники: адаптация алгоритмов к архитектуре систем с распределенной памятью, интерпретация результатов многопроцессорных вычислений, корректность используемых алгоритмов и программы.

## 3. Кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

Параллельные алгоритмы, использующие видоизмененные модели механики сплошной среды: кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

## 4. Метакомпьютинг.

Некоторые математические вопросы метакомпьютинга: распределенные базы данных, сильно и слабо связанные задачи.

## 5. Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах. Моделирование процессов горения.

Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах: моделирование неустановившихся течений вязкого газа, задач аэроакустики и аэроупругости, турбулентных течений.

Моделирование процессов горения.

6. Моделирование электронно-дырочной плазмы. Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

Моделирование электронно-дырочной плазмы современных полупроводниковых приборов на параллельных системах.

Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

7. Параллельные алгоритмы.

Обзор существующих алгоритмов для параллельных вычислений

8. Требования к параллельным алгоритмам.

Некоторые требования к параллельным алгоритмам: внутренний параллелизм, минимизация обменов между процессорами, логическая простота алгоритмов. Примеры алгоритмов успешно адаптируемых к архитектуре многопроцессорных систем: однородные и явные схемы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Решение задач математической физики на многопроцессорных вычислительных системах**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с возможностями высокопроизводительных вычислений, возникающими при этом научными проблемами и путями их решения.

#### **Задачи дисциплины:**

- демонстрация потенциальных возможностей использования вычислительных систем сверхвысокой производительности для решения конкретных актуальных научно-технических задач;
- обучение студентов использовать высокопроизводительные системы для решения стоящих перед ним задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области высокопроизводительных вычислений в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:****1. Вопросы параллельного математического обеспечения.**

Некоторые вопросы параллельного математического обеспечения: визуализация данных высокопроизводительных вычислений, рациональное разбиение областей для неструктурированных сеток, динамическая балансировка загрузки для неоднородных алгоритмов.

**2. История развития параллельных вычислений. Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники.**

История развития параллельных вычислений, типы многопроцессорных систем, тенденции развития многопроцессорной техники.

Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники: адаптация алгоритмов к архитектуре систем с распределенной памятью, интерпретация результатов многопроцессорных вычислений, корректность используемых алгоритмов и программы.

**3. Кинетические и Lattice Boltzmann схемы.**

Параллельные алгоритмы, использующие видоизмененные модели механики сплошной среды: кинетические и Lattice Boltzmann схемы.

**4. Метакомпьютинг.**

Некоторые математические вопросы метакомпьютинга: распределенные базы данных, сильно и слабо связанные задачи.

**5. Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах. Моделирование процессов горения.**

Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах: моделирование неустановившихся течений вязкого газа, задач аэроакустики и аэроупругости, турбулентных течений.

Моделирование процессов горения.

6. Моделирование электронно-дырочной плазмы. Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

Моделирование электронно-дырочной плазмы современных полупроводниковых приборов на параллельных системах.

Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.

7. Параллельные алгоритмы.

Обзор существующих алгоритмов для параллельных вычислений

8. Требования к параллельным алгоритмам.

Некоторые требования к параллельным алгоритмам: внутренний параллелизм, минимизация обменов между процессорами, логическая простота алгоритмов. Примеры алгоритмов успешно адаптируемых к архитектуре многопроцессорных систем: однородные и явные схемы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Русский язык как иностранный**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Русский язык как иностранный (уровень В1+)» является формирование межкультурной профессиональной коммуникативной компетенции на уровне В1+ по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности на русском языке, а также для дальнейшего самообразования магистрантов.

#### **Задачи дисциплины:**

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

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

– межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

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

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции России;
- достижения, открытия, события из области русской культуры, политики, социальной жизни;
- фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности русского языка и его отличие от родного языка;
- особенности основных типов и некоторых жанров письменной и устной речи;
- особенности и различный формулы русского речевого этикета;
- основные достижения в области российской науки.

#### **уметь:**

- Понимать на слух содержание законченного по смыслу аудиотекста, в котором используются в основном эксплицитные способы выражения содержания, а допустимые имплицитные формы отличаются высокой частотностью и стандартностью моделей продуцирования смысла;
- достигать необходимых уровней понимания в различных сферах и ситуациях общения в соответствии с заданными параметрами социальных и поведенческих характеристик общения;
- понимать основное тематическое содержание, а также наиболее функционально значимую смысловую информацию, отражающую намерения говорящего;
- понимать семантику отдельных фрагментов текста и ключевых единиц, определяющих особенности развития тематического содержания;
- понимать основные социально-поведенческие характеристики говорящего;
- понимать основные цели и мотивы говорящего, характер его отношения к предмету речи и реципиенту, выраженные в аудиотексте эксплицитно;
- достигать определенных целей коммуникации в различных сферах общения с учетом социальных и поведенческих ролей в диалогической и монологической формах речи;
- организовывать речь в форме диалога, быть инициатором диалога-расспроса, используя развитую тактику речевого общения (начинать и заканчивать разговор в



ситуациях различной степени сложности, вербально выражать коммуникативную задачу, уточнять детали сообщения собеседника);

– продуцировать монологические высказывания, содержащие: описание конкретных и абстрактных объектов; повествование об актуальных для говорящего событиях во всех видовременных планах; рассуждения на актуальные для говорящего темы, содержащие выражение мнения, аргументацию с элементами оценки, выводы;

– достигать цели коммуникации в ситуации свободной беседы, где роль инициатора общения принадлежит собеседнику и где необходимо умение реализовать тактику речевого поведения, характерную для неподготовленного общения в рамках свободной беседы (преимущественно на социально-культурные темы);

– репродуцировать письменный и аудиотексты, демонстрируя умение выделять основную информацию, производить компрессию путем исключения второстепенной информации;

– продуцировать письменный текст, относящийся к официально-деловой сфере общения (заявление, объяснительная записка, доверенность, рекомендация и т.д.);

– осуществлять дистантное письменное общение, вести записи на основе увиденного и прочитанного с элементами количественной и качественной характеристики, оценки, с использованием типизированных композиционных компонентов (введение, развертывание темы, заключение);

– проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;

– читать и анализировать тексты научного стиля любой тематики, составлять план (план-конспект), выделять главную информацию и уметь ее интерпретировать в зависимости от задания;

– воспринимать на слух аудиотексты научной тематики, выделять главную информацию, фиксировать наиболее значимые факты, кратко излагать содержание прослушанного аудиофрагмента;

– вступать в дискуссию, связанную с научной проблематикой, грамотно выражать свою точку зрения по конкретному вопросу, используя языковые средства научного стиля.

**владеть:**

– Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне В1-В2;

– социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;

– различными коммуникативными стратегиями;

– учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;

– стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;

- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Сферы интересов и увлечений. Свободное время. Хобби.**

Коммуникативные задачи: инициировать беседу, поддерживать беседу о сферах интересов и увлечений человека, важности и значимости хобби в жизни каждого человека. Высказывать мнение о влияниях хобби на формирование личности. Поддерживать дискуссию на тему связи хобби с будущей профессиональной деятельностью. Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события. Составлять вопросный план и тезисный план (для интервью), написать эссе на основе интервью (повествовательный тип).

Лексика: «Характер», «Сферы общественной жизни», «Сферы интересов и увлечений», «Хобби», «Свободное время», «Глаголы речи (с продуктивными приставками)». РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: именительный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции НСВ).

Фонетика: коррекция фонетических трудностей в области произношения русских гласных и согласных звуков.

#### **2. Значение образования в жизни человека. Российская система образования.**

Коммуникативные задачи: инициировать беседу, вступить в дискуссию по теме, выразить свою точку зрения о значении образования в жизни современного человека. Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять различия Российской системы образования от системы образования в стране обучающегося. Сопоставлять факты и события. Подготовить на основе полученной информации доклад о различиях в системе образования. Составлять вопросный план и тезисный план (для интервью), написать эссе на основе интервью (повествовательный тип), создать презентацию по теме дискуссии.

Лексика: «Образование», «Сферы общественной жизни», «Наука и жизнь», «Интеллектуальное развитие человека», «Глаголы речи (со значением классификации и принадлежности к классу)». РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: родительный падеж существительных (повторение и обобщение). Определительные конструкции с существительными в форме родительного падежа. Выражение причинно-следственных отношений с помощью конструкций с родительным падежом (из-за..., от..., с... и др.). Особенности выражения временных отношений с использованием конструкций с родительным падежом.

Фонетика: коррекция фонетических трудностей в области произношения русских гласных и согласных звуков.

#### **3. Путешествия. Интересные и необычные места планеты. Достопримечательности России и страны обучающегося.**

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о наиболее интересных и необычных местах Земли. Уточнять необходимую информацию о важнейших туристических целях страны обучающегося. Выразить рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность). Обобщать информацию и делать выводы. Написать эссе, содержащее сравнительный анализ. Инициировать беседу о значении путешествий в жизни человека.

Лексика: «Путешествия», «Интересные места планеты», «Достопримечательности». РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: дательный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции СВ), выражение определительных отношений (активные причастия настоящего и прошедшего времени). Конструкции который + глагол.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения русских согласных звуков.

4. Традиции и обычаи России. Сопоставление с традициями и обычаями родной страны обучающегося.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о традициях и обычаях России и страны обучающегося. Инициировать беседу об особенностях празднования наиболее значимых праздников (Новый год, Международный женский день, дни рождения, свадьбы, Рождество) и традициях дарить подарки. Вступить в дискуссию о культурных фактах и событиях, государственных праздниках. Выразить и выяснять эмоциональную оценку (удовольствие/неудовольствие, удивление, равнодушие, восхищение и т.п.). Написать эссе (описательного типа).

Лексика: «Традиции и обычаи», «Праздники», «Подарки», «Эмоциональное состояние». РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения.

Грамматика: винительный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Глаголы движения с приставками, Выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с глаголами, выражающими внутреннее состояние, чувство).

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения русских согласных звуков.

5. Научно-технический прогресс. Достижения современной науки.

Коммуникативные задачи: провести сравнительный анализ современного состояния науки в России и в родной стране обучающегося, аргументированно изложить выявленные сходства и различия. 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). Инициировать дискуссию с целью поиска решения ряда проблем современной науки. Обобщать информацию и делать выводы. Написать конспект текста по специальности.

Лексика: «Научные открытия и изобретения», «Наука», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставками)».

Грамматика: творительный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с возвратными глаголами, выражающими временные границы действия, изменения состояния, качества, количества, характеристики. Безличные конструкции на -ся). Глаголы движения с приставками (обобщение и систематизация).

Фонетика: стилистические и эмоционально-оценочные функции русской интонации.

6. Человек и искусство. Значение искусства в жизни человека. Музыка, кино, живопись, литература.

Коммуникативные задачи: выразить и аргументировать свою точку зрения о значении искусства в жизни человека. Выяснить и уточнить информацию о любимых видах искусства собеседника. Инициировать дискуссию о наиболее актуальных в настоящее время видах искусства. Подготовить сообщение о любимом фильме, музыкальном и литературном произведении и т.д. Выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность), обобщать информацию и делать выводы. Написать эссе по теме дискуссии.

Лексика: «Искусство», «Музыка», «Литература», «Кинематография», «Живопись».

Грамматика: предложный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Виды глагола (повторение и обобщение): 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, двувидовые глаголы.

Фонетика: стилистические и эмоционально-оценочные функции русской интонации.

7. Спорт и его влияние на здоровье и характер человека. Спорт в жизни каждого человека.

Коммуникативные задачи: инициировать беседу, поддерживать беседу о значении спорта в жизни человека. Поддерживать дискуссию о влиянии спорта на здоровье и эмоциональное состояние человека. Уточнить, выяснить, выразить свою точку зрения о необходимости занятий спортом как одним из факторов, формирующих характер личности. Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события. Составлять вопросный план и тезисный план (для интервью), написать эссе на основе интервью (повествовательный тип).

Лексика: «Спорт», «Здоровье», «Эмоциональное состояние». РС и этикетные формулы, характерные для публичного выступления.

Грамматика: существительные и прилагательные в форме множественного числа (повторение и обобщение). Выражение временных отношений в простом и сложном предложении. Деепричастие.

Фонетика: коррекция фонетического акцента.

8. Наиболее актуальные и престижные профессии. Наиболее значимые аспекты при выборе профессии.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о наиболее актуальных и престижных в настоящее время профессиях. Приоритетах в выборе будущей профессии. Инициировать дискуссию о наиболее полезных для общества профессиях. Поддерживать

беседу о критериях выбора профессии и ее связи с характером и сферами интересов и увлечений личности, специфике и условиях работы. Расспрашивать, уточнять, дополнять, выражать согласие/несогласие, выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять).

Лексика: «Профессии», «Карьера, успех». РС социально-правовой оценки (обвинения и защиты).

Грамматика: глагольное управление (повторение и обобщение).

Фонетика: коррекция фонетического акцента.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Семинар по специальности математическое моделирование**

#### **Цель дисциплины:**

Получение студентами фундаментальных знаний в области своей прикладной деятельности, ознакомление с последними результатами научных исследований, обучение принципам написания научных статей и подготовки научных докладов и презентаций.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с последними достижениями в области математического моделирования;
- обучение студентов принципам написания научных статей, докладов и презентаций;
- формирование подходов к оформлению выпускной работы на степень магистра, кандидатской диссертации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Ознакомление с основными результатами, представленными на последних научных конференциях в области математического моделирования.

Ознакомление с основными результатами, представленными на последних научных конференциях в области математического моделирования. Выступления студентов с докладами по результатам своей научной работы.

Краткое ознакомление с докладами последних научных конференций.

Доклады студентов.

2. Подготовка презентации. Оформление магистерской диссертации.

Типы презентаций. Защита дипломной работы. Защита диссертации. Конференция. Выступление на семинаре.

Правила оформления магистерской диссертации.

3. Принципы написания научной статьи. Построение научного доклада.

Объем статьи. Иллюстрации. Структура статьи. Формулы. Аннотация. Список литературы.

Стилистика научного языка. Вступление, основная часть, заключение доклада. Этапы подготовки доклада.

4. Доклады студентов по тематике научной работы

Доклады студентов по тематике научной работы



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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Семинар по специальности математическое моделирование**

#### **Цель дисциплины:**

– получение студентами фундаментальных знаний в области своей прикладной деятельности, ознакомление с последними результатами научных исследований, обучение принципам написания научных статей и подготовки научных докладов и презентаций.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с последними достижениями в области решения задач математической физики и математического моделирования;
- обучение студентов принципам написания научных статей, докладов и презентаций;
- формирование подходов к оформлению выпускной работы на степень магистра, кандидатской диссертации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- понятия энергии и энтропии;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Принципы и средства написания научных работ.

Принципы построения научных докладов.

Стилистика письменного научного языка. Структура, объём, формулы, аннотация, цитирования и ссылки, список литературы.

Стилистика устного научного языка. Формулирование темы, вступление, основная часть, заключение. Этапы подготовки доклада.

2. Принципы и средства подготовки презентаций.

Правила оформления магистерских диссертаций.

Типы презентаций. Защита дипломной работы. Защита диссертации. Конференция. Выступление на семинаре.

Титульный лист, объём, приложения.

3. Текущий статус работ над магистерскими диссертациями.

Обсуждение текущего статуса работ над магистерскими диссертациями (степень готовности, имеющиеся проблемы и подходы к их решению, корректировка планов подготовки).

4. Новейшие результаты в области математического моделирования и оптимизации

Обсуждение результатов, представленных в «свежей» научной периодике и на последних научных конференциях

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Семинар по тематике магистерских диссертаций**

#### **Цель дисциплины:**

– обеспечить систематический характер научной работы студентов и интенсифицировать исследования по тематике магистерских диссертаций.

#### **Задачи дисциплины:**

- периодическое обсуждение (примерно 2 раза в месяц) состояния исследований в рамках магистерских диссертаций каждого студента;
- выявление общих проблем методологического и методического характера и их обсуждение с привлечением научных руководителей;
- обучение студентов навыкам краткого и развернутого представления замысла и результатов магистерской диссертации, навыкам построения Power-Point-презентаций.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- содержание научных публикаций по тематике своей магистерской диссертации;
- знать варианты теоретических концепций, которые могут быть положены в основу магистерской диссертации;
- знать особенности методологии и методики сбора и обработки соответствующих статистических данных.

##### **уметь:**

- обосновывать актуальность темы магистерской диссертации;
- давать развернутую характеристику ее замысла и программы исследований;
- объяснить, на каких фактографических и теоретических представлениях, а также статистических данных основывается магистерская диссертация;

аргументированно объяснить, почему те или иные аспекты исходной исследовательской задачи не были рассмотрены в магистерской диссертации и как это сказалось на ее результатах.

**владеть:**

навыками построения презентации материалов магистерской диссертации.

**Темы и разделы курса:**

1. Обсуждение замысла магистерской диссертации и плана исследований.

Обсуждение исходной проблемной ситуации и предыстории ее исследования. Обоснование актуальности темы исследования.

Обсуждение вариантов постановки исследовательской задачи и соответствующих им результатов исследования.

Обсуждение методологических основ и методики исследования, возможностей его информационного обеспечения.

Обсуждение рабочего варианта программы исследования.

2. Обсуждение конкретных методических и методологических вопросов, возникающих в ходе исследований.

Обсуждение информационных сообщений, посвященных характеристике той работы, которая была сделана студентами за предыдущие 2-3 недели, ее соответствия первоначальному варианту программы исследования. Обсуждение ситуаций, требующих корректировки программы.

Обсуждение промежуточных результатов и методики их получения.

3. Подготовка к представлению замысла и промежуточных результатов исследования на Государственном экзамене по специальности.

Рассмотрение примеров профессиональных презентаций и обсуждение возможностей применения соответствующих приемов.

Обсуждение вариантов формулировки и возможностей образного представления постановки задачи и результатов исследования.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Системное проектирование и моделирование**

#### **Цель дисциплины:**

Дать обучаемым фундаментальные знания по теоретическим основам разработки сложных технических систем с помощью применения математического моделирования. В качестве сложных систем рассматриваются современные авиационно-ракетные комплексы.

Предметом дисциплины являются основы системного анализа и исследования операций для решения задачи обоснования структуры построения и выбора технических характеристик больших авиационно-ракетных систем; принятие решений в условиях неопределенности, методы декомпозиции, методы оптимизации, методы операционного моделирования.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами основ системного анализа и исследования операций для решения задачи обоснования структуры построения и выбора технических характеристик больших авиационно-ракетных систем;
- приобретение теоретических знаний в области принятия решений в условиях неопределенности;
- приобретение теоретических знаний и навыков практического использования методов декомпозиции, методов оптимизации, методов операционного моделирования.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы системного проектирования сложных авиационно-ракетных комплексов методами математического моделирования;
- этапы разработки современных сложных технических систем и место математического моделирования на каждом из них;
- постановку задачи оптимального проектирования сложной технической системы, в том числе для авиационно-ракетных комплексов и систем;
- основные обобщенные характеристики авиационно-ракетных комплексов и систем;
- методы анализа и синтеза сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов;

- методы принятия решений в условиях неопределенности;
- особенности функционирования авиационно-ракетных комплексов и систем при применении по назначению;
- методы имитационного математического моделирования функционирования сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов и систем.

**уметь:**

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

**владеть:**

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методикой анализа и синтеза сложных технических систем на основе математического моделирования;
- методикой оценки эффективности функционирования сложных технических систем на основе имитационного математического моделирования.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Теоретические основы системного проектирования сложных авиационно-ракетных комплексов. Место математического моделирования.

Понятие сложной технической системы (СТС). Система, подсистема, элемент. Многоуровневые иерархические системы. Примеры.

Облик сложной технической системы: структура построения и тактико-технические характеристики. Примеры.

Представление о зенитной ракетной группировке как о сложной многоуровневой иерархической системе. Авиационный боевой комплекс и его подсистемы. Управляемая ракета и ее подсистемы. Основные тактико-технические характеристики.

Вопросы принятия решений при системном анализе. Простой и системный подходы. Декомпозиция.

Этапы проектирования сложной системы, решаемые задачи, роль математического моделирования, исполнители этапа.

2. Декомпозиция задачи проектирования сложных технических систем.

Декомпозиция задачи проектирования. Последовательность решения задачи при декомпозиции. Итерационный характер решения задачи и процесс взаимодействия задач, решаемых на различных иерархических уровнях проектирования.

3. Имитационное операционное математическое моделирование. Примеры моделирования функционирования ракетно-авиационных комплексов. Заключение.

Математические модели операций. Аналитическое и имитационное моделирование.

Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло. Пример, иллюстрирующий метод.

Единичный жребий и формы его организации.

Сравнение имитационного и аналитического моделирования.

Подходы к имитационному моделированию. Событийное моделирование и способы его организации в математической модели (потактовый и пособытийный).

4. Постановка задачи синтеза сложной технической системы на начальных этапах проектирования.

Постановка задачи синтеза СТС на начальных этапах проектирования. Критерий «эффективность – затраты». Операция, эффективность, затраты. Боевая операция, выбор критериев оценки эффективности.

Виды постановки задачи синтеза СТС. Многокритериальные задачи, способы решения, множество Парето.

Показатели эффективности и показатели затрат. Примеры.

Характеристика групп параметров, определяющих показатели эффективности.

Условия применения сложной технической системы, их классификация.

5. Принятие решений в условиях неопределенности. Виды критериев принятия решений.

Принятие решений в условиях неопределенности. Виды критериев принятия решений: критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица, вероятностный, недостаточного основания.

Современные средства воздушного нападения: основные группы, назначение и характеристики.

Этапы построения воздушного налета и способы прорыва ПВО.

Общая схема решения задачи оптимального проектирования СТС и назначения тактико-технических требований к отдельным подсистемам. Этапы решения.

Иерархия показателей эффективности и затрат на примере ЗРК и его подсистем и элементов.

6. Система моделей для проектно-исследовательских работ. Модель, реальная действительность, исследователь.

Система моделей для проектно-исследовательских работ. Этапы проектирования СТС при решении задачи методами математического моделирования: внешнее и внутреннее проектирование технической системы, формирование ее облика.

Этапы разработки математических моделей. Модель, реальная действительность, исследователь. Требования к математическим моделям.

7. Сложные технические системы как динамические системы. Классификация, примеры для ракетно-авиационных комплексов.



Понятие динамической системы. Состояние, событие. Переходная функция состояния. Классификация динамических систем: детерминированные и стохастические системы, непрерывные и дискретные системы, открытые и замкнутые системы. Примеры динамических систем.

8. Структурный и параметрический синтез сложных технических систем. Иерархия задач проектирования и показателей. Примеры для ракетно-авиационных комплексов.

Математическая постановка задачи проектирования СТС на этапе технических предложений. Структурный и параметрический синтез.

Математическая постановка задачи оптимального проектирования на уровне АБК и ЗРК.

Математическая постановка задачи оптимального проектирования на уровне УР.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Системный анализ рыночной экономики**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение методов и возможностей математического описания экономических явлений на примере полного, начиная с исходных понятий, разбора оригинальной и в то же время типичной динамической модели рыночной экономики. Курс включает описание реальных и финансовых показателей, используемых при моделировании экономики, а также типичные описания технологических и институциональных ограничений на действия экономических агентов.

В связи с описанием банковской системы на семинарских занятиях подробно изучается стохастическая динамическая задача оптимального управления ликвидностью банков.

Совокупность изучаемых в курсе математических моделей и приемов описания экономических процессов будет полезна студентам как для дальнейшего образования в области экономики, так и для работы с современными информационными системами, которые, как правило и часто без объяснений, включают различные иногда весьма эклектично собранные экономико-математические расчеты.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование необходимых знаний по формализации экономической статистики
- обучение студентов принципам и методам математического моделирования экономики;
- формирование концептуальной основы для выполнения исследований студентами в области математического моделирования экономических систем в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности научного подхода к описанию сложных систем;
- основу моделирования экономики: системы материальных и финансовых балансов и математическое представление основных экономических показателей, разделение характерных времен процессов;

- основные приемы описания технологических и институциональных связей: технологические множества, потребительские предпочтения, ожидаемая прибыль, жизненный цикл производственной единицы, идея экономического равновесия;
- конкретные примеры описания деятельности основных экономических агентов: производителей, потребителей, банков, государства;
- методы анализа моделей: принципы симметрии и автомодельные решения, сравнительная статика.

#### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму методов и возможностей моделирования общественных процессов;
- знать виды и источники экономической статистики;
- уметь использовать статистику для качественного анализа адекватности модели;
- понимать и применять использовать вероятностные модели.

#### **владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием экономических процессов и явлений.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Общая схема и прототип модели. Денежное обращение и описание поведения банков.

Исторические прототипы модели в свете смены этапов развития индустриального общества.

Схема модели: Набор агентов и их финансовые и материальные балансы.

Система денежного обращения: Центральный банк, и межбанковский кредит. Кредитная экспансия и резервирование привлеченных средств. Золотовалютные резервы и «валютное управление». Особенности развития системы денежного обращения в России.

Модель управления ликвидностью банка. Долгосрочные и краткосрочные операции. Кредитный портфель и кассовые разрывы Стратегии краткосрочного управления и задача максимизации ожидаемой дисконтированной прибыли.

Уравнение Беллмана для задачи стохастического оптимального управления. Информационные ограничения. Решение уравнения Беллмана для задачи управления ликвидностью.

Функция Беллмана как критерий оценки риска. Задача сравнения случайных величин. Аксиоматика фон Неймана и функционал ожидаемой полезности. Функционал двойственной теории выбора.

Упрощенное описание деятельности банка.

2. Описание взаимодействия агентов. Анализ однопродуктовой модели.

Конкурентные, монопольные и неравновесные рынки. Рынок продукта, рынок труда, рынок кредитов, рынок сбережений. Тождество Вальраса

Типичные траектории и сбалансированный рост. Эффективность экономических механизмов совершенной конкуренции.

Механизм кризисов перепроизводства.

Сравнительная статика сбалансированного роста. Кейнсианское и монетаристское регулирование.

3. Описание поведения производителей как реализации инвестиционных проектов. Описание поведения домашних хозяйств. Описание экономической политики государства.

Разделение характерных времен процессов. Общие принципы: замораживание медленных переменных и выражение быстрых через медленные. Зависимость медленной динамики от быстрой связь с теоремами Тихонова и Боголюбова, бифуркациями, хаосом и стохастичностью. Характерные времена экономических процессов.

Технологические и институциональные ограничения: Условия совершенной конкуренции и рациональные ожидания. Положительность капитала. Роль нормы амортизации и оценка ее допустимой и необходимой величины.

Решение задачи максимизации приведенного дохода от инвестиционного проекта.

Агрегирование описания производителей: Функция предложения продукта, функция спроса на труд, функция спроса на кредит и фондообразующий продукт. Искажающие и неискажающие налоги.

Преобразование распределения мощностей по моменту создания в распределение по технологиям. Зависимость формы производственной функции от темпа роста.

Упрощенное агрегированное описание поведения производителей.

Задача максимизации ожидаемой полезности потребления. Расслоение потребителей по предпочтению времени.

Упрощенное агрегированное описание поведения потребителей.

Доходы, расходы и дефицит бюджета.

Способы покрытия дефицита.

4. Описание технической базы хозяйства и оценка возможностей экономики. Финансовые балансы.

Технологические ограничения: продукты и ресурсы, производственная мощность, модель Хаутеккера-Йохансена и производственная функция в случае одного ресурса.

Модель простого воспроизводства («Модель Мальтуса»). Рост населения в доиндустриальном и индустриальном обществах. Загадка демографических переходов. Преодоление внешних ограничений индустриальной экономикой

Простейшая модель экономического роста: Норма накопления и сбалансированный рост, «золотое правило» Солоу. Связь с теоремами о магистрали.

Финансовые балансы в потоках: Замкнутость финансовых потоков. Эмитенты и эмиссия. Деньги, как обязательства эмитентов.

Финансовые балансы в остатках: Пассивы и активы. Уставной фонд, основные и оборотные фонды. Валовая прибыль и акционерный капитал, финансовые пирамиды.

Отчетные финансовые балансы: Переоценка запасов и амортизация. Балансовая прибыль и собственные средства. Ценные бумаги.

5. Цели и методы математического описания экономики. Система материальных балансов.

Экономика как самоорганизующаяся развивающаяся система управления производством потреблением и распределением материальных благ. Сложность экономики.

Описательные и количественные методы исследования экономических систем. Эконометрические и имитационные модели. Макроэкономика и микроэкономика, проблема агрегирования. О моделировании сложных систем.

Экономические агенты и экономические механизмы. Экономический агент, как лицо, принимающее решение. Алгоритмическое и оптимизационное описание поведения. Эволюция экономических отношений.

Материальные балансы: Производство, потребление, текущие, капитальные затраты и передачи благ. Аддитивность материальных благ. Проблема описания движения неаддитивных (общественных и информационных) благ.

Агрегирование балансов по агентам и по благам: индексы цен и физического объема, валовая и чистая продукция, конечные и промежуточные продукты, потребление и накопление.

Основной макроэкономический баланс. Норма накопления, уровень жизни, торговый и платежный балансы. Структура основного макроэкономического баланса в современной России.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Системный анализ рыночной экономики**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение методов и возможностей математического описания экономических явлений на примере полного, начиная с исходных понятий, разбора оригинальной и в то же время типичной динамической модели рыночной экономики. Курс включает описание реальных и финансовых показателей, используемых при моделировании экономики, а также типичные описания технологических и институциональных ограничений на действия экономических агентов.

В связи с описанием банковской системы на семинарских занятиях подробно изучается стохастическая динамическая задача оптимального управления ликвидностью банков.

Совокупность изучаемых в курсе математических моделей и приемов описания экономических процессов будет полезна студентам как для дальнейшего образования в области экономики, так и для работы с современными информационными системами, которые, как правило и часто без объяснений, включают различные иногда весьма эклектично собранные экономико-математические расчеты.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование необходимых знаний по формализации экономической статистики
- обучение студентов принципам и методам математического моделирования экономики;
- формирование концептуальной основы для выполнения исследований студентами в области математического моделирования экономических систем в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности научного подхода к описанию сложных систем;
- основу моделирования экономики: системы материальных и финансовых балансов и математическое представление основных экономических показателей, разделение характерных времен процессов;

- основные приемы описания технологических и институциональных связей: технологические множества, потребительские предпочтения, ожидаемая прибыль, жизненный цикл производственной единицы, идея экономического равновесия;
- конкретные примеры описания деятельности основных экономических агентов: производителей, потребителей, банков, государства;
- методы анализа моделей: принципы симметрии и автомодельные решения, сравнительная статика.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму методов и возможностей моделирования общественных процессов;
- знать виды и источники экономической статистики;
- уметь использовать статистику для качественного анализа адекватности модели;
- понимать и применять использовать вероятностные модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием экономических процессов и явлений.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая схема и прототип модели. Денежное обращение и описание поведения банков.

Исторические прототипы модели в свете смены этапов развития индустриального общества.

Схема модели: Набор агентов и их финансовые и материальные балансы.

Система денежного обращения: Центральный банк, и межбанковский кредит. Кредитная экспансия и резервирование привлеченных средств. Золотовалютные резервы и «валютное управление». Особенности развития системы денежного обращения в России.

Модель управления ликвидностью банка. Долгосрочные и краткосрочные операции. Кредитный портфель и кассовые разрывы Стратегии краткосрочного управления и задача максимизации ожидаемой дисконтированной прибыли.

Уравнение Беллмана для задачи стохастического оптимального управления. Информационные ограничения. Решение уравнения Беллмана для задачи управления ликвидностью.

Функция Беллмана как критерий оценки риска. Задача сравнения случайных величин. Аксиоматика фон Неймана и функционал ожидаемой полезности. Функционал двойственной теории выбора.

Упрощенное описание деятельности банка.

2. Описание взаимодействия агентов. Анализ однопродуктовой модели.

Конкурентные, монопольные и неравновесные рынки. Рынок продукта, рынок труда, рынок кредитов, рынок сбережений. Тождество Вальраса

Типичные траектории и сбалансированный рост. Эффективность экономических механизмов совершенной конкуренции.

Механизм кризисов перепроизводства.

Сравнительная статика сбалансированного роста. Кейнсианское и монетаристское регулирование.

3. Описание поведения производителей как реализации инвестиционных проектов. Описание поведения домашних хозяйств. Описание экономической политики государства.

Разделение характерных времен процессов. Общие принципы: замораживание медленных переменных и выражение быстрых через медленные. Зависимость медленной динамики от быстрой связь с теоремами Тихонова и Боголюбова, бифуркациями, хаосом и стохастичностью. Характерные времена экономических процессов.

Технологические и институциональные ограничения: Условия совершенной конкуренции и рациональные ожидания. Положительность капитала. Роль нормы амортизации и оценка ее допустимой и необходимой величины.

Решение задачи максимизации приведенного дохода от инвестиционного проекта.

Агрегирование описания производителей: Функция предложения продукта, функция спроса на труд, функция спроса на кредит и фондообразующий продукт. Искажающие и неискажающие налоги.

Преобразование распределения мощностей по моменту создания в распределение по технологиям. Зависимость формы производственной функции от темпа роста.

Упрощенное агрегированное описание поведения производителей.

Задача максимизации ожидаемой полезности потребления. Расслоение потребителей по предпочтению времени.

Упрощенное агрегированное описание поведения потребителей.

Доходы, расходы и дефицит бюджета.

Способы покрытия дефицита.

4. Описание технической базы хозяйства и оценка возможностей экономики. Финансовые балансы.

Технологические ограничения: продукты и ресурсы, производственная мощность, модель Хаутеккера-Йохансена и производственная функция в случае одного ресурса.



Модель простого воспроизводства («Модель Мальтуса»). Рост населения в доиндустриальном и индустриальном обществах. Загадка демографических переходов. Преодоление внешних ограничений индустриальной экономикой

Простейшая модель экономического роста: Норма накопления и сбалансированный рост, «золотое правило» Солоу. Связь с теоремами о магистрали.

Финансовые балансы в потоках: Замкнутость финансовых потоков. Эмитенты и эмиссия. Деньги, как обязательства эмитентов.

Финансовые балансы в остатках: Пассивы и активы. Уставной фонд, основные и оборотные фонды. Валовая прибыль и акционерный капитал, финансовые пирамиды.

Отчетные финансовые балансы: Переоценка запасов и амортизация. Балансовая прибыль и собственные средства. Ценные бумаги.

5. Цели и методы математического описания экономики. Система материальных балансов.

Экономика как самоорганизующаяся развивающаяся система управления производством потреблением и распределением материальных благ. Сложность экономики.

Описательные и количественные методы исследования экономических систем. Эконометрические и имитационные модели. Макроэкономика и микроэкономика, проблема агрегирования. О моделировании сложных систем.

Экономические агенты и экономические механизмы. Экономический агент, как лицо, принимающее решение. Алгоритмическое и оптимизационное описание поведения. Эволюция экономических отношений.

Материальные балансы: Производство, потребление, текущие, капитальные затраты и передачи благ. Аддитивность материальных благ. Проблема описания движения неаддитивных (общественных и информационных) благ.

Агрегирование балансов по агентам и по благам: индексы цен и физического объема, валовая и чистая продукция, конечные и промежуточные продукты, потребление и накопление.

Основной макроэкономический баланс. Норма накопления, уровень жизни, торговый и платежный балансы. Структура основного макроэкономического баланса в современной России.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Системный анализ рыночной экономики**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение методов и возможностей математического описания экономических явлений на примере полного, начиная с исходных понятий, разбора оригинальной и в то же время типичной динамической модели рыночной экономики. Курс включает описание реальных и финансовых показателей, используемых при моделировании экономики, а также типичные описания технологических и институциональных ограничений на действия экономических агентов.

В связи с описанием банковской системы на семинарских занятиях подробно изучается стохастическая динамическая задача оптимального управления ликвидностью банков.

Совокупность изучаемых в курсе математических моделей и приемов описания экономических процессов будет полезна студентам как для дальнейшего образования в области экономики, так и для работы с современными информационными системами, которые, как правило и часто без объяснений, включают различные иногда весьма эклектично собранные экономико-математические расчеты.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование необходимых знаний по формализации экономической статистики
- обучение студентов принципам и методам математического моделирования экономики;
- формирование концептуальной основы для выполнения исследований студентами в области математического моделирования экономических систем в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности научного подхода к описанию сложных систем;
- основу моделирования экономики: системы материальных и финансовых балансов и математическое представление основных экономических показателей, разделение характерных времен процессов;

- основные приемы описания технологических и институциональных связей: технологические множества, потребительские предпочтения, ожидаемая прибыль, жизненный цикл производственной единицы, идея экономического равновесия;
- конкретные примеры описания деятельности основных экономических агентов: производителей, потребителей, банков, государства;
- методы анализа моделей: принципы симметрии и автомодельные решения, сравнительная статика.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму методов и возможностей моделирования общественных процессов;
- знать виды и источники экономической статистики;
- уметь использовать статистику для качественного анализа адекватности модели;
- понимать и применять использовать вероятностные модели.

**владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием экономических процессов и явлений.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая схема и прототип модели. Денежное обращение и описание поведения банков.

Исторические прототипы модели в свете смены этапов развития индустриального общества.

Схема модели: Набор агентов и их финансовые и материальные балансы.

Система денежного обращения: Центральный банк, и межбанковский кредит. Кредитная экспансия и резервирование привлеченных средств. Золотовалютные резервы и «валютное управление». Особенности развития системы денежного обращения в России.

Модель управления ликвидностью банка. Долгосрочные и краткосрочные операции. Кредитный портфель и кассовые разрывы Стратегии краткосрочного управления и задача максимизации ожидаемой дисконтированной прибыли.

Уравнение Беллмана для задачи стохастического оптимального управления. Информационные ограничения. Решение уравнения Беллмана для задачи управления ликвидностью.

Функция Беллмана как критерий оценки риска. Задача сравнения случайных величин. Аксиоматика фон Неймана и функционал ожидаемой полезности. Функционал двойственной теории выбора.

Упрощенное описание деятельности банка.

2. Описание взаимодействия агентов. Анализ однопродуктовой модели.

Конкурентные, монопольные и неравновесные рынки. Рынок продукта, рынок труда, рынок кредитов, рынок сбережений. Тождество Вальраса

Типичные траектории и сбалансированный рост. Эффективность экономических механизмов совершенной конкуренции.

Механизм кризисов перепроизводства.

Сравнительная статика сбалансированного роста. Кейнсианское и монетаристское регулирование.

3. Описание поведения производителей как реализации инвестиционных проектов. Описание поведения домашних хозяйств. Описание экономической политики государства.

Разделение характерных времен процессов. Общие принципы: замораживание медленных переменных и выражение быстрых через медленные. Зависимость медленной динамики от быстрой связь с теоремами Тихонова и Боголюбова, бифуркациями, хаосом и стохастичностью. Характерные времена экономических процессов.

Технологические и институциональные ограничения: Условия совершенной конкуренции и рациональные ожидания. Положительность капитала. Роль нормы амортизации и оценка ее допустимой и необходимой величины.

Решение задачи максимизации приведенного дохода от инвестиционного проекта.

Агрегирование описания производителей: Функция предложения продукта, функция спроса на труд, функция спроса на кредит и фондообразующий продукт. Искажающие и неискажающие налоги.

Преобразование распределения мощностей по моменту создания в распределение по технологиям. Зависимость формы производственной функции от темпа роста.

Упрощенное агрегированное описание поведения производителей.

Задача максимизации ожидаемой полезности потребления. Расслоение потребителей по предпочтению времени.

Упрощенное агрегированное описание поведения потребителей.

Доходы, расходы и дефицит бюджета.

Способы покрытия дефицита.

4. Описание технической базы хозяйства и оценка возможностей экономики. Финансовые балансы.

Технологические ограничения: продукты и ресурсы, производственная мощность, модель Хаутеккера-Йохансена и производственная функция в случае одного ресурса.

Модель простого воспроизводства («Модель Мальтуса»). Рост населения в доиндустриальном и индустриальном обществах. Загадка демографических переходов. Преодоление внешних ограничений индустриальной экономикой

Простейшая модель экономического роста: Норма накопления и сбалансированный рост, «золотое правило» Солоу. Связь с теоремами о магистрали.

Финансовые балансы в потоках: Замкнутость финансовых потоков. Эмитенты и эмиссия. Деньги, как обязательства эмитентов.

Финансовые балансы в остатках: Пассивы и активы. Уставной фонд, основные и оборотные фонды. Валовая прибыль и акционерный капитал, финансовые пирамиды.

Отчетные финансовые балансы: Переоценка запасов и амортизация. Балансовая прибыль и собственные средства. Ценные бумаги.

5. Цели и методы математического описания экономики. Система материальных балансов.

Экономика как самоорганизующаяся развивающаяся система управления производством потреблением и распределением материальных благ. Сложность экономики.

Описательные и количественные методы исследования экономических систем. Эконометрические и имитационные модели. Макроэкономика и микроэкономика, проблема агрегирования. О моделировании сложных систем.

Экономические агенты и экономические механизмы. Экономический агент, как лицо, принимающее решение. Алгоритмическое и оптимизационное описание поведения. Эволюция экономических отношений.

Материальные балансы: Производство, потребление, текущие, капитальные затраты и передачи благ. Аддитивность материальных благ. Проблема описания движения неаддитивных (общественных и информационных) благ.

Агрегирование балансов по агентам и по благам: индексы цен и физического объема, валовая и чистая продукция, конечные и промежуточные продукты, потребление и накопление.

Основной макроэкономический баланс. Норма накопления, уровень жизни, торговый и платежный балансы. Структура основного макроэкономического баланса в современной России.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Системный анализ рыночной экономики**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение методов и возможностей математического описания экономических явлений на примере полного, начиная с исходных понятий, разбора оригинальной и в то же время типичной динамической модели рыночной экономики. Курс включает описание реальных и финансовых показателей, используемых при моделировании экономики, а также типичные описания технологических и институциональных ограничений на действия экономических агентов.

В связи с описанием банковской системы на семинарских занятиях подробно изучается стохастическая динамическая задача оптимального управления ликвидностью банков.

Совокупность изучаемых в курсе математических моделей и приемов описания экономических процессов будет полезна студентам как для дальнейшего образования в области экономики, так и для работы с современными информационными системами, которые, как правило и часто без объяснений, включают различные иногда весьма эклектично собранные экономико-математические расчеты.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование необходимых знаний по формализации экономической статистики
- обучение студентов принципам и методам математического моделирования экономики;
- формирование концептуальной основы для выполнения исследований студентами в области математического моделирования экономических систем в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности научного подхода к описанию сложных систем;
- основу моделирования экономики: системы материальных и финансовых балансов и математическое представление основных экономических показателей, разделение характерных времен процессов;

- основные приемы описания технологических и институциональных связей: технологические множества, потребительские предпочтения, ожидаемая прибыль, жизненный цикл производственной единицы, идея экономического равновесия;
- конкретные примеры описания деятельности основных экономических агентов: производителей, потребителей, банков, государства;
- методы анализа моделей: принципы симметрии и автомодельные решения, сравнительная статика.

#### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму методов и возможностей моделирования общественных процессов;
- знать виды и источники экономической статистики;
- уметь использовать статистику для качественного анализа адекватности модели;
- понимать и применять использовать вероятностные модели.

#### **владеть:**

- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием экономических процессов и явлений.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Общая схема и прототип модели. Денежное обращение и описание поведения банков.

Исторические прототипы модели в свете смены этапов развития индустриального общества.

Схема модели: Набор агентов и их финансовые и материальные балансы.

Система денежного обращения: Центральный банк, и межбанковский кредит. Кредитная экспансия и резервирование привлеченных средств. Золотовалютные резервы и «валютное управление». Особенности развития системы денежного обращения в России.

Модель управления ликвидностью банка. Долгосрочные и краткосрочные операции. Кредитный портфель и кассовые разрывы Стратегии краткосрочного управления и задача максимизации ожидаемой дисконтированной прибыли.

Уравнение Беллмана для задачи стохастического оптимального управления. Информационные ограничения. Решение уравнения Беллмана для задачи управления ликвидностью.

Функция Беллмана как критерий оценки риска. Задача сравнения случайных величин. Аксиоматика фон Неймана и функционал ожидаемой полезности. Функционал двойственной теории выбора.

Упрощенное описание деятельности банка.

2. Описание взаимодействия агентов. Анализ однопродуктовой модели.

Конкурентные, монопольные и неравновесные рынки. Рынок продукта, рынок труда, рынок кредитов, рынок сбережений. Тождество Вальраса

Типичные траектории и сбалансированный рост. Эффективность экономических механизмов совершенной конкуренции.

Механизм кризисов перепроизводства.

Сравнительная статика сбалансированного роста. Кейнсианское и монетаристское регулирование.

3. Описание поведения производителей как реализации инвестиционных проектов. Описание поведения домашних хозяйств. Описание экономической политики государства.

Разделение характерных времен процессов. Общие принципы: замораживание медленных переменных и выражение быстрых через медленные. Зависимость медленной динамики от быстрой связь с теоремами Тихонова и Боголюбова, бифуркациями, хаосом и стохастичностью. Характерные времена экономических процессов.

Технологические и институциональные ограничения: Условия совершенной конкуренции и рациональные ожидания. Положительность капитала. Роль нормы амортизации и оценка ее допустимой и необходимой величины.

Решение задачи максимизации приведенного дохода от инвестиционного проекта.

Агрегирование описания производителей: Функция предложения продукта, функция спроса на труд, функция спроса на кредит и фондообразующий продукт. Искажающие и неискажающие налоги.

Преобразование распределения мощностей по моменту создания в распределение по технологиям. Зависимость формы производственной функции от темпа роста.

Упрощенное агрегированное описание поведения производителей.

Задача максимизации ожидаемой полезности потребления. Расслоение потребителей по предпочтению времени.

Упрощенное агрегированное описание поведения потребителей.

Доходы, расходы и дефицит бюджета.

Способы покрытия дефицита.

4. Описание технической базы хозяйства и оценка возможностей экономики. Финансовые балансы.

Технологические ограничения: продукты и ресурсы, производственная мощность, модель Хаутеккера-Йохансена и производственная функция в случае одного ресурса.



Модель простого воспроизводства («Модель Мальтуса»). Рост населения в доиндустриальном и индустриальном обществах. Загадка демографических переходов. Преодоление внешних ограничений индустриальной экономикой

Простейшая модель экономического роста: Норма накопления и сбалансированный рост, «золотое правило» Солоу. Связь с теоремами о магистрали.

Финансовые балансы в потоках: Замкнутость финансовых потоков. Эмитенты и эмиссия. Деньги, как обязательства эмитентов.

Финансовые балансы в остатках: Пассивы и активы. Уставной фонд, основные и оборотные фонды. Валовая прибыль и акционерный капитал, финансовые пирамиды.

Отчетные финансовые балансы: Переоценка запасов и амортизация. Балансовая прибыль и собственные средства. Ценные бумаги.

5. Цели и методы математического описания экономики. Система материальных балансов.

Экономика как самоорганизующаяся развивающаяся система управления производством потреблением и распределением материальных благ. Сложность экономики.

Описательные и количественные методы исследования экономических систем. Эконометрические и имитационные модели. Макроэкономика и микроэкономика, проблема агрегирования. О моделировании сложных систем.

Экономические агенты и экономические механизмы. Экономический агент, как лицо, принимающее решение. Алгоритмическое и оптимизационное описание поведения. Эволюция экономических отношений.

Материальные балансы: Производство, потребление, текущие, капитальные затраты и передачи благ. Аддитивность материальных благ. Проблема описания движения неаддитивных (общественных и информационных) благ.

Агрегирование балансов по агентам и по благам: индексы цен и физического объема, валовая и чистая продукция, конечные и промежуточные продукты, потребление и накопление.

Основной макроэкономический баланс. Норма накопления, уровень жизни, торговый и платежный балансы. Структура основного макроэкономического баланса в современной России.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Системы параллельного программирования**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов теоретических знаний и навыков разработки и отладки параллельных программ для различных современных архитектур.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области параллельного программирования;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области параллельного программирования;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных разработок в области параллельного программирования.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и основные законы параллельного программирования;
- современные проблемы соответствующих разделов системного программирования;
- основные трудности параллельного программирования, причины их возникновения и пути их преодоления;
- основные свойства соответствующего системного программного обеспечения;
- классы параллельных архитектур и особенности разработки параллельных программ для этих классов;
- фундаментальные понятия и основные законы параллельного программирования;
- современные проблемы соответствующих разделов системного программирования;
- основные трудности параллельного программирования, причины их возникновения и пути их преодоления;
- основные свойства соответствующего системного программного обеспечения;

- классы параллельных архитектур и особенности разработки параллельных программ для этих классов.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для разработки эффективных параллельных программ;
- оценивать корректность программы, ее масштабируемость;
- самостоятельно проектировать, реализовывать, отлаживать и сопровождать высокоэффективные параллельные программы.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач параллельного программирования (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 параллельного программирования.

**Темы и разделы курса:**

1. Аппаратура. Мультипроцессорные системы с общей памятью.

Параллельность на всех уровнях: на уровне команд, на уровне потоков, на уровне процессов. Синхронная и асинхронная параллельность.

Мультипроцессорные системы с общей памятью, в том числе особенности многоядерных процессоров. Общая архитектура и подходы к параллельному программированию. Проблемы, возникающие при организации доступа к общим ресурсам.

2. Аппаратура. Системы с распределенной памятью. Ускорители.

Массивно-параллельные системы с распределенной памятью (кластеры, суперкомпьютеры).

Высокопроизводительные вычислительные системы с использованием ускорителей.

3. Библиотека Pthreads. Библиотека OpenMP.

Библиотека Pthreads: управление потоками, управление мьютексами, управление условными переменными.

Библиотека OpenMP: модель программирования, синтаксис, понятие параллельной области и режима ее выполнения. Директивы OpenMP. Параллельные циклы for/DO. Параметры директив. Директивы OpenMP. Параллельные секции, директива single. Параметры директив. Системные переменные и системные подпрограммы времени выполнения библиотеки OpenMP. Синхронизационные конструкции OpenMP: critical, atomic, barrier,

master, ordered, flush. Ошибки, возникающие при программировании с общей памятью: состязание и взаимоблокировка. Приватизация.

#### 4. Модели параллельного программирования.

Характеристики параллельной программы: ускорение, масштабируемость, эффективность. Формулы Амдаля и Густафсона. Проблемы разработки и внедрения высокоуровневых языков. Программирование в потоках (модель OpenMP). Механизмы управления доступом к критическим ресурсам: активное ожидание, семафоры, мониторы.

Программирование в процессах (модель MPI). Программирование на специализированных процессорах. Модель CUDA (и OpenCL).

#### 5. Основные понятия библиотеки MPI. Параллельное программирование с использованием библиотеки MPI.

Программирование в терминах обмена сообщениями. Основные понятия библиотеки MPI: инициализация и выход, понятие коммутатора, сообщение. Блокирующие коммуникации точка-точка: функции отправки и приема. Неблокирующие коммуникации точка-точка: функции отправки и приема, подпрограммы ожидания/проверки.

Типы данных MPI (базовые и производные). Соответствие типов данных MPI и типов данных языков C и Fortran. Конструирование производных типов: непрерывно размещенный, векторный, структурный.

Коллективные операции распределения данных в MPI: MPI\_Bcast, MPI\_Scatter, MPI\_Gather, MPI\_Allgather, MPI\_Alltoall.

Операции глобальной редукции: minloc и maxloc; определенные пользователем.

Односторонние коммуникации.

#### 6. Параллельное программирование с использованием ускорителей. Методы и средства отладки и настройки.

Возможности технологии программирования Cuda. Сравнительный анализ технологии Cuda и стандартов OpenCL, OpenACC.

Обзор современных методов и средств отладки и настройки параллельных программ.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

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

### **Системы поддержки принятия решений**

#### **Цель дисциплины:**

Показать роль системного анализа и современных информационных технологий в процессе научных разработок систем поддержки принятия решений, дать представление об основных стратегиях процессов принятия решений и наиболее общих принципах использования имеющегося инструментария. Показать наиболее общие связи влияния системного подхода на процессы принятия управленческих решений.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение принципов и моделей процесса поддержки принятия решений и научных разработок, направленных на выработку основных стратегий систем поддержки принятия решений;
- получение навыков в разработке и актуализации технологий поддержки принятия решений и проведению высокотехнологичных и научных разработок;
- изучение основных принципов систем поддержки процесса принятия решений при управлении сложными системами, ознакомление с возможными источниками знаний и информации и основами взаимодействия для успешного достижения поставленных задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные расчетные характеристики финансовых операций и потоков;
- методы оценки финансового риска;
- методы формирования эффективных инвестиционных портфелей;
- основные модели и методы финансовой динамики;
- элементы математической теории страхования.

##### **уметь:**

- проводить расчеты характеристик финансовых операций;

- проводить оценку финансовых рисков;
- рассчитывать эффективные инвестиционные портфели;
- рассчитывать страховые премии в простейших ситуациях.

**владеть:**

- статистической обработкой реальных массивов данных;
- научной картиной мира; навыками самостоятельной работы с современными средствами обработки информации;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Принятие решений и системы поддержки принятия решений. Системное моделирование. Процессы принятия решений. Системы поддержки принятия решений (DSS), шкала оценок, сравнение и выбор критериев. Сравнение альтернатив.

Основные задачи, методы. Компоненты системного моделирования: математическое моделирование, компьютерное моделирование, информационное моделирование, моделирование процесса принятия решений, имитационное моделирование, оптимизационные модели, вероятностное моделирование.

2. Анализ процессов принятия решений в сложных системах. Предмодельный анализ.

Характерные особенности сложных систем:

Уникальность

Слабая структурированность теоретических и фактических знаний о системе

Составной характер (многоагентность)

Разнородность подсистем и элементов

Случайность и неопределенность факторов, действующих в системе

Многокритериальность оценок процессов (игры с противоположенными интересами)

Системы с большой размерностью.

Цели и задачи предмодельного анализа (универсальная модель и проблемно-ориентированная), точность, временной горизонт, объекты, связи, вид описания (дифференциальные уравнения, конечно-разностные уравнения).

3. Проектирование модели для принятия решений. Построение модели.

Сбор информации (библиографии, качественная и количественная информация), отбор и фильтрация данных. Альтернативные модели (по альтернативным гипотезам,

альтернативным данным). Входящие, выходящие и управляющие переменные. Задачи и методы агрегирования и дезагрегирования.

Формализация моделей (подмоделей): временные ряды, список индикаторов и характеристик, фреймы, графы, сети Петри. Однородные и неоднородные статические и динамические модели. Модели с постоянной и переменной структурой. Входная информация, обработка первичной информации. Идентификация параметров. Параллельные процессы (concurrent), транспьютеры,

Формы моделирования: синтез, сборка, настройка модели. Макетирование (прототипирование, пилотные проекты).

4. Исследование и анализ процессов принятия решений. Интеллектуальные методы анализа данных для поддержки принятия решений. Средства и технологии системного моделирования поддержки процессов принятия решений.

Контринтуитивность и асимптотическое поведение.

Адекватность (минимальное расхождение в определенной метрике).

Чувствительность: а) к гипотезам, б) к начальным данным, в) к параметрам, г) к изменению условий (транспортные задачи), д) к управляющим переменным, е) к критериям оптимизации.

Трубки траекторий. Сценарные исследования. уменьшение размерности. Интерпретация и представление результатов.

Извлечение данных (DATA MINING), поиск закономерностей в базах данных.

(Knowledge Discovery in Databases – KDD). Данные – факты (фактографические БД).

Информация (метаданные, данные о данных, описания данных). Закономерности (паттерн) – знания, описанные на формальном языке;

предикаты – разделяющие правила в пространствах с малой размерностью.

Дата центрические системы. Новые подходы, современные технологии.

Изменение парадигм системного моделирования поддержки процессов принятия решений.

Средства интеграции данных (систем, платформ) на основе Web технологий.

Системная динамика, «Динамо». Реинжиниринг бизнес процессов (BPR): Gesym\G2\ReThink.

Структурный анализ технология данных (SADT).

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

### Системы управления базами данных

#### Цель дисциплины:

Данный курс ограничен модельными и языковыми аспектами технологии баз данных. Лекции, главным образом, посвящаются реляционным базам данных и языку SQL. Однако в последней лекции обсуждаются расширенные возможности языка SQL, соответствующие объектно-реляционному подходу к организации баз данных и управлению ими.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области баз данных и СУБД;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области баз данных и СУБД.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории в области управления базами данных;
- алгоритмы и методы области управления базами данных;
- современные проблемы соответствующих области управления базами данных.

##### 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. ER-диаграммы. Диаграммы классов языка UML.

Основные понятия ER-модели. Уникальные идентификаторы типов сущности. Наследование типов сущности и типов связи. Взаимно исключающие связи. Получение реляционной схемы из ER-диаграммы.

Основные понятия диаграмм классов UML. Классы, атрибуты, операции. Категории связей. Связь-зависимость. Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML. Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация. Ограничения целостности и язык OCL.

2. Базовые понятия реляционных баз данных. Базисные средства манипулирования реляционными данными.

Тип данных, домен, отношение, первичный ключ. Фундаментальные свойства отношений. Структурная и целостная составляющие реляционной модели.

Реляционная алгебра Кодда. Обзор реляционной алгебры Кодда. Особенности теоретико-множественных операций реляционной алгебры. Специальные реляционные операции. Алгебра А Дейта и Дарвена. Базовые операции Алгебры А. Операция реляционного дополнения. Операция удаления атрибута. Операция переименования. Операция реляционной конъюнкции. Операция реляционной дизъюнкции. Полнота Алгебры А. Избыточность Алгебры А.

3. Обзор разновидностей моделей данных.

Общее понятие модели данных и обзор семи известных моделей данных: иерархической, сетевой, инвертированных списков, реляционной, объектно-ориентированной, SQL-ориентированной и истинно реляционной.

4. Общее введение, типы данных и средства определения доменов. Базовые таблицы.

Типы данных. Средства определения, изменения определения и отмены определения доменов. Неявные преобразования типов в SQL. Явные преобразования типов или доменов и оператор CAST.

Средства определения, изменения и ликвидации базовых таблиц. Средства определения и отмены общих ограничений целостности.

#### 5. Первые шаги нормализации. Дальнейшая нормализация.

Минимальные функциональные зависимости и вторая нормальная форма. Нетранзитивные функциональные зависимости и третья нормальная форма. Независимые проекции отношений. Теорема Риссанена. Перекрывающиеся возможные ключи и нормальная форма Бойса-Кодда.

Многозначные зависимости и четвертая нормальная форма. Теорема Фейджина. Зависимости проекции/соединения и пятая нормальная форма. N-декомпозируемые отношения.

#### 6. Эволюция устройств внешней памяти и программных систем управления данными.

Файловые системы. Структуры файлов. Авторизация доступа к файлам. Синхронизация многопользовательского доступа. Области разумного применения файлов. Потребности информационных систем. Структуры данных. Целостность данных. Транзакции, журнализация и многопользовательский режим. СУБД как независимый системный компонент.

#### 7. Элементы теории реляционных баз данных.

Функциональные зависимости. Замыкание множества функциональных зависимостей. Аксиомы Армстронга. Замыкание множества атрибутов. Корректные и некорректные декомпозиции отношений. Теорема Хита. Диаграммы функциональных зависимостей.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Современные компьютеры и сети передачи данных**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомление студентов с современным состоянием и тенденциями стандартизации сетевых протоколов, в особенности в части вопросов обеспечения безопасности передачи информации.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области обеспечения безопасности передачи информации в компьютерных сетях;
- приобретение знаний о сервисах и механизмах безопасности, используемых в современных компьютерных сетях;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований и разработок в областях, использующих средства обеспечения безопасности, в частности для создания распределенных систем обработки информации;
- приобретение навыков работы в современных сетях компьютеров с использованием различных технологий обеспечения безопасности.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- стандартные методы организации открытых компьютерных сетей;
- основные угрозы нарушения безопасности в открытых компьютерных сетях;
- методы и средства противодействия угрозам нарушения безопасности в открытых компьютерных сетях, включая Интернет;
- стандартизованные методы криптографии, используемые для защиты информации в современных компьютерных сетях;
- методы аутентификации пользователей и других сущностей в компьютерных сетях;
- цели и методы обеспечения конфиденциальности и целостности данных;
- механизмы авторизации и контроля доступа к сетевым ресурсам;

- размещение сервисов безопасности в многоуровневой сетевой архитектуре и стандартизованные средства их реализации.

**уметь:**

- грамотно подобрать средства безопасности, необходимые при выполнении научных исследований с использованием компьютерных сетей;
- проводить самостоятельные научные исследования по теме дисциплины;
- применять изученные методы, протоколы и алгоритмы для решения поставленных задач.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;
- культурой обеспечения безопасности разработки и реализации системного программного обеспечения современных компьютеров и сетей.

**Темы и разделы курса:**

1. Аутентификация. Контроль доступа.

Общие концепции. Парольные механизмы. Противодействие внешнему разглашению и угадыванию пароля. Противодействие прослушиванию линии связи. Противодействие компрометации верификатора. Противодействие повторному воспроизведению. Другие механизмы, не использующие криптографию. Одноразовые пароли. Окрик-отзыв. Механизмы на основе адреса. Механизмы, использующие характерные особенности человека. Карты аутентификации личности. Использование методов криптографии. Роль оперативных серверов. Роль автономных серверов. Методы доказательства с нулевым разглашением. Аутентификация личности. Некоторые тонкости протоколов аутентификации. Атаки перехвата и повторного воспроизведения. Использование неповторяющихся значений. Протоколы взаимной аутентификации. Защита аутентификации.

Некоторые конкретные механизмы. Система Kerberos. Аутентификационные обмены X.509. Аутентифицированный обмен Диффи-Хеллмана. Стойкие парольные протоколы. Основная идея. Расширенная версия протокола ЕКЕ. Стойкий парольный протокол SRP. Аутентификация источника данных. Требования к протоколам. Аутентификационные обмены. Обмен информацией с оперативным сервером. Обмен информацией о сертификатах. Местоположение в архитектуре. Аутентификация сущностей. Аутентификация источника данных.

Политики контроля доступа. Механизмы контроля доступа. Списки контроля доступа. Возможности. Метки безопасности. Информационная модель, связанная с механизмами контроля доступа. Механизмы на основе паролей. Пример механизма контроля доступа из приложения FTAM. Общая модель распределения функций контроля доступа в сетевой

среде. Требования к управлению и распространению информации, связанной с контролем доступа, в сетевой среде. Контроль доступа к коммуникациям и контроль маршрутизации. Требования к протоколам и вопросы определения местоположения в уровневой архитектуре.

2. Безопасность электронной почты и электронного обмена документами. Управление сетью.

Система обработки сообщений X.400 MHS (Общая архитектура. Администрирование систем обработки сообщений. Имена и адреса в MHS). Угрозы в среде MHS и сервисы безопасности, используемые для противодействия этим угрозам. Протокольные элементы MHS, используемые для обеспечения безопасности. Обеспечение основных сквозных сервисов безопасности MHS. Обеспечение других сервисов безопасности MHS. Методы безопасности, используемые в MHS. Специальные меры для защиты обмена транзакциями EDI.

Почта Интернет (Общая архитектура. Почтовые адреса. Списки рассылки. Многоцелевое расширение почты Интернет – MIME). Почта Интернет с расширениями конфиденциальности (PEM). Структура сообщения PEM. Установление ключей. Иерархия сертификатов PEM. Списки аннулированных сертификатов. Шифрование. Аутентификация источника и защита целостности. Сообщение для нескольких получателей. Пересылка сообщения и вложения. Незащищенная информация. Форматы сообщений.

Расширение почты Интернет – SMIME. Отличия S/MIME и PEM. Иерархия сертификатов S/MIME.

Почтовый протокол PGP. Обзор. Распределение ключей. Эффективное кодирование. Аннулирование сертификатов и ключей. Типы подписей. Закрытый ключ. Связка ключей. Форматы объектов.

Подход Интернет (Общая организация управления в Интернет. База управляющей информации. Структура управляющей информации. Протокол SNMP, SNMP и стек протоколов. Протоколы безопасности для SNMPv2). Управление сетями OSI (Модель управляющей информации OSI и GDMO. CMIP/CMIS, CMIP и семейство протоколов. CMIP и удаленные операции. Функции управления системой. Профили). Обеспечение безопасности управления сетью.

3. Инфраструктура открытых ключей (PKI). Справочные системы.

Модели доверия PKI. Модель монополии. Монополия плюс центры регистрации. Уполномоченные центры сертификации. Олигархия. Модель анархии. Ограничения имен. Модель «сверху-вниз» с ограничениями имен. Модель «снизу-вверх» с ограничениями имен. Относительные имена. Ограничения имен в сертификатах. Политики в сертификатах. Аннулирование сертификатов. PKI и справочные системы. Сертификаты PKIX и X.509. Авторизация с помощью PKI.

Модель телефонного справочника. Принципы организации справочной системы. Справочные службы открытых систем. Справочная система X.500. (Серия стандартов. Архитектура. Информационная модель справочной системы). Модель Справочной Системы (Службы справочной системы. Взаимодействие между агентами справочной службы. Протоколы справочной системы. Модель безопасности справочной системы). Система аутентификации X.509 (аутентификационные обмены, форматы сертификатов, процедуры управления сертификатами). Контроль доступа к справочной системе.

Упрощенный протокол доступа к справочной системе (LDAP).

Система доменных имен (Доменные имена. Как работает DNS. Обратный поиск. Обмен почтой). Расширения DNSSEC. Базовые принципы работы. Процедуры поиска. Доверенные анкеры и аутентификационные цепочки. Управление ключами.

4. Конфиденциальность и целостность. Неотказуемость.

Общие средства обеспечения конфиденциальности. Два подхода к обеспечению конфиденциальности. Средства управления потоками данных. Степень детализации данных. Конкретные типы механизмов конфиденциальности. Шифрование. Дополнение данных. Дополнение трафика. Другие механизмы. Общие средства обеспечения целостности. Уровень детализации данных. Восстановление. Конкретные типы механизмов целостности. Контрольные слова. Печати или подписи. Шифрование. Целостность последовательности. Дублирование. Восстановление целостности. Комбинирование механизмов конфиденциальности и целостности. Требования к протоколам, предъявляемые механизмами конфиденциальности и целостности. Криптографические преобразования. Управляющая информация протокола. Метки безопасности. Местоположение конфиденциальности и целостности в архитектуре системы. Дополнительные возможности физического оборудования.

Фазы и роли в процессе обеспечения неотказуемости. Запрос сервиса. Генерация свидетельства. Передача и сохранение свидетельства. Верификация свидетельства. Разрешение спора. Неотказуемость инициатора. Цифровая подпись инициатора. Цифровая подпись данных доверенной третьей стороной. Цифровая подпись доверенной третьей стороной дайджеста элемента данных. Маркер доверенной третьей стороны. Участие доверенной третьей стороны в процессе передачи данных. Комбинации механизмов. Использование меток времени. Неотказуемость от доставки. Подтверждение, подписанное получателем. Подтверждение получения маркером. Доверенный агент доставки. Двухэтапная доставка. Последовательные отчеты о доставке. Функции доверенных третьих сторон. Требования к протоколам.

5. Обеспечение безопасности на транспортном уровне. Обеспечение безопасности на сетевом уровне.

Семейство протоколов SSL/TLS. Краткая история. Базовый протокол SSL/TLS. Возобновление сеанса. Вычисление ключей. Аутентификация клиента. PKI, применяемая SSL. Согласование наборов шифров. Возможные виды атак на SSL/TLS. Форматы сообщений SSL/TLS.

Недостатки протокола IPv4. Краткий обзор протокола IPv6. Экранирование. Туннелирование. Обзор IPsec. Контексты безопасности. База данных контекстов безопасности. База данных политик безопасности. Типовое применение IPsec. Протоколы AH и ESP. Туннельный и транспортный режимы. Протоколы автоматического установления контекстов безопасности и управления ключами в Интернет. Обзор протокола IKE. Особенности работы протокола IKE. Структура сообщений ISAKMP/IKE.

6. Сервисы безопасности и уровневая архитектура. Методы криптографии.

Размещение сервисов безопасности в многоуровневой сетевой архитектуре. Безопасность прикладного уровня. Безопасность уровня оконечных систем. Безопасность уровня подсети. Безопасность уровня канала связи. Взаимодействие с людьми. Управление сервисами безопасности.

Симметричные криптосистемы. Типы алгоритмов и режимы шифрования. Режим электронной кодовой книги. Режим сцепления блоков шифра. Режим обратной связи по выходу. Режим обратной связи по шифру. Режим счетчика. Общие принципы построения блочных шифров. Стандарт шифрования данных DES. Усовершенствованный стандарт шифрования AES. Алгоритм ГОСТ 28147-89. Криптосистемы с открытым ключом. Алгоритм RSA. Алгоритм Эль Гамала. Коды аутентификации сообщений.

Цифровые подписи. Стандарт цифровой подписи США. Алгоритм цифровой подписи ГОСТ. Хэш-функции. Общие принципы управления криптографическими ключами. Методы распределения секретных ключей. Распределение ключей с помощью симметричных методов. Распределение ключей посредством принудительного обращения к серверу ключей. Распределение ключей с помощью методов реверсивных открытых ключей. Алгоритм создания ключа Диффи-Хеллмана. Методы распределения ключей для асимметричных криптосистем. Распределение открытых ключей. Генерация пары ключей. Аннулирование сертификатов. Пример: Инфраструктура сертификации PEM.

7. Стандарты открытых систем. Концепции и терминология открытых систем. Основы безопасности сетей.

Процессы стандартизации OSI и Internet. Стандарты, профили, соглашения по реализации и тестирование на соответствие стандартам.

Архитектуры. Открытые системы. Уровни. Краткий обзор семи уровней модели OSI. Краткий обзор уровней Internet. Терминология. Объекты. Система обозначений. Службы. Модель очередей. Службы с установлением и без установления соединения. Отношения между службами и протоколами. Протокольные заголовки и пользовательские данные. Временные диаграммы. Обзор служб распределенных приложений.

Политика безопасности. Угрозы и меры безопасности. Пять основных сервисов безопасности: аутентификация, контроль доступа, конфиденциальность, целостность данных и невозможность отказа. Обнаружение вторжений и аудит безопасности.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Современные проблемы динамики и управления космических аппаратов**

#### **Цель дисциплины:**

- получение студентами фундаментальных знаний в области своей прикладной деятельности;
- ознакомление с последними результатами научных исследований;
- обучение принципам написания научных статей и подготовки научных докладов и презентаций.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с последними достижениями в области баллистического проектирования и реализации космических миссий, математического моделирования и исследования динамики и управления перспективных космических аппаратов;
- приобретение студентами навыков подготовки научных докладов и презентаций, написания научных статей;
- формирование подходов к оформлению выпускной работы на степень магистра, кандидатской диссертации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической небесной механики и механики космического полета;
- законы орбитального движения и движения относительно центра масс искусственных спутников Земли и естественных небесных тел, методы управления угловым движением спутников, элементную базу, используемую для реализации управления;
- современные проблемы механики космического полета, направления перспективных исследований и цели разрабатываемых космических миссий, специфику разработки систем ориентации для малогабаритных спутников.



**уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных небесномеханических ситуаций;
- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- применять современные математические методы небесной механики и астродинамики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- культурой постановки и моделирования механических задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с осуществлением космических миссий;
- навыками самостоятельной работы с литературой и в Интернете.

**Темы и разделы курса:**

1. Ознакомление с основными результатами, представленными на последних научных конференциях в области баллистического проектирования и реализации космических миссий; математического моделирования и исследования динамики и управления перспективных космических аппаратов. Выступления студентов с докладами по результатам своей научной работы.

Краткое ознакомление с докладами последних научных конференций.

Доклады аспирантов и студентов.

Приглашенные доклады.

2. Принципы написания научной статьи.

Объем статьи. Иллюстрации. Структура статьи. Формулы. Аннотация. Список литературы. Подготовка статьи и ее презентация.

3. Построение научного доклада.

Стилистика научного языка. Вступление, основная часть, заключение доклада. Этапы подготовки доклада. Подготовка доклада по тематике магистерской диссертации.

4. Подготовка презентации.

Типы презентаций. Защита дипломной работы. Защита диссертации. Конференция. Выступление на семинаре. Презентация подготовленного доклада по тематике магистерской диссертации.

5. Оформление магистерской диссертации.

Правила оформления магистерской диссертации.

6. Ознакомление с основными результатами, представленными на последних научных конференциях в области баллистического проектирования и реализации космических миссий; математического моделирования и исследования динамики и управления перспективных космических аппаратов. Выступления студентов с докладами по результатам своей научной работы.

Краткое ознакомление с докладами последних научных конференций.

Доклады аспирантов и студентов.

Приглашенные доклады.

7. Доклады

Доклады преподавателей кафедры

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Современные проблемы обработки информации**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение современных проблем обработки информации в различных технических системах.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение студентами основных сведений о информационных технологиях, применяемых в технических системах;
- приобретение студентами знаний об основных методах построения информационных систем;
- ознакомление студентов с основными методами обработки различных типов информации;
- ознакомление студентов с основными современными проблемами в области обработки информации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные тенденции в развитии информационных технологий;
- принципы построения распределённых информационных систем;
- особенности организации современных систем автоматизированного проектирования;
- современные приложения методов анализа изображений и видеопоследовательностей: биометрия, штриховые коды, системы автоматизированного документооборота, видеометрия, системы ориентации мобильных объектов;
- принципы имитационного моделирования;
- основы и приложения технологии виртуальной и дополненной реальности;
- основные проблемы обработки информации в современных информационных системах.

**уметь:**

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для понимания и разработки систем обработки информации;
- анализировать информационные технологии, лежащие в основе современных информационных систем;
- определять область применения различных методов обработки информации.

**владеть:**

- навыками работы с научной, технической литературой и документацией;
- навыком анализа информационных систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Организация взаимодействия в распределительных сетях INTERNET / INTERANET технологии.

Организация взаимодействия в распределительных сетях INTERNET / INTERANET технологии.

Распределение базы данных.

2. Различные аспекты интеллектуализации информационных систем.

3. Системы обработки сигналов и видеоинформации.

Цифровая видеометрия. Системы автоматической идентификации ID-технологий. Штриховое кодирование. Биометрия. Современные системы автоматизированного документооборота на основе машиночитаемых документов.

4. Сложные распределенные информационные системы.

Сложные распределенные информационные системы.

Проблемы создания информационных систем федерального, регионального и ведомственного уровней.

5. Современные системы автоматизированного проектирования.

6. Тенденция развития современных информационных технологий.

7. Технологии «виртуальной реальности».

Новое поколение обучающих и тренажерных систем. Ситуационные центры.

Прикладные аспекты применения технологий «виртуальной реальности».

8. Технология имитационного моделирования.

## Современные эффективные методы выпуклой оптимизации

### Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с основами теории экстремальных задач, содержащих негладкие выпуклые функции на выпуклых множествах в гильбертовых и банаховых пространствах, в том числе обратить внимание на наличие двойственности в задании выпуклых множеств или выпуклых функций.

### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области негладкого анализа,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с математической теорией оптимального управления, методами оптимизации, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов выпуклого и негладкого анализа в других естественнонаучных дисциплинах.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### знать:

- фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

#### уметь:

- понять поставленную задачу;

- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Постановка задачи. Концепция черного ящика. Понятие эффективности численных методов. Пример: метод равномерного перебора. Классификация задач нелинейной оптимизации.

Нижние оценки сложности для гладких задач.

Выпуклые функции и их свойства. Примеры выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для выпуклых функций.

Выпуклые функции с липшицевым градиентом и их свойства. Нижняя оценка сложности для класса выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Сильно выпуклые функции и их свойства. Примеры сильно выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для сильно выпуклых функций. Нижняя оценка сложности для класса сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Принцип релаксации и аппроксимации. Градиентный метод. Оценки скорости сходимости градиентного метода на классах выпуклых и сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

2. Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оценивающие последовательности. Общая схема метода быстрых градиентов. Варианты метода быстрых градиентов и их оценки скорости сходимости.

Выпуклые множества и их свойства. Постановка задачи условной оптимизации. Необходимое и достаточное условие оптимальности.

Понятие градиентного отображения и его свойства. Аналог градиентного метода и метода быстрых градиентов для задач условной минимизации. Оценки их скорости сходимости.

Субградиентный метод для задач выпуклой минимизации общего вида.

Постановка задачи выпуклой минимизации общего вида. Примеры. Понятие субградиента. Примеры вычисления субградиентов. Свойства субградиента. Необходимое и достаточное условие оптимальности. Теорема Куна-Таккера.

Нижняя граница сложности для класса выпуклых и липшицевых функций на ограниченном множестве.

Субградиентный метод на простых множествах. Оценка его сходимости.

Субградиентный метод на множестве с функциональными ограничениями и его оценка сходимости. Оптимальность субградиентного метода на данном классе задач.

3. Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации. Структурная оптимизация.

Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации.

Постановка задачи разрешимости. Нижняя оценка сложности для данного класса задач.

Принцип локализации решения.

Методы отсекающей гиперплоскости. Обобщенный метод отсекающей гиперплоскости.

Метод эллипсоидов.

Структурная оптимизация. Самосогласованные функции.

Самосогласованная функция. Примеры и свойства самосогласованной функции. Основные неравенства. Минимизация самосогласованных функций.

4. Структурная оптимизация. Гладкая минимизация для негладких функций.

Структурная оптимизация. Самосогласованные барьеры.

Постановка задачи. Уравнение центральной траектории. Самосогласованный барьер. Примеры и свойства самосогласованного барьера.

Аналитический центр множества.

Метод отслеживания траектории и оценки его скорости сходимости.

Гладкая минимизация для негладких функций: прорыв за пределы возможного.

Постановка задачи. Функции с явно заданной структурой. Понятие сопряженной (дуальной) задачи.

Прокс-функция. Техника сглаживания. Оптимальная схема для решения задач гладкой оптимизации.

Применение данного подхода к матричным играм, задаче Штейнера, вариационным неравенствам.

5. Прямо-двойственные методы решения негладких задач. Минимизация составных функций.

Прямо-двойственные методы решения негладких задач.

Нижняя линейная аппроксимация (модель) исходной целевой функции. Сильное и слабое решение негладкой задачи. Функция зазора и ее свойства.

Общая схема двойственного усреднения. Метод простого двойственного усреднения. Метод взвешенного двойственного усреднения. Оценки скорости их сходимости.

Применение метода двойственного усреднения к общей задаче минимизации, прямо-двойственной задаче, минимаксной задаче, седловой задаче.

Экономическая интерпретация метода двойственного усреднения (модель сбалансированного развития).

Минимизация составных функций. Генерация разреженных решений.

Постановка задачи. Понятие градиентного композитного отображения и его свойства.

Прямой градиентный метод. Оценки его скорости сходимости в выпуклом и сильно выпуклом случае.

Двойственный градиентный метод и его оценки скорости сходимости.

Двойственный градиентный метод с ускорением и его оценки скорости сходимости.

Применение данных методов к решению задачи разреженных наименьших квадратов. Обсуждение численных результатов.

6. Методы покоординатного спуска и субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Методы покоординатного спуска решения задач сверхбольшой размерности.

Специфика задач сверхбольшой размерности.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения сильно выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач условной минимизации и его оценки скорости сходимости.



Метод случайного покоординатного спуска с ускорением для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Обсуждение численных результатов работы данных методов.

Субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Эффективный пересчет матрично-векторного произведения в разреженном случае. Быстрый пересчет значения симметричной функции с помощью бинарного дерева.

Субградиентный метод Б. Поляка для решения задач безусловной оптимизации и оценка его скорости сходимости. Субградиентный метод Н.Шора для решения задач условной оптимизации и оценка его скорости сходимости.

Применение данной техники пересчета к задачам сверхбольшой размерности с разреженной структурой.

Метод случайного покоординатного спуска для решения негладкой задачи минимизации с разреженным субградиентом. Применение техники пересчета к данному методу.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Современные эффективные методы выпуклой оптимизации**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основами теории экстремальных задач, содержащих негладкие выпуклые функции на выпуклых множествах в гильбертовых и банаховых пространствах, в том числе обратить внимание на наличие двойственности в задании выпуклых множеств или выпуклых функций.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области негладкого анализа,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с математической теорией оптимального управления, методами оптимизации, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов выпуклого и негладкого анализа в других естественнонаучных дисциплинах.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Постановка задачи. Концепция черного ящика. Понятие эффективности численных методов. Пример: метод равномерного перебора. Классификация задач нелинейной оптимизации.

Нижние оценки сложности для гладких задач.

Выпуклые функции и их свойства. Примеры выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для выпуклых функций.

Выпуклые функции с липшицевым градиентом и их свойства. Нижняя оценка сложности для класса выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Сильно выпуклые функции и их свойства. Примеры сильно выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для сильно выпуклых функций. Нижняя оценка сложности для класса сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Принцип релаксации и аппроксимации. Градиентный метод. Оценки скорости сходимости градиентного метода на классах выпуклых и сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

## 2. Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оценивающие последовательности. Общая схема метода быстрых градиентов. Варианты метода быстрых градиентов и их оценки скорости сходимости.

Выпуклые множества и их свойства. Постановка задачи условной оптимизации. Необходимое и достаточное условие оптимальности.

Понятие градиентного отображения и его свойства. Аналог градиентного метода и метода быстрых градиентов для задач условной минимизации. Оценки их скорости сходимости.

Субградиентный метод для задач выпуклой минимизации общего вида.

Постановка задачи выпуклой минимизации общего вида. Примеры. Понятие субградиента. Примеры вычисления субградиентов. Свойства субградиента. Необходимое и достаточное условие оптимальности. Теорема Куна-Таккера.

Нижняя граница сложности для класса выпуклых и липшицевых функций на ограниченном множестве.

Субградиентный метод на простых множествах. Оценка его сходимости.

Субградиентный метод на множестве с функциональными ограничениями и его оценка сходимости. Оптимальность субградиентного метода на данном классе задач.

## 3. Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации. Структурная оптимизация.

Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации.

Постановка задачи разрешимости. Нижняя оценка сложности для данного класса задач.

Принцип локализации решения.

Методы отсекающей гиперплоскости. Обобщенный метод отсекающей гиперплоскости.

Метод эллипсоидов.

Структурная оптимизация. Самосогласованные функции.

Самосогласованная функция. Примеры и свойства самосогласованной функции. Основные неравенства. Минимизация самосогласованных функций.

## 4. Структурная оптимизация. Гладкая минимизация для негладких функций.

Структурная оптимизация. Самосогласованные барьеры.

Постановка задачи. Уравнение центральной траектории. Самосогласованный барьер. Примеры и свойства самосогласованного барьера.

Аналитический центр множества.

Метод отслеживания траектории и оценки его скорости сходимости.

Гладкая минимизация для негладких функций: прорыв за пределы возможного.

Постановка задачи. Функции с явно заданной структурой. Понятие сопряженной (дуальной) задачи.

Прокс-функция. Техника сглаживания. Оптимальная схема для решения задач гладкой оптимизации.

Применение данного подхода к матричным играм, задаче Штейнера, вариационным неравенствам.

5. Прямо-двойственные методы решения негладких задач. Минимизация составных функций.

Прямо-двойственные методы решения негладких задач.

Нижняя линейная аппроксимация (модель) исходной целевой функции. Сильное и слабое решение негладкой задачи. Функция зазора и ее свойства.

Общая схема двойственного усреднения. Метод простого двойственного усреднения. Метод взвешенного двойственного усреднения. Оценки скорости их сходимости.

Применение метода двойственного усреднения к общей задаче минимизации, прямо-двойственной задаче, минимаксной задаче, седловой задаче.

Экономическая интерпретация метода двойственного усреднения (модель сбалансированного развития).

Минимизация составных функций. Генерация разреженных решений.

Постановка задачи. Понятие градиентного композитного отображения и его свойства.

Прямой градиентный метод. Оценки его скорости сходимости в выпуклом и сильно выпуклом случае.

Двойственный градиентный метод и его оценки скорости сходимости.

Двойственный градиентный метод с ускорением и его оценки скорости сходимости.

Применение данных методов к решению задачи разреженных наименьших квадратов. Обсуждение численных результатов.

6. Методы покоординатного спуска и субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Методы покоординатного спуска решения задач сверхбольшой размерности.

Специфика задач сверхбольшой размерности.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения сильно выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач условной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска с ускорением для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Обсуждение численных результатов работы данных методов.

Субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Эффективный пересчет матрично-векторного произведения в разреженном случае. Быстрый пересчет значения симметричной функции с помощью бинарного дерева.

Субградиентный метод Б. Поляка для решения задач безусловной оптимизации и оценка его скорости сходимости. Субградиентный метод Н.Шора для решения задач условной оптимизации и оценка его скорости сходимости.

Применение данной техники пересчета к задачам сверхбольшой размерности с разреженной структурой.

Метод случайного покоординатного спуска для решения негладкой задачи минимизации с разреженным субградиентом. Применение техники пересчета к данному методу.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Современные эффективные методы выпуклой оптимизации**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основами теории экстремальных задач, содержащих негладкие выпуклые функции на выпуклых множествах в гильбертовых и банаховых пространствах, в том числе обратить внимание на наличие двойственности в задании выпуклых множеств или выпуклых функций.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области негладкого анализа,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с математической теорией оптимального управления, методами оптимизации, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов выпуклого и негладкого анализа в других естественнонаучных дисциплинах.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Постановка задачи. Концепция черного ящика. Понятие эффективности численных методов. Пример: метод равномерного перебора. Классификация задач нелинейной оптимизации.

Нижние оценки сложности для гладких задач.

Выпуклые функции и их свойства. Примеры выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для выпуклых функций.

Выпуклые функции с липшицевым градиентом и их свойства. Нижняя оценка сложности для класса выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Сильно выпуклые функции и их свойства. Примеры сильно выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для сильно выпуклых функций. Нижняя оценка сложности для класса сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Принцип релаксации и аппроксимации. Градиентный метод. Оценки скорости сходимости градиентного метода на классах выпуклых и сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.



## 2. Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оценивающие последовательности. Общая схема метода быстрых градиентов. Варианты метода быстрых градиентов и их оценки скорости сходимости.

Выпуклые множества и их свойства. Постановка задачи условной оптимизации. Необходимое и достаточное условие оптимальности.

Понятие градиентного отображения и его свойства. Аналог градиентного метода и метода быстрых градиентов для задач условной минимизации. Оценки их скорости сходимости.

Субградиентный метод для задач выпуклой минимизации общего вида.

Постановка задачи выпуклой минимизации общего вида. Примеры. Понятие субградиента. Примеры вычисления субградиентов. Свойства субградиента. Необходимое и достаточное условие оптимальности. Теорема Куна-Таккера.

Нижняя граница сложности для класса выпуклых и липшицевых функций на ограниченном множестве.

Субградиентный метод на простых множествах. Оценка его сходимости.

Субградиентный метод на множестве с функциональными ограничениями и его оценка сходимости. Оптимальность субградиентного метода на данном классе задач.

## 3. Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации. Структурная оптимизация.

Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации.

Постановка задачи разрешимости. Нижняя оценка сложности для данного класса задач.

Принцип локализации решения.

Методы отсекающей гиперплоскости. Обобщенный метод отсекающей гиперплоскости.

Метод эллипсоидов.

Структурная оптимизация. Самосогласованные функции.

Самосогласованная функция. Примеры и свойства самосогласованной функции. Основные неравенства. Минимизация самосогласованных функций.

## 4. Структурная оптимизация. Гладкая минимизация для негладких функций.

Структурная оптимизация. Самосогласованные барьеры.

Постановка задачи. Уравнение центральной траектории. Самосогласованный барьер. Примеры и свойства самосогласованного барьера.

Аналитический центр множества.

Метод отслеживания траектории и оценки его скорости сходимости.

Гладкая минимизация для негладких функций: прорыв за пределы возможного.

Постановка задачи. Функции с явно заданной структурой. Понятие сопряженной (дуальной) задачи.

Прокс-функция. Техника сглаживания. Оптимальная схема для решения задач гладкой оптимизации.

Применение данного подхода к матричным играм, задаче Штейнера, вариационным неравенствам.

5. Прямо-двойственные методы решения негладких задач. Минимизация составных функций.

Прямо-двойственные методы решения негладких задач.

Нижняя линейная аппроксимация (модель) исходной целевой функции. Сильное и слабое решение негладкой задачи. Функция зазора и ее свойства.

Общая схема двойственного усреднения. Метод простого двойственного усреднения. Метод взвешенного двойственного усреднения. Оценки скорости их сходимости.

Применение метода двойственного усреднения к общей задаче минимизации, прямо-двойственной задаче, минимаксной задаче, седловой задаче.

Экономическая интерпретация метода двойственного усреднения (модель сбалансированного развития).

Минимизация составных функций. Генерация разреженных решений.

Постановка задачи. Понятие градиентного композитного отображения и его свойства.

Прямой градиентный метод. Оценки его скорости сходимости в выпуклом и сильно выпуклом случае.

Двойственный градиентный метод и его оценки скорости сходимости.

Двойственный градиентный метод с ускорением и его оценки скорости сходимости.

Применение данных методов к решению задачи разреженных наименьших квадратов. Обсуждение численных результатов.

6. Методы покоординатного спуска и субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Методы покоординатного спуска решения задач сверхбольшой размерности.

Специфика задач сверхбольшой размерности.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения сильно выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач условной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска с ускорением для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Обсуждение численных результатов работы данных методов.

Субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Эффективный пересчет матрично-векторного произведения в разреженном случае. Быстрый пересчет значения симметричной функции с помощью бинарного дерева.

Субградиентный метод Б. Поляка для решения задач безусловной оптимизации и оценка его скорости сходимости. Субградиентный метод Н.Шора для решения задач условной оптимизации и оценка его скорости сходимости.

Применение данной техники пересчета к задачам сверхбольшой размерности с разреженной структурой.

Метод случайного покоординатного спуска для решения негладкой задачи минимизации с разреженным субградиентом. Применение техники пересчета к данному методу.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

### Современные эффективные методы выпуклой оптимизации

#### Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с основами теории экстремальных задач, содержащих негладкие выпуклые функции на выпуклых множествах в гильбертовых и банаховых пространствах, в том числе обратить внимание на наличие двойственности в задании выпуклых множеств или выпуклых функций.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области негладкого анализа,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с математической теорией оптимального управления, методами оптимизации, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов выпуклого и негладкого анализа в других естественнонаучных дисциплинах.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Постановка задачи. Концепция черного ящика. Понятие эффективности численных методов. Пример: метод равномерного перебора. Классификация задач нелинейной оптимизации.

Нижние оценки сложности для гладких задач.

Выпуклые функции и их свойства. Примеры выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для выпуклых функций.

Выпуклые функции с липшицевым градиентом и их свойства. Нижняя оценка сложности для класса выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Сильно выпуклые функции и их свойства. Примеры сильно выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для сильно выпуклых функций. Нижняя оценка сложности для класса сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Принцип релаксации и аппроксимации. Градиентный метод. Оценки скорости сходимости градиентного метода на классах выпуклых и сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

## 2. Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оценивающие последовательности. Общая схема метода быстрых градиентов. Варианты метода быстрых градиентов и их оценки скорости сходимости.

Выпуклые множества и их свойства. Постановка задачи условной оптимизации. Необходимое и достаточное условие оптимальности.

Понятие градиентного отображения и его свойства. Аналог градиентного метода и метода быстрых градиентов для задач условной минимизации. Оценки их скорости сходимости.

Субградиентный метод для задач выпуклой минимизации общего вида.

Постановка задачи выпуклой минимизации общего вида. Примеры. Понятие субградиента. Примеры вычисления субградиентов. Свойства субградиента. Необходимое и достаточное условие оптимальности. Теорема Куна-Таккера.

Нижняя граница сложности для класса выпуклых и липшицевых функций на ограниченном множестве.

Субградиентный метод на простых множествах. Оценка его сходимости.

Субградиентный метод на множестве с функциональными ограничениями и его оценка сходимости. Оптимальность субградиентного метода на данном классе задач.

## 3. Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации. Структурная оптимизация.

Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации.

Постановка задачи разрешимости. Нижняя оценка сложности для данного класса задач.

Принцип локализации решения.

Методы отсекающей гиперплоскости. Обобщенный метод отсекающей гиперплоскости.

Метод эллипсоидов.

Структурная оптимизация. Самосогласованные функции.

Самосогласованная функция. Примеры и свойства самосогласованной функции. Основные неравенства. Минимизация самосогласованных функций.

## 4. Структурная оптимизация. Гладкая минимизация для негладких функций.

Структурная оптимизация. Самосогласованные барьеры.

Постановка задачи. Уравнение центральной траектории. Самосогласованный барьер. Примеры и свойства самосогласованного барьера.

Аналитический центр множества.

Метод отслеживания траектории и оценки его скорости сходимости.

Гладкая минимизация для негладких функций: прорыв за пределы возможного.

Постановка задачи. Функции с явно заданной структурой. Понятие сопряженной (дуальной) задачи.

Прокс-функция. Техника сглаживания. Оптимальная схема для решения задач гладкой оптимизации.

Применение данного подхода к матричным играм, задаче Штейнера, вариационным неравенствам.

5. Прямо-двойственные методы решения негладких задач. Минимизация составных функций.

Прямо-двойственные методы решения негладких задач.

Нижняя линейная аппроксимация (модель) исходной целевой функции. Сильное и слабое решение негладкой задачи. Функция зазора и ее свойства.

Общая схема двойственного усреднения. Метод простого двойственного усреднения. Метод взвешенного двойственного усреднения. Оценки скорости их сходимости.

Применение метода двойственного усреднения к общей задаче минимизации, прямо-двойственной задаче, минимаксной задаче, седловой задаче.

Экономическая интерпретация метода двойственного усреднения (модель сбалансированного развития).

Минимизация составных функций. Генерация разреженных решений.

Постановка задачи. Понятие градиентного композитного отображения и его свойства.

Прямой градиентный метод. Оценки его скорости сходимости в выпуклом и сильно выпуклом случае.

Двойственный градиентный метод и его оценки скорости сходимости.

Двойственный градиентный метод с ускорением и его оценки скорости сходимости.

Применение данных методов к решению задачи разреженных наименьших квадратов. Обсуждение численных результатов.

6. Методы покоординатного спуска и субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Методы покоординатного спуска решения задач сверхбольшой размерности.

Специфика задач сверхбольшой размерности.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения сильно выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач условной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска с ускорением для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Обсуждение численных результатов работы данных методов.

Субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Эффективный пересчет матрично-векторного произведения в разреженном случае. Быстрый пересчет значения симметричной функции с помощью бинарного дерева.

Субградиентный метод Б. Поляка для решения задач безусловной оптимизации и оценка его скорости сходимости. Субградиентный метод Н.Шора для решения задач условной оптимизации и оценка его скорости сходимости.

Применение данной техники пересчета к задачам сверхбольшой размерности с разреженной структурой.

Метод случайного покоординатного спуска для решения негладкой задачи минимизации с разреженным субградиентом. Применение техники пересчета к данному методу.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Современные эффективные методы выпуклой оптимизации**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основами теории экстремальных задач, содержащих негладкие выпуклые функции на выпуклых множествах в гильбертовых и банаховых пространствах, в том числе обратить внимание на наличие двойственности в задании выпуклых множеств или выпуклых функций.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области негладкого анализа,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с математической теорией оптимального управления, методами оптимизации, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов выпуклого и негладкого анализа в других естественнонаучных дисциплинах.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Постановка задачи. Концепция черного ящика. Понятие эффективности численных методов. Пример: метод равномерного перебора. Классификация задач нелинейной оптимизации.

Нижние оценки сложности для гладких задач.

Выпуклые функции и их свойства. Примеры выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для выпуклых функций.

Выпуклые функции с липшицевым градиентом и их свойства. Нижняя оценка сложности для класса выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Сильно выпуклые функции и их свойства. Примеры сильно выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для сильно выпуклых функций. Нижняя оценка сложности для класса сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Принцип релаксации и аппроксимации. Градиентный метод. Оценки скорости сходимости градиентного метода на классах выпуклых и сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

## 2. Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оценивающие последовательности. Общая схема метода быстрых градиентов. Варианты метода быстрых градиентов и их оценки скорости сходимости.

Выпуклые множества и их свойства. Постановка задачи условной оптимизации. Необходимое и достаточное условие оптимальности.

Понятие градиентного отображения и его свойства. Аналог градиентного метода и метода быстрых градиентов для задач условной минимизации. Оценки их скорости сходимости.

Субградиентный метод для задач выпуклой минимизации общего вида.

Постановка задачи выпуклой минимизации общего вида. Примеры. Понятие субградиента. Примеры вычисления субградиентов. Свойства субградиента. Необходимое и достаточное условие оптимальности. Теорема Куна-Таккера.

Нижняя граница сложности для класса выпуклых и липшицевых функций на ограниченном множестве.

Субградиентный метод на простых множествах. Оценка его сходимости.

Субградиентный метод на множестве с функциональными ограничениями и его оценка сходимости. Оптимальность субградиентного метода на данном классе задач.

## 3. Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации. Структурная оптимизация.

Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации.

Постановка задачи разрешимости. Нижняя оценка сложности для данного класса задач.

Принцип локализации решения.

Методы отсекающей гиперплоскости. Обобщенный метод отсекающей гиперплоскости.

Метод эллипсоидов.

Структурная оптимизация. Самосогласованные функции.

Самосогласованная функция. Примеры и свойства самосогласованной функции. Основные неравенства. Минимизация самосогласованных функций.

## 4. Структурная оптимизация. Гладкая минимизация для негладких функций.

Структурная оптимизация. Самосогласованные барьеры.

Постановка задачи. Уравнение центральной траектории. Самосогласованный барьер. Примеры и свойства самосогласованного барьера.

Аналитический центр множества.

Метод отслеживания траектории и оценки его скорости сходимости.

Гладкая минимизация для негладких функций: прорыв за пределы возможного.

Постановка задачи. Функции с явно заданной структурой. Понятие сопряженной (дуальной) задачи.

Прокс-функция. Техника сглаживания. Оптимальная схема для решения задач гладкой оптимизации.

Применение данного подхода к матричным играм, задаче Штейнера, вариационным неравенствам.

5. Прямо-двойственные методы решения негладких задач. Минимизация составных функций.

Прямо-двойственные методы решения негладких задач.

Нижняя линейная аппроксимация (модель) исходной целевой функции. Сильное и слабое решение негладкой задачи. Функция зазора и ее свойства.

Общая схема двойственного усреднения. Метод простого двойственного усреднения. Метод взвешенного двойственного усреднения. Оценки скорости их сходимости.

Применение метода двойственного усреднения к общей задаче минимизации, прямо-двойственной задаче, минимаксной задаче, седловой задаче.

Экономическая интерпретация метода двойственного усреднения (модель сбалансированного развития).

Минимизация составных функций. Генерация разреженных решений.

Постановка задачи. Понятие градиентного композитного отображения и его свойства.

Прямой градиентный метод. Оценки его скорости сходимости в выпуклом и сильно выпуклом случае.

Двойственный градиентный метод и его оценки скорости сходимости.

Двойственный градиентный метод с ускорением и его оценки скорости сходимости.

Применение данных методов к решению задачи разреженных наименьших квадратов. Обсуждение численных результатов.

6. Методы покоординатного спуска и субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Методы покоординатного спуска решения задач сверхбольшой размерности.

Специфика задач сверхбольшой размерности.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения сильно выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач условной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска с ускорением для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Обсуждение численных результатов работы данных методов.

Субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Эффективный пересчет матрично-векторного произведения в разреженном случае. Быстрый пересчет значения симметричной функции с помощью бинарного дерева.

Субградиентный метод Б. Поляка для решения задач безусловной оптимизации и оценка его скорости сходимости. Субградиентный метод Н.Шора для решения задач условной оптимизации и оценка его скорости сходимости.

Применение данной техники пересчета к задачам сверхбольшой размерности с разреженной структурой.

Метод случайного покоординатного спуска для решения негладкой задачи минимизации с разреженным субградиентом. Применение техники пересчета к данному методу.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

### Современные эффективные методы выпуклой оптимизации

#### Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с основами теории экстремальных задач, содержащих негладкие выпуклые функции на выпуклых множествах в гильбертовых и банаховых пространствах, в том числе обратить внимание на наличие двойственности в задании выпуклых множеств или выпуклых функций.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области негладкого анализа,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с математической теорией оптимального управления, методами оптимизации, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов выпуклого и негладкого анализа в других естественнонаучных дисциплинах.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Постановка задачи. Концепция черного ящика. Понятие эффективности численных методов. Пример: метод равномерного перебора. Классификация задач нелинейной оптимизации.

Нижние оценки сложности для гладких задач.

Выпуклые функции и их свойства. Примеры выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для выпуклых функций.

Выпуклые функции с липшицевым градиентом и их свойства. Нижняя оценка сложности для класса выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Сильно выпуклые функции и их свойства. Примеры сильно выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для сильно выпуклых функций. Нижняя оценка сложности для класса сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Принцип релаксации и аппроксимации. Градиентный метод. Оценки скорости сходимости градиентного метода на классах выпуклых и сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

## 2. Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оценивающие последовательности. Общая схема метода быстрых градиентов. Варианты метода быстрых градиентов и их оценки скорости сходимости.

Выпуклые множества и их свойства. Постановка задачи условной оптимизации. Необходимое и достаточное условие оптимальности.

Понятие градиентного отображения и его свойства. Аналог градиентного метода и метода быстрых градиентов для задач условной минимизации. Оценки их скорости сходимости.

Субградиентный метод для задач выпуклой минимизации общего вида.

Постановка задачи выпуклой минимизации общего вида. Примеры. Понятие субградиента. Примеры вычисления субградиентов. Свойства субградиента. Необходимое и достаточное условие оптимальности. Теорема Куна-Таккера.

Нижняя граница сложности для класса выпуклых и липшицевых функций на ограниченном множестве.

Субградиентный метод на простых множествах. Оценка его сходимости.

Субградиентный метод на множестве с функциональными ограничениями и его оценка сходимости. Оптимальность субградиентного метода на данном классе задач.

## 3. Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации. Структурная оптимизация.

Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации.

Постановка задачи разрешимости. Нижняя оценка сложности для данного класса задач.

Принцип локализации решения.

Методы отсекающей гиперплоскости. Обобщенный метод отсекающей гиперплоскости.

Метод эллипсоидов.

Структурная оптимизация. Самосогласованные функции.

Самосогласованная функция. Примеры и свойства самосогласованной функции. Основные неравенства. Минимизация самосогласованных функций.

## 4. Структурная оптимизация. Гладкая минимизация для негладких функций.

Структурная оптимизация. Самосогласованные барьеры.

Постановка задачи. Уравнение центральной траектории. Самосогласованный барьер. Примеры и свойства самосогласованного барьера.

Аналитический центр множества.

Метод отслеживания траектории и оценки его скорости сходимости.



Гладкая минимизация для негладких функций: прорыв за пределы возможного.

Постановка задачи. Функции с явно заданной структурой. Понятие сопряженной (дуальной) задачи.

Прокс-функция. Техника сглаживания. Оптимальная схема для решения задач гладкой оптимизации.

Применение данного подхода к матричным играм, задаче Штейнера, вариационным неравенствам.

5. Прямо-двойственные методы решения негладких задач. Минимизация составных функций.

Прямо-двойственные методы решения негладких задач.

Нижняя линейная аппроксимация (модель) исходной целевой функции. Сильное и слабое решение негладкой задачи. Функция зазора и ее свойства.

Общая схема двойственного усреднения. Метод простого двойственного усреднения. Метод взвешенного двойственного усреднения. Оценки скорости их сходимости.

Применение метода двойственного усреднения к общей задаче минимизации, прямо-двойственной задаче, минимаксной задаче, седловой задаче.

Экономическая интерпретация метода двойственного усреднения (модель сбалансированного развития).

Минимизация составных функций. Генерация разреженных решений.

Постановка задачи. Понятие градиентного композитного отображения и его свойства.

Прямой градиентный метод. Оценки его скорости сходимости в выпуклом и сильно выпуклом случае.

Двойственный градиентный метод и его оценки скорости сходимости.

Двойственный градиентный метод с ускорением и его оценки скорости сходимости.

Применение данных методов к решению задачи разреженных наименьших квадратов. Обсуждение численных результатов.

6. Методы покоординатного спуска и субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Методы покоординатного спуска решения задач сверхбольшой размерности.

Специфика задач сверхбольшой размерности.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения сильно выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач условной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска с ускорением для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Обсуждение численных результатов работы данных методов.

Субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Эффективный пересчет матрично-векторного произведения в разреженном случае. Быстрый пересчет значения симметричной функции с помощью бинарного дерева.

Субградиентный метод Б. Поляка для решения задач безусловной оптимизации и оценка его скорости сходимости. Субградиентный метод Н.Шора для решения задач условной оптимизации и оценка его скорости сходимости.

Применение данной техники пересчета к задачам сверхбольшой размерности с разреженной структурой.

Метод случайного покоординатного спуска для решения негладкой задачи минимизации с разреженным субградиентом. Применение техники пересчета к данному методу.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Современные эффективные методы выпуклой оптимизации**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основами теории экстремальных задач, содержащих негладкие выпуклые функции на выпуклых множествах в гильбертовых и банаховых пространствах, в том числе обратить внимание на наличие двойственности в задании выпуклых множеств или выпуклых функций.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области негладкого анализа,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с математической теорией оптимального управления, методами оптимизации, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов выпуклого и негладкого анализа в других естественнонаучных дисциплинах.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Постановка задачи. Концепция черного ящика. Понятие эффективности численных методов. Пример: метод равномерного перебора. Классификация задач нелинейной оптимизации.

Нижние оценки сложности для гладких задач.

Выпуклые функции и их свойства. Примеры выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для выпуклых функций.

Выпуклые функции с липшицевым градиентом и их свойства. Нижняя оценка сложности для класса выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Сильно выпуклые функции и их свойства. Примеры сильно выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для сильно выпуклых функций. Нижняя оценка сложности для класса сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Принцип релаксации и аппроксимации. Градиентный метод. Оценки скорости сходимости градиентного метода на классах выпуклых и сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

## 2. Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оценивающие последовательности. Общая схема метода быстрых градиентов. Варианты метода быстрых градиентов и их оценки скорости сходимости.

Выпуклые множества и их свойства. Постановка задачи условной оптимизации. Необходимое и достаточное условие оптимальности.

Понятие градиентного отображения и его свойства. Аналог градиентного метода и метода быстрых градиентов для задач условной минимизации. Оценки их скорости сходимости.

Субградиентный метод для задач выпуклой минимизации общего вида.

Постановка задачи выпуклой минимизации общего вида. Примеры. Понятие субградиента. Примеры вычисления субградиентов. Свойства субградиента. Необходимое и достаточное условие оптимальности. Теорема Куна-Таккера.

Нижняя граница сложности для класса выпуклых и липшицевых функций на ограниченном множестве.

Субградиентный метод на простых множествах. Оценка его сходимости.

Субградиентный метод на множестве с функциональными ограничениями и его оценка сходимости. Оптимальность субградиентного метода на данном классе задач.

## 3. Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации. Структурная оптимизация.

Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации.

Постановка задачи разрешимости. Нижняя оценка сложности для данного класса задач.

Принцип локализации решения.

Методы отсекающей гиперплоскости. Обобщенный метод отсекающей гиперплоскости.

Метод эллипсоидов.

Структурная оптимизация. Самосогласованные функции.

Самосогласованная функция. Примеры и свойства самосогласованной функции. Основные неравенства. Минимизация самосогласованных функций.

## 4. Структурная оптимизация. Гладкая минимизация для негладких функций.

Структурная оптимизация. Самосогласованные барьеры.

Постановка задачи. Уравнение центральной траектории. Самосогласованный барьер. Примеры и свойства самосогласованного барьера.

Аналитический центр множества.

Метод отслеживания траектории и оценки его скорости сходимости.

Гладкая минимизация для негладких функций: прорыв за пределы возможного.

Постановка задачи. Функции с явно заданной структурой. Понятие сопряженной (дуальной) задачи.

Прокс-функция. Техника сглаживания. Оптимальная схема для решения задач гладкой оптимизации.

Применение данного подхода к матричным играм, задаче Штейнера, вариационным неравенствам.

5. Прямо-двойственные методы решения негладких задач. Минимизация составных функций.

Прямо-двойственные методы решения негладких задач.

Нижняя линейная аппроксимация (модель) исходной целевой функции. Сильное и слабое решение негладкой задачи. Функция зазора и ее свойства.

Общая схема двойственного усреднения. Метод простого двойственного усреднения. Метод взвешенного двойственного усреднения. Оценки скорости их сходимости.

Применение метода двойственного усреднения к общей задаче минимизации, прямо-двойственной задаче, минимаксной задаче, седловой задаче.

Экономическая интерпретация метода двойственного усреднения (модель сбалансированного развития).

Минимизация составных функций. Генерация разреженных решений.

Постановка задачи. Понятие градиентного композитного отображения и его свойства.

Прямой градиентный метод. Оценки его скорости сходимости в выпуклом и сильно выпуклом случае.

Двойственный градиентный метод и его оценки скорости сходимости.

Двойственный градиентный метод с ускорением и его оценки скорости сходимости.

Применение данных методов к решению задачи разреженных наименьших квадратов. Обсуждение численных результатов.

6. Методы покоординатного спуска и субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Методы покоординатного спуска решения задач сверхбольшой размерности.

Специфика задач сверхбольшой размерности.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения сильно выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач условной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска с ускорением для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Обсуждение численных результатов работы данных методов.

Субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Эффективный пересчет матрично-векторного произведения в разреженном случае. Быстрый пересчет значения симметричной функции с помощью бинарного дерева.

Субградиентный метод Б. Поляка для решения задач безусловной оптимизации и оценка его скорости сходимости. Субградиентный метод Н.Шора для решения задач условной оптимизации и оценка его скорости сходимости.

Применение данной техники пересчета к задачам сверхбольшой размерности с разреженной структурой.

Метод случайного покоординатного спуска для решения негладкой задачи минимизации с разреженным субградиентом. Применение техники пересчета к данному методу.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

### Современные эффективные методы выпуклой оптимизации

#### Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с основами теории экстремальных задач, содержащих негладкие выпуклые функции на выпуклых множествах в гильбертовых и банаховых пространствах, в том числе обратить внимание на наличие двойственности в задании выпуклых множеств или выпуклых функций.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области негладкого анализа,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с математической теорией оптимального управления, методами оптимизации, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов выпуклого и негладкого анализа в других естественнонаучных дисциплинах.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### уметь:



- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой оптимизации;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;
- предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.

Постановка задачи. Концепция черного ящика. Понятие эффективности численных методов. Пример: метод равномерного перебора. Классификация задач нелинейной оптимизации.

Нижние оценки сложности для гладких задач.

Выпуклые функции и их свойства. Примеры выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для выпуклых функций.

Выпуклые функции с липшицевым градиентом и их свойства. Нижняя оценка сложности для класса выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Сильно выпуклые функции и их свойства. Примеры сильно выпуклых функций. Необходимые и достаточные условия первого и второго порядка для сильно выпуклых функций. Нижняя оценка сложности для класса сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

Принцип релаксации и аппроксимации. Градиентный метод. Оценки скорости сходимости градиентного метода на классах выпуклых и сильно выпуклых функций с липшицевым градиентом.

## 2. Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.

Оценивающие последовательности. Общая схема метода быстрых градиентов. Варианты метода быстрых градиентов и их оценки скорости сходимости.

Выпуклые множества и их свойства. Постановка задачи условной оптимизации. Необходимое и достаточное условие оптимальности.

Понятие градиентного отображения и его свойства. Аналог градиентного метода и метода быстрых градиентов для задач условной минимизации. Оценки их скорости сходимости.

Субградиентный метод для задач выпуклой минимизации общего вида.

Постановка задачи выпуклой минимизации общего вида. Примеры. Понятие субградиента. Примеры вычисления субградиентов. Свойства субградиента. Необходимое и достаточное условие оптимальности. Теорема Куна-Таккера.

Нижняя граница сложности для класса выпуклых и липшицевых функций на ограниченном множестве.

Субградиентный метод на простых множествах. Оценка его сходимости.

Субградиентный метод на множестве с функциональными ограничениями и его оценка сходимости. Оптимальность субградиентного метода на данном классе задач.

## 3. Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации. Структурная оптимизация.

Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации.

Постановка задачи разрешимости. Нижняя оценка сложности для данного класса задач.

Принцип локализации решения.

Методы отсекающей гиперплоскости. Обобщенный метод отсекающей гиперплоскости.

Метод эллипсоидов.

Структурная оптимизация. Самосогласованные функции.

Самосогласованная функция. Примеры и свойства самосогласованной функции. Основные неравенства. Минимизация самосогласованных функций.

## 4. Структурная оптимизация. Гладкая минимизация для негладких функций.

Структурная оптимизация. Самосогласованные барьеры.

Постановка задачи. Уравнение центральной траектории. Самосогласованный барьер. Примеры и свойства самосогласованного барьера.

Аналитический центр множества.

Метод отслеживания траектории и оценки его скорости сходимости.

Гладкая минимизация для негладких функций: прорыв за пределы возможного.

Постановка задачи. Функции с явно заданной структурой. Понятие сопряженной (дуальной) задачи.

Прокс-функция. Техника сглаживания. Оптимальная схема для решения задач гладкой оптимизации.

Применение данного подхода к матричным играм, задаче Штейнера, вариационным неравенствам.

5. Прямо-двойственные методы решения негладких задач. Минимизация составных функций.

Прямо-двойственные методы решения негладких задач.

Нижняя линейная аппроксимация (модель) исходной целевой функции. Сильное и слабое решение негладкой задачи. Функция зазора и ее свойства.

Общая схема двойственного усреднения. Метод простого двойственного усреднения. Метод взвешенного двойственного усреднения. Оценки скорости их сходимости.

Применение метода двойственного усреднения к общей задаче минимизации, прямо-двойственной задаче, минимаксной задаче, седловой задаче.

Экономическая интерпретация метода двойственного усреднения (модель сбалансированного развития).

Минимизация составных функций. Генерация разреженных решений.

Постановка задачи. Понятие градиентного композитного отображения и его свойства.

Прямой градиентный метод. Оценки его скорости сходимости в выпуклом и сильно выпуклом случае.

Двойственный градиентный метод и его оценки скорости сходимости.

Двойственный градиентный метод с ускорением и его оценки скорости сходимости.

Применение данных методов к решению задачи разреженных наименьших квадратов. Обсуждение численных результатов.

6. Методы покоординатного спуска и субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Методы покоординатного спуска решения задач сверхбольшой размерности.

Специфика задач сверхбольшой размерности.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения сильно выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска для решения выпуклых задач условной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Метод случайного покоординатного спуска с ускорением для решения выпуклых задач безусловной минимизации и его оценки скорости сходимости.

Обсуждение численных результатов работы данных методов.

Субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Эффективный пересчет матрично-векторного произведения в разреженном случае. Быстрый пересчет значения симметричной функции с помощью бинарного дерева.

Субградиентный метод Б. Поляка для решения задач безусловной оптимизации и оценка его скорости сходимости. Субградиентный метод Н.Шора для решения задач условной оптимизации и оценка его скорости сходимости.

Применение данной техники пересчета к задачам сверхбольшой размерности с разреженной структурой.

Метод случайного покоординатного спуска для решения негладкой задачи минимизации с разреженным субградиентом. Применение техники пересчета к данному методу.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Статистическая теория машинного обучения**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных понятий и методов статистической теории машинного обучения.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области Байесовской теории машинного обучения;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, методы статистической теории машинного обучения;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории машинного обучения;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории машинного обучения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории машинного обучения;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Постановка задачи классификации. PAC-обучение. Минимизация эмпирического риска.

Постановка задачи обучения. Явление переобучения. PAC-обучаемость и агностическая PAC-обучаемость. Минимаксные порядки. Необучаемость класса всех функций.

Принцип равномерной сходимости. Агностическая обучаемость конечных классов.

Функция роста. Оценка на предсказательную способность алгоритма через функцию роста в бесшумном случае.

Размерность Вапника-Червоненкиса. Лемма Зауэра.

Среднее по Радемахеру. Оценка на предсказательную способность алгоритма через среднее по Радемахеру.

Число покрытия и число упаковки. Оценка на среднее по Радемахеру через число покрытия.

Фундаментальная теорема PAC-обучения.

2. Метод опорных векторов.

Метод опорных векторов в случае разделимой выборки. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае разделимой выборки.

Метод опорных векторов в случае неразделимой выборки. Переменные мягкого отступа. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае неразделимой выборки.

Метод опорных векторов в пространстве признаков. Пространства, порожденные воспроизводящим ядром (RKHS). Теорема о представителе. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае разделимой выборки в пространстве признаков.

Положительно и отрицательно определенные ядра и их свойства.

Теорема Мерсера.

3. Анализ избранных алгоритмов машинного обучения.

Условие малого шума Маммена-Цыбакова. Оценка предсказательной способности алгоритма в условиях малого шума.

Метод  $k$  ближайших соседей.

Быстрые порядки для plug-in классификаторов.

Схемы сжатия выборок. Оценка скорости обучения в классе со схемой сжатия размера  $k$ .

Схемы сжатия выборок с потерями. Оценка скорости обучения в классе со схемой сжатия с потерями размера  $k$ .

Перцептрон. Верхняя оценка числа итераций алгоритма в случае линейно разделимой выборки.

Нейронные сети. Оценка обобщающей способности нейронных сетей.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Статистическая теория машинного обучения**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных понятий и методов статистической теории машинного обучения.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области Байесовской теории машинного обучения;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, методы статистической теории машинного обучения;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории машинного обучения;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории машинного обучения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;



- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории машинного обучения;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Постановка задачи классификации. PAC-обучение. Минимизация эмпирического риска.

Постановка задачи обучения. Явление переобучения. PAC-обучаемость и агностическая PAC-обучаемость. Минимаксные порядки. Необучаемость класса всех функций.

Принцип равномерной сходимости. Агностическая обучаемость конечных классов.

Функция роста. Оценка на предсказательную способность алгоритма через функцию роста в бесшумном случае.

Размерность Вапника-Червоненкиса. Лемма Зауэра.

Среднее по Радемахеру. Оценка на предсказательную способность алгоритма через среднее по Радемахеру.

Число покрытия и число упаковки. Оценка на среднее по Радемахеру через число покрытия.

Фундаментальная теорема PAC-обучения.

2. Метод опорных векторов.

Метод опорных векторов в случае разделимой выборки. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае разделимой выборки.

Метод опорных векторов в случае неразделимой выборки. Переменные мягкого отступа. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае неразделимой выборки.

Метод опорных векторов в пространстве признаков. Пространства, порожденные воспроизводящим ядром (RKHS). Теорема о представителе. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае разделимой выборки в пространстве признаков.

Положительно и отрицательно определенные ядра и их свойства.

Теорема Мерсера.

3. Анализ избранных алгоритмов машинного обучения.

Условие малого шума Маммена-Цыбакова. Оценка предсказательной способности алгоритма в условиях малого шума.

Метод  $k$  ближайших соседей.

Быстрые порядки для plug-in классификаторов.

Схемы сжатия выборок. Оценка скорости обучения в классе со схемой сжатия размера  $k$ .

Схемы сжатия выборок с потерями. Оценка скорости обучения в классе со схемой сжатия с потерями размера  $k$ .

Перцептрон. Верхняя оценка числа итераций алгоритма в случае линейно разделимой выборки.

Нейронные сети. Оценка обобщающей способности нейронных сетей.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Статистическая теория машинного обучения**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных понятий и методов статистической теории машинного обучения.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области Байесовской теории машинного обучения;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, методы статистической теории машинного обучения;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории машинного обучения;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории машинного обучения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории машинного обучения;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Постановка задачи классификации. PAC-обучение. Минимизация эмпирического риска.

Постановка задачи обучения. Явление переобучения. PAC-обучаемость и агностическая PAC-обучаемость. Минимаксные порядки. Необучаемость класса всех функций.

Принцип равномерной сходимости. Агностическая обучаемость конечных классов.

Функция роста. Оценка на предсказательную способность алгоритма через функцию роста в бесшумном случае.

Размерность Вапника-Червоненкиса. Лемма Зауэра.

Среднее по Радемахеру. Оценка на предсказательную способность алгоритма через среднее по Радемахеру.

Число покрытия и число упаковки. Оценка на среднее по Радемахеру через число покрытия.

Фундаментальная теорема PAC-обучения.

2. Метод опорных векторов.

Метод опорных векторов в случае разделимой выборки. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае разделимой выборки.

Метод опорных векторов в случае неразделимой выборки. Переменные мягкого отступа. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае неразделимой выборки.

Метод опорных векторов в пространстве признаков. Пространства, порожденные воспроизводящим ядром (RKHS). Теорема о представителе. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае разделимой выборки в пространстве признаков.

Положительно и отрицательно определенные ядра и их свойства.

Теорема Мерсера.

3. Анализ избранных алгоритмов машинного обучения.

Условие малого шума Маммена-Цыбакова. Оценка предсказательной способности алгоритма в условиях малого шума.

Метод  $k$  ближайших соседей.

Быстрые порядки для plug-in классификаторов.

Схемы сжатия выборок. Оценка скорости обучения в классе со схемой сжатия размера  $k$ .

Схемы сжатия выборок с потерями. Оценка скорости обучения в классе со схемой сжатия с потерями размера  $k$ .

Персептрон. Верхняя оценка числа итераций алгоритма в случае линейно разделимой выборки.

Нейронные сети. Оценка обобщающей способности нейронных сетей.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Статистическая теория машинного обучения**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных понятий и методов статистической теории машинного обучения.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области машинного обучения;
- приобретение теоретических знаний в области Байесовской теории машинного обучения;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, методы статистической теории машинного обучения;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории машинного обучения;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории машинного обучения, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

- самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории машинного обучения;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Постановка задачи классификации. PAC-обучение. Минимизация эмпирического риска.

Постановка задачи обучения. Явление переобучения. PAC-обучаемость и агностическая PAC-обучаемость. Минимаксные порядки. Необучаемость класса всех функций.

Принцип равномерной сходимости. Агностическая обучаемость конечных классов.

Функция роста. Оценка на предсказательную способность алгоритма через функцию роста в бесшумном случае.

Размерность Вапника-Червоненкиса. Лемма Зауэра.

Среднее по Радемахеру. Оценка на предсказательную способность алгоритма через среднее по Радемахеру.

Число покрытия и число упаковки. Оценка на среднее по Радемахеру через число покрытия.

Фундаментальная теорема PAC-обучения.

2. Метод опорных векторов.

Метод опорных векторов в случае разделимой выборки. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае разделимой выборки.

Метод опорных векторов в случае неразделимой выборки. Переменные мягкого отступа. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае неразделимой выборки.

Метод опорных векторов в пространстве признаков. Пространства, порожденные воспроизводящим ядром (RKHS). Теорема о представителе. Обобщающая способность метода опорных векторов в случае разделимой выборки в пространстве признаков.

Положительно и отрицательно определенные ядра и их свойства.

Теорема Мерсера.

3. Анализ избранных алгоритмов машинного обучения.

Условие малого шума Маммена-Цыбакова. Оценка предсказательной способности алгоритма в условиях малого шума.

Метод  $k$  ближайших соседей.

Быстрые порядки для plug-in классификаторов.

Схемы сжатия выборок. Оценка скорости обучения в классе со схемой сжатия размера  $k$ .

Схемы сжатия выборок с потерями. Оценка скорости обучения в классе со схемой сжатия с потерями размера  $k$ .

Персептрон. Верхняя оценка числа итераций алгоритма в случае линейно разделимой выборки.

Нейронные сети. Оценка обобщающей способности нейронных сетей.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

### Тематическое моделирование

#### Цель дисциплины:

построение тематической модели.

#### Задачи дисциплины:

приобретение студентами навыков по методам анализа текстов и построения тематических моделей.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, алгоритмы построения тематических моделей;
- современные методы построения тематических моделей.

##### уметь:

- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- применять современные математические методы интеллектуального анализа данных;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

##### владеть:

- культурой постановки и моделирования прикладных задач;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач интеллектуального анализа данных;
- навыками самостоятельной работы с литературой и в Интернете.

## Темы и разделы курса:

### 1. Задача построения тематической модели

Задана коллекция текстовых документов  $D$ . Каждый документ  $d$  из коллекции  $D$  представляет собой последовательность слов  $W_d=(w_1,\dots,w_{n_d})$  из словаря  $W$ , где  $n_d$  — длина документа  $d$ . Предполагается, что каждый документ может относиться к одной или нескольким темам. Темы отличаются друг от друга различной частотой употребления слов. Требуется найти эти темы, то есть определить

число тем;

распределения частот слов, характерное для каждой темы;

тематику каждого документа — в какой степени он относится к каждой из тем.

Данная задача может рассматриваться как задача одновременной кластеризации документов и слов по одному и тому же множеству кластеров, называемых темами. Обычно строится мягкая кластеризация, то есть документ может принадлежать нескольким темам в различной степени.

Целью построения тематической модели может быть как непосредственно выявление множества латентных тем, так и решение различных дополнительных задач.

Примеры дополнительных задач:

ранжировать документы по степени релевантности заданной теме (тематический поиск);

ранжировать документы по степени тематического сходства с заданным документом или его фрагментом;

построить иерархический тематический каталог коллекции документов и выработать правила каталогизации новых документов;

определить, как темы изменялись со временем (предполагается, что для каждого документа известно время его создания);

определить тематику авторов (предполагается, что для каждого документа известен список авторов);

определить тематику различных сущностей (entities), связанных с документами (например, журналов, конференций, организаций, стран);

разбить документ на тематически однородные фрагменты.

Типичные приложения:

анализ коллекций научных статей;

анализ новостных потоков;

рубрикация коллекций изображений, видео, музыки;

аннотация генома и другие задачи биоинформатики;

коллаборативная фильтрация.

Латентный семантический анализ

2. Латентный семантический анализ

Метод главных компонент.

Неотрицательные матричные разложения.

3. Вероятностные тематические модели

Базовые вероятностные тематические модели (probabilistic topic model) основаны на следующих предположениях.

порядок документов в коллекции не важен;

порядок слов в документе не важен, документ — «мешок слов» (bag of words);

слова, встречающиеся в большинстве документов, не важны для определения тематики, их обычно исключают из словаря и называют стоп-словами;

слово в разных формах — это одно и то же слово;

коллекцию документов можно рассматривать как простую выборку пар «документ–слово»  $(d, w), d \in D, w \in W_d$ ;

каждая тема  $t \in T$  описывается неизвестным распределением  $p(w|t)$  на множестве слов  $w \in W$ ;

каждый документ  $d \in D$  описывается неизвестным распределением  $p(t|d)$  на множестве тем  $t \in T$ ;

гипотеза условной независимости:  $p(w|t, d) = p(w|t)$ .

Построить тематическую модель — значит, найти матрицы  $\Phi = \|p(w|t)\|$  и  $\Theta = \|p(t|d)\|$  по коллекции  $D$ .

В более сложных вероятностных тематических моделях некоторые из этих предположений заменяются более реалистичными. Например, вместо модели «мешка слов» может

использоваться марковская цепь; множество документов может рассматриваться как упорядоченное по времени их создания, и т. д.

Вероятностный латентный семантический анализ.

Латентное размещение Дирихле.

#### 4. Оценивание качества тематических моделей

Методы оценивания качества.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теоретические основы криптографии и теории сложности в среднем**

#### **Цель дисциплины:**

Целью изучения дисциплины «Теоретические основы криптографии и теории сложности в среднем» является формирование систематических знаний в области криптографии на языке теории сложности.

#### **Задачи дисциплины:**

- Сформировать теоретические представления о криптографии на языке теории сложности;
- Приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области сложностной криптографии.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные криптографические примитивы (односторонние функции, трудный бит, генератор псевдослучайных чисел, семейство псевдослучайных функций и пр.) и методы построения криптографических протоколов.

##### **уметь:**

- строить криптографические протоколы на основе криптографических примитивов (протокол с секретным ключом, протокол с открытым ключом, привязка к биту, протокол подкидывания монетки, секретное вычисление функций, протокол цифровой подписи, доказательства с нулевым разглашением и пр.)

##### **владеть:**

- 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.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Односторонние функции и их роль в криптографии

Генераторы псевдослучайных чисел и их использование в криптографии.

Доказательство теоремы Голдрейха-Левина о трудном бите.

Семейство псевдослучайных функций.

### 2. Неинтерактивный протокол привязки к биту

Интерактивные протоколы привязки к биту.

Доказательства с совершенно нулевым разглашением, доказательства с вычислительно нулевым разглашением. Протокол для изоморфизма графов.

Нулевое разглашение с использованием дополнительной информации. Нулевое разглашение для класса NP и схема его доказательства.

### 3. Одноразовые и многократные протоколы электронной подписи

Основные понятия теории сложности в среднем.

Односторонние функции и трудные в среднем задачи.

Сведение к равномерному распределению.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**



Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**

Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**

Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.



**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**

Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**

Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**

Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**

Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**

Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**



Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**

Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория игр и принятие решений**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**Владеть:**

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Двухпериодные игры с неполной информацией.**

Двухпериодные игры с неполной информацией. Совершенство по подиграм. Экономические модели.

Повторяющиеся игры. Двухпериодные повторяющиеся игры. Бесконечно повторяющиеся игры. Экономические модели.

**2. Динамические игры с неполной информацией.**

Динамические игры с неполной информацией. Совершенное байесовское равновесие. Сигнальные игры. Экономические модели.

Последовательные переговоры при асимметричной информации.

**3. Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.**

Динамические игры с полной, но несовершенной информацией. Игры в развернутой форме. Совершенной по играм. Равновесие Нэша.

Статические игры с неполной информацией. Статические байесовские игры. Равновесие Байеса-Нэша. Нормальная форма байесовской игры. Конкуренция Курно с асимметричной информацией.

**4. Модели аукционов.**

Модели аукционов. Односторонний аукцион. Двойной аукцион.

Принцип выявления информации.

**5. Теория принятия решений и теория игр.**

Теория принятия решений и теория игр. Рациональный выбор в условиях неопределенности. Отношение к риску. Ожидаемая полезность.

Статические игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Исключение доминируемых стратегий. Равновесие Нэша: определение и интерпретация. Смешанные стратегии и равновесие.

**6. Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.**

Экономические модели, основанные на равновесии Нэша. Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Торговые механизмы.

Динамические игры с полной информацией. Обратная индукция. Иерархические игры Гермейера. Модель дуополии по Штакельбергу. Последовательные переговоры.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

### Теория игр

#### Цель дисциплины:

освоение студентами знаний по практическому использованию теории игр для моделирования социально-экономических ситуаций, а также овладение методами решения прикладных задач

#### Задачи дисциплины:

- дать студентам представление о многообразии современных концепций поведенческого равновесий;
- научить пониманию и использованию теоретико-игровых конструкций для построения моделей;
- научить студентов решать задачи по теории игр из лекционного курса «Теория игр и принятия решений»;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

современные методы теории игр и основанные на них современные программные продукты, необходимые для исследований.

##### уметь:

применять современный теоретико-игровой инструментарий для исследований социально-экономических решений на уровне индивидов, домохозяйств, фирм, финансовых институтов, отраслей, регионов и стран;

обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков;

моделировать результаты и эффективность общественных институтов коллективного принятия решений.



**владеть:**

методикой и методологией решений теоретико-игровых; навыками самостоятельной исследовательской работы.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Предмет теории игр

Предмет теории игр и экономического моделирования.

Теория игр: наполовину математика, наполовину экономика. Принятие решений рациональными субъектами. Теория игр и экспериментальная экономика. Постановка теоретико-игровых задач на основе анализа конфликтной ситуации. Игровые равновесия. Возможности теоретико-игровых прогнозов на индивидуальном и агрегированных уровнях.

## 2. Статические игры с полной информацией

Игры в нормальной форме. Доминирование стратегий. Равновесие в доминирующих стратегиях. Последовательное исключение доминируемых стратегий. Дилемма заключенного и Семейный спор.

Модели на основе статические игры с полной информацией

Олигополия Курно. Олигополия Бертрана. Арбитраж на рынке труда. Социальные дилеммы: равновесие Нэша и социальный оптимум.

## 3. Динамические игры с полной информацией

Смешанные стратегии и существование равновесий Нэша

Примеры игр, в которых нет равновесий Нэша в чистых стратегиях

Понятие о смешанных стратегиях и их интерпретация

Равновесие Нэша в смешанных стратегиях

Примеры нахождения равновесия в смешанных стратегиях

Алгоритм нахождения равновесий Нэша в смешанных стратегиях, основанный на принципе уравнивания

Методы доказательства существования равновесий Нэша

## 4. Статические игры с неполной информацией

Динамические игры с полной информацией

Двухшаговые игры. Подходы Штакельберга и Гермейера

Равновесия Нэша в двухшаговых играх

Полная и совершенная информация

Игры в развернутой форме с полной и совершенной информацией

Обратная индукция

Совершенные по подыграм равновесия Нэша

5. Динамические игры с полной информацией

Повторяющиеся игры

Игры с конечным числом повторений

Совершенные по подыграм равновесия Нэша в играх с конечным числом повторений

Игры с бесконечным числом или случайным повторений; дисконтирование

Релейные стратегии. Народная теорема

Совместные смешанные стратегии как основа для компромиссных решений

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория информационных систем**

#### **Цель дисциплины:**

Дать представление об информационных системах.

#### **Задачи дисциплины:**

- объяснить основные понятия геоинформатики;
- освоение теоретических основ речевых технологий.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия геоинформатики;
- технология построения информационной модели;
- методы вывода эмпирических закономерностей в условиях неопределенности.

##### **уметь:**

- проводить визуальный, картографический анализ геоинформации;
- использовать аналитические преобразования и правдоподобный вывод при анализе.

##### **владеть:**

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Аналитические сетевые геоинформационные технологии и системы.

Сетевая среда информационного моделирования. Методы анализа в сетевых ГИС: визуальное исследование ГИ, аналитические преобразования, вывод зависимостей.

Примеры сетевых аналитических ГИС.

GeoПроцессор, КОМПАС, CommonGIS, GeoТайм.

Технология анализа пространственно-временных данных в сетевых ГИС. Оценка возможного ущерба от землетрясений, прогноз сейсмической опасности, прогноз полезных ископаемых, оценивание геофизических полей, обнаружение предвестников и прогноз землетрясений.

## 2. Архитектуры сетевых геоинформационных систем.

Типы архитектур. Приложение и апплет как локальные системы. Примеры локальных систем (Навигаторы, картографические системы). Клиент-сервер как распределенная архитектура. Преимущество и недостатки сетевых систем.

Серверные архитектуры. Тонкий клиент, толстый клиент. Преимущество и недостатки каждого вида. Основные принципы построения, назначение (вьювер) и примеры тонких клиентов (google maps, yandex maps). Принципы построения толстых клиентов, их назначения (аналитическая обработка информации, сложная визуализация) и примеры (google earth как пример сложной визуализации, GeoТайм как пример сложной обработки).

Параллельные вычисления. Локальные, клиент-серверные, ГРИД подход. Причины возникновения, использование, эффективность.

## 3. Линейная акустическая теория речеобразования.

Волновое уравнение (уравнение Вебстера). Граничные условия. Резонансные частоты речевого тракта. Потери в речевом тракте. Аэродинамика голосового источника и турбулентные процессы. Голосовой источник. Турбулентный источник. Импульсный источник. Фонетическая классификация звуков речи, процессы артикуляции (форма тракта) и спектры.

## 4. Методы вывода эмпирических закономерностей в условиях неопределенности.

Метод интервальных экспертных оценок.

Интервальные экспертные оценки как метод формализации знаний эксперта. Методы построения выборки прецедентов. Алгоритм аппроксимации, статистическая модель метода. Учет мнений нескольких экспертов.

Метод балльных экспертных оценок.

Порядковые шкалы, пример применения балльных оценок. Статистическая модель оценивания, алгоритм оценивания, статистические свойства оценки, технология применения метода.

Метод аппроксимации отношения правдоподобия (распознавание). Прогнозирующая функция, апостериорная вероятность, алгоритм аппроксимации.

Методы объяснение и обоснование результатов прогноза. Обоснование по прецеденту, построение логических конструкций, объяснение с помощью кластерного анализа.

Непараметрические процедуры индуктивного вывода. Решающие правила по сходству (метрические и функции предпочтения), функция принадлежности и метод ближайшего соседа, непараметрическая регрессия.

5. Основы геоинформационного анализа пространственно-временных данных. Ведение в геоинформационный анализ.

Основные понятия геоинформационного анализа. Географическая информация (ГИ), геоинформатика, географическая информационная система (ГИС). Типы геоинформационных технологий. Модель географического мира. Цифровые модели ГИ, типы данных, структуризация данных, ограничения цифровых моделей ГИ.

Типы аналитических задач. Классификация задач анализа ГИ. Основные проблемы геоинформационного анализа: оценивание связей между свойствами ГИ, оценивание отношений между географическими объектами, прогнозирование, обнаружение и распознавание целевых свойств ГИ и географических объектов, прогнозирование развития пространственно-временных взаимодействующих процессов.

Средства геоинформационного анализа. Визуальное исследование (картографический и графический анализ ГИ). Аналитические преобразования (применение заранее заданного оператора к имеющимся географическим данным для вычисления нового представления ГИ). Правдоподобный вывод (нахождение оператора аналитического преобразования).

6. Теоретические основы речевых технологий. Виды речевых технологий и области их применения.

Сжатие речевого сигнала в каналах связи. Синтез речи по произвольному тексту. Автоматическое распознавание и понимание речи. Распознавание диктора. Распознавание эмоционального и физического состояния. Диагностика заболеваний. Коррекция нарушений слуха. Обучение иностранному языку. Характеристика состояния речевых технологий. Источники изменчивости речевого сигнала.

7. Теория внутренней модели.

Система управления артикуляцией. Возмущения артикуляции и восприятия. Речевые обратные задачи. Вариационный метод. Критерии оптимизации. Ограничения. Кодовая книга. Обратная задача для нейромоторных команд. Внутренняя модель при восприятии речи. Обратная задача для голосового источника. Артикуляторный синтез и вокодер. Демонстрация.

8. Теория речевого сигнала.

Методы анализа речевого сигнала. Дискретизация и квантование. Текущий спектр. Весовые функции. Кепстр. Линейное предсказание. Wavelet. Формантный анализ. Анализ основного

тона. Детекторы спектрально-временных неоднородностей. Элементы кодовой структуры речевого сигнала.

#### 9. Теория речеобразования.

Строение речевого тракта и гортани. Динамические характеристики артикуляторных органов. Параметрическая модель артикуляции. Демонстрация артикуляторно-акустической модели (SAAS). Методы измерения формы речевого тракта.

#### 10. Технология прогнозирования пространственно-временных процессов.

Задачи с неполной информацией. Причины неопределенности. Критерии качества решения задач с неполной информацией: совместимость, значимость, непротиворечивость.

Информационная модель. Информационная модель - как версия решения задачи в условиях неопределенности и ее компоненты (формальная и неформальная). Участие в решении эксперта предметной области (экспертные решения и экспертные оценки). Прогнозирующая функция как форма представления извлеченного знания.

Технология построения информационной модели.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория особенностей**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с применениями дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.

Введением к двум основным разделам теории особенностей (часто называемой также теорией катастроф) – теории особенностей гладких отображений и теории особенностям дифференциальных уравнений.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) теории особенностей;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении теории особенностей;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в этой области.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;

- современные проблемы применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- основные свойства соответствующих математических объектов.
- фундаментальные понятия применения теории особенностей;
- современные проблемы применения теории особенностей;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть курса;
- основные свойства соответствующих математических объектов.

**уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.
- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения теории особенностей;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- точно представить математические знания в области применения теории особенностей.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления (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 применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления, и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- навыками освоения большого объема информации и решения задач применения теории особенностей;
- 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 применения теории особенностей.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Вводная часть

1. Вводная часть: чем занимается теория особенностей. Лемма Адамара. Лемма Морса с параметрами (лемма о расщеплении особенности). Теорема деления и следствия из нее. Ряды Ньютона-Пуизё.

2. Критические точки функций нескольких переменных. Коранг и коразмерность особенности, формула произведения корангов. Критические точки корангов 1 и 2 – начало классификации Арнольда.

#### 2. Формальные степенные ряды и гладкие функции

3. Формальные степенные ряды и гладкие функции. Лемма о представлении гладкой функции в виде суммы четной и нечетной части.

4. Алгебры, идеалы, факторалгебры. Локальная алгебра ростка отображения. Кратность ростков отображений и функций нескольких переменных. Теорема Тужрона.

#### 3. Теорема Мальгранжа. Особенности отображений плоскости

5. Теорема Мальгранжа и некоторые следствия из нее.

6. Понятие право-левой эквивалентности отображений. Теорема Уитни об особенностях отображений плоскости на плоскость.

7. Особенности отображений плоскости на 3-мерное пространство. Зонтик Уитни. Неизолированные особенности: полукубическое ребро возврата, сложенный зонтик Уитни, ласточкин хвост.

#### 4. Неявные дифференциальные уравнения

8. Неявные дифференциальные уравнения. Поднятие уравнения на поверхность. Преобразование Лежандра. Особенности интегральных кривых.

5. Локальные нормальные формы

9. Локальные нормальные формы векторных полей в вещественном и комплексном пространстве. Резонансы как препятствие линеаризации. Нормальная форма Пуанкаре-Дюлака.

10. Локальные нормальные формы векторных полей с неизолированными особыми точками. Инвариантные многообразия, принцип сведения.

11. Локальные нормальные формы неявных дифференциальных уравнений в типичных особых точках. Теоремы Чибрарио и Давыдова.

6. Геодезические длины и действия

12. Геодезические как экстремали функционалов длины и действия. Особенности геодезических потоков в псевдоримановых метриках переменной сигнатуры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория экономического роста**

#### **Цель дисциплины:**

способность применять и модифицировать математические модели новой теории экономического роста, а также интерпретировать полученные математические результаты при решении задач в области профессиональной деятельности.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать студентам представление о многообразии современных подходов к исследованию экономического роста;
- научить пониманию и использованию математического языка, на котором принято описывать современные модели новой теории экономического роста;
- привить критический подход при отборе инструментов анализа экономического роста;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

современные методы математического моделирования новой теории экономического роста и основанные на них современные программные продукты, необходимые для исследований.

##### **уметь:**

применять современный инструментарий математического моделирования для исследований экономических и финансовых решений на уровне индивидов, домохозяйств, фирм, финансовых рынков, финансовых институтов, отраслей, регионов и стран;

обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков;

моделировать результаты и эффективность субъектов экономической деятельности.

##### **уметь:**

- применять современный инструментарий математического моделирования для исследований экономических и финансовых решений на уровне индивидов, домохозяйств, фирм, финансовых рынков, финансовых институтов, отраслей, регионов и стран;
- обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков;
- моделировать результаты и эффективность субъектов экономической деятельности.

**владеть:**

- методикой и методологией проведения математического моделирования новой теории экономического роста; навыками самостоятельной исследовательской работы.

**Темы и разделы курса:**

1. Модели экономического роста и принцип максимума Понтрягина

Модель Солоу. Модель Рамсея-Касса-Купманса и ее обобщения. Построение решения при помощи принципа максимума Понтрягина. Траектории сбалансированного роста. Эффект уровня и эффект роста.

Человеческий капитал. Модель Лукаса-Узавы.

Модели растущего разнообразия товаров. Модели ступеней качества Шумпетера.

2. Модели гонок инноваций и принцип оптимальности Беллмана

Модель Рейнганум гонки инноваций. Концепция равновесия в дифференциальных играх. Уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана.

Модель Джадда. Отношение к риску при инвестировании в R&D.

Модели накопления знаний (Басар, Дорасзельски, Ванг).

3. Диффузия технологий и квазилинейные уравнения

Модель Полтеровича-Хенкина. Распространение новых технологий как волновые процессы в сплошных средах. Модификация Ташлицкой, Шананина. Цепочка Ленгмюра-Вольтерра. Шумпетеровская инновационная динамика в моделях Лукаса, Вольфрам, Кёнига, Латмера и др.

4. Модели сетевого взаимодействия

Модель Асемоглу. Эндогенные производственные сети. Модель Пика.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Теория экспертных систем**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины является ознакомление студентов с экспертными системами и основами их проектирования и реализации, а также изучение основных моделей представления знаний. Необходимо заложить основы проектирования и принципы функционирования экспертных систем для последующего самостоятельного изучения и освоения программных продуктов, предназначенных для создания и поддержки экспертных систем, а также их возможной разработки для какой-либо предметной области.

#### **Задачи дисциплины:**

Основной задачей изучения дисциплины является приобретение студентами прочных знаний и практических навыков в области, определяемой основной целью курса. В результате изучения курса студенты должны свободно ориентироваться и иметь представление о различных моделях представления знаний, включая семантические сети, фреймы и продукционные модели, иметь понятие о нечетких знаниях (ненадежных знаниях и нечетких множествах), а также принципах проектирования экспертных систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Основные методы и модели представления знаний о предметной области: семантические сети, фреймы, продукционные, способы вывода знаний на данных моделях, выводы в логике предикатов и высказываний. Методы представления нечетких знаний, понятие о нечетких множествах, выводах на нечетких множествах, байесовский и подход на основе коэффициентов уверенности в представлении ненадежных знаний, теорию Демпстера-Шафера. Состав экспертной системы и принципы ее организации, способы объяснения выводов.

##### **уметь:**

Проектировать и реализовывать экспертные системы в какой-либо предметной области с использованием систем предназначенных для этого, а также на языках высокого уровня. Работать с экспертами, литературой и другими источниками информации, в том числе сетью Интернет, для выявления знаний и представления их в виде выбранной модели.

**владеть:**

Языком логического программирования, одним из языков программирования высокого уровня (Java, C#, Python) и средствами реализации графического интерфейса пользователя для создания оболочки экспертной системы.

**Темы и разделы курса:****1. Введение в экспертные системы.**

Направления искусственного интеллекта, биологический интеллект, знания, свойства знаний, основные модели представления знаний

**2. Логическая модель представления знаний.**

Логика высказываний. Выводы в логике высказываний. Логика предикатов. Выводы в логике предикатов. Метод резолюций.

**3. Модели представления знаний.**

Продукционные и фреймовые модели, выводы в продукционных и фреймовых моделях. Семантические сети. Выводы в семантических сетях. Язык OWL, RDF.

**4. Нечеткие знания.**

Нечеткие множества. Операции на нечетких множествах. Нечеткие отношения. Ненадежные знания. Коэффициенты уверенности, байесовский подход, теория Демпстера-Шафера.

**5. Экспертные системы.**

Структура и разработчики экспертных систем. Основные функции экспертных систем. Этапы и стадии разработки. Средства объяснения в экспертной системе. Приобретение знаний.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Технологии воспроизводимых научных исследований**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в области построения распределенных систем, изучение способов создания многоагентных систем и методов их анализа, а также областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- Формирование базовых знаний в области построения многоагентных систем как дисциплины, интегрирующей общепрактическую и общетеоретическую подготовку специалистов в области ИТ и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания многоагентных систем, выявление особенностей их функциональных характеристик в нении с аналогичными подходами;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области многоагентных систем в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Место и роль многоагентных систем в ИТ;
- современные проблемы построения и анализа многоагентных систем;
- теоретические модели взаимодействия компонент распределенных систем;
- принципы построения искусственных организаций;
- подходы к моделированию деятельности отдельных агентов и многоагентных систем;
- постановку проблем коммуникации агентов в многоагентной системе;
- существующие стандарты в области построения многоагентных систем;
- подходы к проектированию распределенных систем.

**уметь:**

- Абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании систем;
- планировать оптимальное проведение анализа и синтеза распределенной системы.

**владеть:**

- Методами анализа существующих распределенных систем и протоколов их взаимодействия;
- методами проектирования многоагентных систем и протоколов их взаимодействия;
- методами разработки многоагентных систем и протоколов взаимодействия;
- методами описания предметных областей с использованием семантического подхода.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Введение в многоагентные системы.

Современные подходы к решению распределенных задач. Примеры задач, решаемых посредством агентов.

## 2. Понятие об искусственном интеллекте.

Искусственный интеллект. Психологический подход и современное развитие. Смена парадигмы в искусственном интеллекте.

## 3. Основы теории агентов.

Общая классификация агентов. От объектов к агентам. Архитектуры агентов. Языки описания и реализации агентов.

## 4. Многоагентные системы (МАС).

Многоагентные системы. Общая характеристика многоагентных систем. Основы распределенного искусственного интеллекта. Искусственная жизнь. Примеры построения многоагентных систем.

## 5. Взаимодействие между агентами МАС.

Взаимодействие между агентами МАС. Критерии и ситуации взаимодействия агентов. Установление базовых типов сотрудничества и соперничества. Кооперация агентов. Способы формирования различных архитектур МАС в процессе взаимодействия агентов.

## 6. Организации агентов.

Организации: естественные и искусственные. Понятие организации и его роль в создании МАС. Классификация организаций.

## 7. Деятельность агента и ее моделирование.

Деятельность агента и ее моделирование. Основы психологической теории деятельности. Теории действия. Роль обязательств в формировании коллективных действий агентов.



## 8. Коммуникация в МАС.

Коммуникация в МАС. Основы семиотики. Прикладная семиотика. Эволюционная семиотика. Базовые функции коммуникации агентов. Модели коммуникации агентов. Теория и средства коммуникации, базирующиеся на речевых актах.

## 9. Использование XML для коммуникации агентов.

Использование XML для коммуникации агентов. Особенности применения.

## 10. Протоколы общения агентов.

Анализ различных протоколов общения агентов.

## 11. Программирование многоагентных систем на платформах JADE, FIPA-OS.

Архитектура агентной платформы jade, контейнеры и платформы, агенты ams и df, среда jade для управления агентным приложением

## 12. Проектирование многоагентных систем.

Проектирование многоагентных систем и искусственных организаций. Восходящий и нисходящий подходы к проектированию МАС.

## 13. Эволюционный подход к проектированию многоагентных систем.

Эволюционное и коэволюционное проектирование МАС. Проектирование МАС на основе обобщенного объектно-ориентированного подхода.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Технологии программирования и операционные системы**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение и практическое освоение современных методов и технологий программирования.

Изучение операционных систем семейства Unix и овладение навыками работы в них.

#### **Задачи дисциплины:**

Основной задачей дисциплины является компенсация основных тем технологических дисциплин, читаемых на ФИВТ МФТИ, для магистрантов, поступивших из других ВУЗов или факультетов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные принципы работы в Unix-системах,

основные понятия и терминологию современных систем контроля версий, виртуализации, компьютерных сетей.

##### **уметь:**

применять полученные знания для работы в командных проектах.

##### **владеть:**

инструментарием командной строки Unix, современными системами контроля версий и платформами виртуализации.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Семейство ОС Unix. Современные инструменты для работы в консоли

Семейство ОС Unix, основные дистрибутивы и их отличия. Основные командные интерпретаторы, их отличия. Утилита sed, язык awk. Использование Python как заменителя

shell. Jupyter и TmpNb как его модификация. Терминальные мультиплексоры, автоматизация работы с ними.

## 2. Системы контроля версий

Системы контроля версий в современных проектах. CVS – первая система контроля версий. SVN. Современные VCS – Git, Mercurial и работа с ними. Работа над проектами в команде. Автоматизация работы с Git..

## 3. Виртуализация

Виртуализация. Её виды (контейнерная, на уровне ОС). Современные платформы виртуализации и работа с ними. Автоматизация работы с виртуальными окружениями.

## 4. Непрерывная интеграция

Непрерывная интеграция (continuous integration) и её этапы. Основные инструменты CI и их связь с VCS.

## 5. Оркестрация контейнеров. Kubernetes

Компьютерные сети, модель OSI, её уровни. Сетевые протоколы обмена информацией.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Технология активных баз знаний**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение теории и практики методов и средств согласованного представления и обработки знаний в базах знаний при условии их активности.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний в области представления и обработки знаний;
- освоение методов и средств поддержки и сопровождения баз знаний в прикладных интеллектуальных системах;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в разработки и реализации методов взаимодействия с базами знаний;
- приобретение навыков работы с инструментальными средствами представления и обработки знаний, а также с использованием их при создании прикладных интеллектуальных систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и теории представления и обработки знаний;
- технологии использования моделей согласованности знаний при проектировании баз знаний;
- основные инструментальные средства искусственного интеллекта;
- основные области применения баз знаний;
- современные проблемы проектирования и сопровождения баз знаний в прикладных интеллектуальных системах.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач инженерии знаний;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и практики;
- видеть в технических задачах математическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и технологии;
- работать на современном компьютерном оборудовании и с новыми программными системами;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения практически значимых результатов.

#### **владеть:**

- навыками освоения больших объемов информации, представленной в традиционной и электронной форме;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования практически значимых задач;
- навыками грамотной обработки результатов информационного моделирования и сопоставления их с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с согласованной обработкой знаний.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Введение в методы и средства согласованности знаний. Выбор функции сходства. Выбор критерия согласованности.

Определение необходимого уровня согласованности знаний. Контролируемая противоречивость. Реструктуризация знаний как источник порождения знаний.

Интерпретация сходства для анализа согласованности системы знаний на основе матрицы связности. Структурная и семантическая согласованность.

Консонансная функция. Свойства и структура консонансного множества. Поиск консонансного прообраза. Выбор критерия структурной согласованности. Поликонсонанс степени  $N$ . Классификация по структурному критерию.

2. Индуктивно-комбинаторные методы исследования согласованности. Преобразование диссонансного множества. Прохождение контура множеств по виду состояния.

Равновесное слабосогласованное состояние. Описание структуры. Параметрический анализ равноудаленности.

Приведение полностью рассогласованного множества в консонанс. Эффективный алгоритм и оценки.

Изменение типа консонансного множества. Теорема устойчивости вида состояния. Свойства вектора попершинных различий.

3. Использование процедуры попершинных изменений. Минимально удаленное состояние. Обоснование и рассмотрение условий применения алгоритма уменьшения рассогласованности.

Анализ результатов, полученных на основе операции попершинных изменений. Теорема устойчивости вида состояния множества.

Обнаружение и устранение диссонансов в базе знаний. Управление согласованностью на основе матрицы связности в условиях поликонсонанса.

Работа с матрицами связности на основе процедуры минимизации вектора попершинных изменений. Проблемы сокращения трудоемкости алгоритма.

4. Определение сходства слабоформализуемых объектов.

Анализ различных методов оценки взаимосвязей между слабоструктурированными текстовыми документами.

5. Работа в среде программных продуктов. Настройки DISSON, RESONANSE. Функциональная схема диссеминации знаний с привлечением экспертного анализа. Интеллектуальный обработчик тематической информации (система INTELLEGER).

Приведение ассонансных множеств в консонанс на основе алгоритма уменьшения рассогласованности. Поиск локального минимально удаленного состояния.

Анализ согласованности экспертных оценок.

Индексация документов. Определение взаимосвязей между документами. Классификация документов. Построение словарных групп. Пользовательский интерфейс системы.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Управление проектами разработки программ**

#### **Цель дисциплины:**

освоение студентами знаний в области управления проектами при создании программного обеспечения и построения корпоративных информационных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- 1) Освоение студентами знаний в области основ проектного управления в соответствии с концепцией Института Проектного Управления (Project Management Institute).
- 2) Изучение и анализ основных принципов проектного управления, участников проекта и организационных структур.
- 3) Изучение всех основных групп процессов при управлении проектами в ИТ-индустрии.
- 4) Изучение интеграционных процессов при управлении проектами.
- 5) Изучение процессов управления содержанием проекта.
- 6) Изучение процессов управления временем и стоимостью проекта.
- 7) Изучение процессов управления качеством и проектными рисками.
- 8) Изучение процессов управления коммуникациями и персоналом проектной команды.
- 9) Изучение процессов управления закупками и подрядчиками.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Что такое «Проект» и «Проектное управление»?

В чем отличия «Проектного управления» от «Корпоративного управления» и других видов управления?

Источники информации и знаний по управлению проектами.

Базовые понятия проектного управления: менеджер проекта, команда проекта, участники проекта, вовлеченные стороны.

Типы организационных структур, в рамках которых реализуется проектная деятельность. Основные отличия и общие характеристики организационных структур проектного управления. Преимущества и сложности различных типов организационных структур.

Различные классификации типов проектных процессов – по характеру процессов, по областям знаний.

Характеристики и структуру всех интеграционных процессов при управлении проектами.

Характеристики и структуру всех процессов управления содержанием проекта.

Характеристики и структуру всех процессов управления временем и стоимостью проекта.

Характеристики и структуру всех процессов управления качеством и проектными рисками.

Характеристики и структуру всех процессов управления коммуникациями и персоналом проектной команды.

Характеристики и структуру всех процессов управления закупками и подрядчиками.

**уметь:**

Подготовить корпоративную политику проектного управления.

Разработать корпоративный регламент управления целями и областью проекта.

Разработать корпоративный регламент управления временем в проекте.

Разработать корпоративный регламент управления ресурсами проекта.

Разработать корпоративный регламент управления бюджетом и расходами проекта.

Разработать корпоративный регламент управления качеством и рисками в проекте.

Разработать корпоративный регламент управления персоналом и командой проекта.

Разработать корпоративный регламент управления коммуникациями и отчетностью проекта.

Разработать корпоративный регламент управления закупками и подрядчиками проекта.

Разработать корпоративный регламент управления планом проекта.

Подготовить План проекта внедрения информационной системы поддержки учебного процесса высшего учебного заведения.

Подготовить План проекта внедрения информационной системы регистратуры лечебного учреждения (поликлиники).

Подготовить План проекта внедрения информационной автоматизированной системы управления отношений с клиентами кредитной организации.

Подготовить План проекта внедрения информационной системы управления отношений с клиентами системного ИТ интегратора.

Подготовить План проекта внедрения информационно-автоматизированной системы продаж интернет-компании.



**владеть:**

Методикой внедрения проектной деятельности в рамках развития корпоративной культуры разработческих и внедренческих ИТ компаний.

Методикой разработки планов и спецификаций проекта разработки и внедрения корпоративных автоматизированных информационных систем поддержки бизнес операций.

Методикой оценки и управления проектными рисками в рамках разработки и внедрения корпоративных автоматизированных информационных систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Что такое «управление программными разработками».

Специфика Проектного управления. Источники знаний и авторитеты в области управления программными разработками. Краткое содержание курса, основные цели и задачи, главные результаты, задания и отчетность.

2. Управление проектом разработки программного обеспечения; функции и области знаний.

Функции Проектного Управления, области знаний. Терминология. Жизненные циклы разработки и внедрения ИТ.

Стороны и участники проекта. Типы проектных организаций, разрабатывающих ПО. Функции, структура, документооборот, отчетность

3. Стороны и участники проекта.

Типы управленческих процессов: процессы инициации и завершения, планирования, выполнения, контроля и управления. Классификации управленческих процессов по областям знаний.

4. Типы управленческих процессов

Управление программной разработкой - интеграционный процесс. Управление интеграцией или интеграционное управление.

5. Управление программной разработкой - интеграционный процесс.

Управление содержанием и областью проекта программных разработок и системной интеграции.

6. Управление содержанием и областью проекта программных разработок и системной интеграции.

Управление временными характеристиками проекта разработки программного обеспечения, внедрения ИТ компонент

7. Управление временными характеристиками проекта разработки программного обеспечения.

Управление временными характеристиками проекта разработки программного обеспечения, внедрения ИТ компонент

8. Управление стоимостью проекта разработки и внедрения ПО.

Управление качеством проекта разработки и внедрения ПО.

9. Управление качеством проекта разработки и внедрения ПО.

Управление командой, персоналом и людскими ресурсами ИТ проектов

10. Управление командой, персоналом и людскими ресурсами ИТ проектов.

Управление коммуникациями в проектах разработки и внедрения ИТ

11. Управление коммуникациями в проектах разработки и внедрения ИТ.

Управление проектными рисками в ИТ проектах

12. Управление проектными рисками в ИТ проектах.

Управление закупками, поставками и подрядчиками при разработке и внедрении ИТ

13. Управление закупками, поставками и подрядчиками при разработке и внедрении ИТ.

Анализ успешного опыта; основные проектные характеристики, причины успехов и неудач: формальное управление рисками, согласование интерфейсов, формальные проверки, построение планов и управление на основе метрических показателей.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Управление системами с распределенными параметрами**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями теории управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области управления системами с распределёнными параметрами;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области теории управления системами с распределенными параметрами.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы теории управления;
- современные проблемы соответствующих разделов теории управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла теории управления;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач теории управления.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории управления;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории управления, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области теории управления в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории управления;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Управляемые объекты, процессы и системы с распределенными параметрами.

Способы описания управляемых тепловых и диффузионных процессов. Управляющие параметры и управления. Допустимые управления и состояние системы.

2. Управление упругими колебаниями, способы их описания.

Управляющие параметры, допустимые управления и состояние объекта и системы.

3. Простейшие примеры оптимизации состояния объектов с распределенными параметрами.

Оптимизация теплопередачи. Оптимизация размеров ядерного реактора.

4. Оптимальное управление гиперболическими системами.

Необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума для простейших систем и их анализ.

5. Обобщения принципа максимума.

Анализ примеров.

Оптимальное управление параболическими системами.

Граничное управление в линейно-квадратичной задаче оптимального управления процессом теплопроводности.

Применение принципа максимума.

6. Динамическое программирование в теории систем с распределенными параметрами.

Уравнение Беллмана и его анализ.

7. Задачи об аналитическом конструировании регуляторов.

Анализ уравнения Риккати и решение задачи синтеза оптимального управления.

8. Проблемы управляемости и наблюдаемости систем с распределенными параметрами.

Основные задачи и теоремы.

Управляемость тепловых процессов.

Управляемость упругих колебаний с граничными управлениями.

Наблюдаемость упругих колебаний с граничными управлениями.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Управление системами с распределенными параметрами**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями теории управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области управления системами с распределёнными параметрами;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области теории управления системами с распределенными параметрами.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы теории управления;
- современные проблемы соответствующих разделов теории управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла теории управления;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач теории управления.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории управления;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории управления, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области теории управления в устной и письменной форме.

**Владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории управления;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Управляемые объекты, процессы и системы с распределенными параметрами.

Способы описания управляемых тепловых и диффузионных процессов. Управляющие параметры и управления. Допустимые управления и состояние системы.

2. Управление упругими колебаниями, способы их описания.

Управляющие параметры, допустимые управления и состояние объекта и системы.

3. Простейшие примеры оптимизации состояния объектов с распределенными параметрами.

Оптимизация теплопередачи. Оптимизация размеров ядерного реактора.

4. Оптимальное управление гиперболическими системами.

Необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума для простейших систем и их анализ.

5. Обобщения принципа максимума.

Анализ примеров.

Оптимальное управление параболическими системами.

Граничное управление в линейно-квадратичной задаче оптимального управления процессом теплопроводности.

Применение принципа максимума.

6. Динамическое программирование в теории систем с распределенными параметрами.

Уравнение Беллмана и его анализ.

7. Задачи об аналитическом конструировании регуляторов.

Анализ уравнения Риккати и решение задачи синтеза оптимального управления.

8. Проблемы управляемости и наблюдаемости систем с распределенными параметрами.

Основные задачи и теоремы.

Управляемость тепловых процессов.

Управляемость упругих колебаний с граничными управлениями.

Наблюдаемость упругих колебаний с граничными управлениями.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Управление системами с распределенными параметрами**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями теории управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области управления системами с распределёнными параметрами;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области теории управления системами с распределенными параметрами.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы теории управления;
- современные проблемы соответствующих разделов теории управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла теории управления;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач теории управления.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории управления;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории управления, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области теории управления в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории управления;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Управляемые объекты, процессы и системы с распределенными параметрами.

Способы описания управляемых тепловых и диффузионных процессов. Управляющие параметры и управления. Допустимые управления и состояние системы.

2. Управление упругими колебаниями, способы их описания.

Управляющие параметры, допустимые управления и состояние объекта и системы.

3. Простейшие примеры оптимизации состояния объектов с распределенными параметрами.

Оптимизация теплопередачи. Оптимизация размеров ядерного реактора.

4. Оптимальное управление гиперболическими системами.

Необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума для простейших систем и их анализ.

5. Обобщения принципа максимума.

Анализ примеров.

Оптимальное управление параболическими системами.

Граничное управление в линейно-квадратичной задаче оптимального управления процессом теплопроводности.

Применение принципа максимума.

6. Динамическое программирование в теории систем с распределенными параметрами.

Уравнение Беллмана и его анализ.

7. Задачи об аналитическом конструировании регуляторов.

Анализ уравнения Риккати и решение задачи синтеза оптимального управления.

8. Проблемы управляемости и наблюдаемости систем с распределенными параметрами.

Основные задачи и теоремы.

Управляемость тепловых процессов.

Управляемость упругих колебаний с граничными управлениями.

Наблюдаемость упругих колебаний с граничными управлениями.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Управление системами с распределенными параметрами**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями теории управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области управления системами с распределёнными параметрами;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области теории управления системами с распределенными параметрами.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы теории управления;
- современные проблемы соответствующих разделов теории управления;
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла теории управления;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач теории управления.

##### **уметь:**

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории управления;
- оценивать корректность постановок задач;

- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач теории управления, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области теории управления в устной и письменной форме.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории управления;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

1. Управляемые объекты, процессы и системы с распределенными параметрами.

Способы описания управляемых тепловых и диффузионных процессов. Управляющие параметры и управления. Допустимые управления и состояние системы.

2. Управление упругими колебаниями, способы их описания.

Управляющие параметры, допустимые управления и состояние объекта и системы.

3. Простейшие примеры оптимизации состояния объектов с распределенными параметрами.

Оптимизация теплопередачи. Оптимизация размеров ядерного реактора.

4. Оптимальное управление гиперболическими системами.

Необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума для простейших систем и их анализ.

5. Обобщения принципа максимума.

Анализ примеров.

Оптимальное управление параболическими системами.

Граничное управление в линейно-квадратичной задаче оптимального управления процессом теплопроводности.

Применение принципа максимума.

6. Динамическое программирование в теории систем с распределенными параметрами.

Уравнение Беллмана и его анализ.

7. Задачи об аналитическом конструировании регуляторов.

Анализ уравнения Риккати и решение задачи синтеза оптимального управления.

8. Проблемы управляемости и наблюдаемости систем с распределенными параметрами.

Основные задачи и теоремы.

Управляемость тепловых процессов.

Управляемость упругих колебаний с граничными управлениями.

Наблюдаемость упругих колебаний с граничными управлениями.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Устойчивость и оптимизация замкнутых систем управления**

#### **Цель дисциплины:**

- научить студента использовать теорию устойчивости и управления в математическом анализе конкретных замкнутых систем управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- овладение студентами начальных сведений по теории управления системами с распределенными параметрами (СРП);
- приобретение теоретических знаний по теории оптимального управления и теории наблюдаемости и управляемости СРП;
- ознакомление студентов с основными современными методами решения конкретных задач оптимального управления, управляемости и наблюдаемости с использованием методов компьютерной алгебры;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области теории СРП и ее приложений.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- 1) фундаментальные понятия и основные теоретические результаты в области теории устойчивости и управления в математическом анализе конкретных замкнутых систем управления;
- 2) современные проблемы соответствующих разделов методов численного и аналитического решения задач этой теории с использованием компьютерных технологий;
- 3) понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла «Устойчивость и оптимизация замкнутых систем управления»;
- 4) основные свойства соответствующих математических объектов;
- 5) аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач управления.

**уметь:**

- 1) понять поставленную задачу;
- 2) использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории управления;
- 3) оценивать корректность постановок задач;
- 4) самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- 5) самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- 6) представлять математические знания в области теории управления в устной и письменной форме.

**владеть:**

- 1) навыками решения задач теории управления (в том числе, сложных);
- 2) навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов и методов теории управления;
- 3) культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории управления;
- 4) предметным языком теории и методов теории управления, навыками грамотного описания решения соответствующих задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Основы теории замкнутых систем управления

Основы теории замкнутых систем управления. Основные понятия и определения, Структурные схемы и переходные процессы. Характеристики переходных процессов

Программа семинарских занятий

Построение структурных схем. Анализ основных характеристик переходных процессов.

## 2. Основные результаты теории А.М. Ляпунова

Основные результаты теории А.М. Ляпунова. Теоремы А.М. Ляпунова об устойчивости. Теоремы об устойчивости специальных линейных систем.

Программа семинарских занятий

Применение теорем А.М. Ляпунова. Примеры специальных линейных систем.

## 3. Теоремы об устойчивости замкнутых систем управления



Теоремы об устойчивости замкнутых систем управления. Анализ устойчивости систем по свойствам отдельных ее элементов.

Анализ устойчивости замкнутых систем.

#### 4. Оптимизация замкнутых систем управления

Оптимизация замкнутых систем управления. Динамическое программирование. Аналитическое конструирование регуляторов. Уравнения Риккати.

Аналитическое конструирование регуляторов. Решение уравнений Риккати. Анализ устойчивости решений уравнений Риккати

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Устойчивость и оптимизация замкнутых систем управления**

#### **Цель дисциплины:**

- научить студента использовать теорию устойчивости и управления в математическом анализе конкретных замкнутых систем управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- овладение студентами начальных сведений по теории управления системами с распределенными параметрами (СРП);
- приобретение теоретических знаний по теории оптимального управления и теории наблюдаемости и управляемости СРП;
- ознакомление студентов с основными современными методами решения конкретных задач оптимального управления, управляемости и наблюдаемости с использованием методов компьютерной алгебры;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области теории СРП и ее приложений.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- 1) фундаментальные понятия и основные теоретические результаты в области теории устойчивости и управления в математическом анализе конкретных замкнутых систем управления;
- 2) современные проблемы соответствующих разделов методов численного и аналитического решения задач этой теории с использованием компьютерных технологий;
- 3) понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла «Устойчивость и оптимизация замкнутых систем управления»;
- 4) основные свойства соответствующих математических объектов;
- 5) аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач управления.

**уметь:**

- 1) понять поставленную задачу;
- 2) использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории управления;
- 3) оценивать корректность постановок задач;
- 4) самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- 5) самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- 6) представлять математические знания в области теории управления в устной и письменной форме.

**владеть:**

- 1) навыками решения задач теории управления (в том числе, сложных);
- 2) навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов и методов теории управления;
- 3) культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории управления;
- 4) предметным языком теории и методов теории управления, навыками грамотного описания решения соответствующих задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Основы теории замкнутых систем управления

Основы теории замкнутых систем управления. Основные понятия и определения, Структурные схемы и переходные процессы. Характеристики переходных процессов

Программа семинарских занятий

Построение структурных схем. Анализ основных характеристик переходных процессов.

## 2. Основные результаты теории А.М. Ляпунова

Основные результаты теории А.М. Ляпунова. Теоремы А.М. Ляпунова об устойчивости. Теоремы об устойчивости специальных линейных систем.

Программа семинарских занятий

Применение теорем А.М. Ляпунова. Примеры специальных линейных систем.

## 3. Теоремы об устойчивости замкнутых систем управления

Теоремы об устойчивости замкнутых систем управления. Анализ устойчивости систем по свойствам отдельных ее элементов.

Анализ устойчивости замкнутых систем.

#### 4. Оптимизация замкнутых систем управления

Оптимизация замкнутых систем управления. Динамическое программирование. Аналитическое конструирование регуляторов. Уравнения Риккати.

Аналитическое конструирование регуляторов. Решение уравнений Риккати. Анализ устойчивости решений уравнений Риккати

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Устойчивость и оптимизация замкнутых систем управления**

#### **Цель дисциплины:**

- научить студента использовать теорию устойчивости и управления в математическом анализе конкретных замкнутых систем управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- овладение студентами начальных сведений по теории управления системами с распределенными параметрами (СРП);
- приобретение теоретических знаний по теории оптимального управления и теории наблюдаемости и управляемости СРП;
- ознакомление студентов с основными современными методами решения конкретных задач оптимального управления, управляемости и наблюдаемости с использованием методов компьютерной алгебры;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области теории СРП и ее приложений.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- 1) фундаментальные понятия и основные теоретические результаты в области теории устойчивости и управления в математическом анализе конкретных замкнутых систем управления;
- 2) современные проблемы соответствующих разделов методов численного и аналитического решения задач этой теории с использованием компьютерных технологий;
- 3) понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла «Устойчивость и оптимизация замкнутых систем управления»;
- 4) основные свойства соответствующих математических объектов;
- 5) аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач управления.

**уметь:**

- 1) понять поставленную задачу;
- 2) использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории управления;
- 3) оценивать корректность постановок задач;
- 4) самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- 5) самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- 6) представлять математические знания в области теории управления в устной и письменной форме.

**владеть:**

- 1) навыками решения задач теории управления (в том числе, сложных);
- 2) навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов и методов теории управления;
- 3) культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории управления;
- 4) предметным языком теории и методов теории управления, навыками грамотного описания решения соответствующих задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Основы теории замкнутых систем управления

Основы теории замкнутых систем управления. Основные понятия и определения, Структурные схемы и переходные процессы. Характеристики переходных процессов

Программа семинарских занятий

Построение структурных схем. Анализ основных характеристик переходных процессов.

## 2. Основные результаты теории А.М. Ляпунова

Основные результаты теории А.М. Ляпунова. Теоремы А.М. Ляпунова об устойчивости. Теоремы об устойчивости специальных линейных систем.

Программа семинарских занятий

Применение теорем А.М. Ляпунова. Примеры специальных линейных систем.

## 3. Теоремы об устойчивости замкнутых систем управления

Теоремы об устойчивости замкнутых систем управления. Анализ устойчивости систем по свойствам отдельных ее элементов.

Анализ устойчивости замкнутых систем.

#### 4. Оптимизация замкнутых систем управления

Оптимизация замкнутых систем управления. Динамическое программирование. Аналитическое конструирование регуляторов. Уравнения Риккати.

Аналитическое конструирование регуляторов. Решение уравнений Риккати. Анализ устойчивости решений уравнений Риккати

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Устойчивость и оптимизация замкнутых систем управления**

#### **Цель дисциплины:**

- научить студента использовать теорию устойчивости и управления в математическом анализе конкретных замкнутых систем управления.

#### **Задачи дисциплины:**

- овладение студентами начальных сведений по теории управления системами с распределенными параметрами (СРП);
- приобретение теоретических знаний по теории оптимального управления и теории наблюдаемости и управляемости СРП;
- ознакомление студентов с основными современными методами решения конкретных задач оптимального управления, управляемости и наблюдаемости с использованием методов компьютерной алгебры;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области теории СРП и ее приложений.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- 1) фундаментальные понятия и основные теоретические результаты в области теории устойчивости и управления в математическом анализе конкретных замкнутых систем управления;
- 2) современные проблемы соответствующих разделов методов численного и аналитического решения задач этой теории с использованием компьютерных технологий;
- 3) понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла «Устойчивость и оптимизация замкнутых систем управления»;
- 4) основные свойства соответствующих математических объектов;
- 5) аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач управления.



**уметь:**

- 1) понять поставленную задачу;
- 2) использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории управления;
- 3) оценивать корректность постановок задач;
- 4) самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- 5) самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- 6) представлять математические знания в области теории управления в устной и письменной форме.

**владеть:**

- 1) навыками решения задач теории управления (в том числе, сложных);
- 2) навыками самостоятельной работы и освоения новых разделов и методов теории управления;
- 3) культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теории управления;
- 4) предметным языком теории и методов теории управления, навыками грамотного описания решения соответствующих задач и представления полученных результатов.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Основы теории замкнутых систем управления

Основы теории замкнутых систем управления. Основные понятия и определения, Структурные схемы и переходные процессы. Характеристики переходных процессов

Программа семинарских занятий

Построение структурных схем. Анализ основных характеристик переходных процессов.

## 2. Основные результаты теории А.М. Ляпунова

Основные результаты теории А.М. Ляпунова. Теоремы А.М. Ляпунова об устойчивости. Теоремы об устойчивости специальных линейных систем.

Программа семинарских занятий

Применение теорем А.М. Ляпунова. Примеры специальных линейных систем.

## 3. Теоремы об устойчивости замкнутых систем управления

Теоремы об устойчивости замкнутых систем управления. Анализ устойчивости систем по свойствам отдельных ее элементов.

Анализ устойчивости замкнутых систем.

#### 4. Оптимизация замкнутых систем управления

Оптимизация замкнутых систем управления. Динамическое программирование. Аналитическое конструирование регуляторов. Уравнения Риккати.

Аналитическое конструирование регуляторов. Решение уравнений Риккати. Анализ устойчивости решений уравнений Риккати

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Устройство ядра ОС Windows**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами знаний в области архитектуры ядра ОС Windows, в частности в вопросах управления ресурсами (памятью, процессорным временем), работой сетевого стека, взаимодействия с приложениями.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование основных знаний в области построения операционных систем на примере ОС Windows;
- обучение студентов принципам создания программного обеспечения системного уровня.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историю эволюции операционных систем и историческую необходимость разделения ОС на системную (ядро) и прикладную составляющие;
- основы архитектуры ядра ОС;
- основные технологические особенности ядра ОС Windows;
- принципы функционирования основных компонент ядра таких как файловая система, сетевой стек, планировщика процессорного времени, виртуальная память;
- основные идеи при реализации этих компонент.

##### **уметь:**

- анализировать исходные тексты ядра ОС;
- оценивать эффективность работы технических решений уровня ядра ОС;
- сопоставлять техническую реализацию компонент ядра ОС с её математической или принципиальной моделью;
- самостоятельно разрабатывать и испытывать компоненты ядра ОС Windows.

**владеть:**

- приемами решения системных технических задач;
- средствами и технологиями разработки программ системного уровня;
- навыками запуска и отладки ядра ОС.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Обзор семейства ОС Windows

1. Обзор семейства ОС Windows NT и основные концепции. История семейства Windows NT. Цели и принципы семейства Windows NT. Основные концепции: Native и Win32 API, режимы ядра и пользователя, процессы и потоки, объекты и описатели, сервисы и экспортируемые функции, виртуальная и физическая память, безопасность, реестр, Unicode.

2. Компонент ядра Windows - Object Manager.

3. Синхронизационные примитивы Windows.

## 2. Планировщик потоков (нитей) в Windows. Виртуальная и физическая память

1. Планировщик потоков(нитей) в Windows. (Kernel Scheduler)

2. Ожидание на объектах ядра. Диспетчер объектов. (Kernel Dispatcher).

3. Краткий обзор защищенного режима процессоров x86 и AMD64.

4. Диспетчер ловушек (обработка исключений, прерываний и вызовов системных сервисов).

5. Механизм SEH.

6. Виртуальная и физическая память. Компоненты и сервисы диспетчера памяти. Системные пулы памяти. Структура линейного адресного пространства. Страничное преобразование. Обработка ошибок страниц.

7. Виртуальная и физическая память. Дескрипторы виртуальных адресов. Рабочие наборы. База данных PFN. MDL.

8. Процессы, потоки, задания. Внутреннее устройство процесса. Внутреннее устройства потока. Объекты задания. Обзор недокументированных структур.

## 3. Архитектура ввода-вывода. Ключевые драйверы в режиме ядра

1. Архитектура ввода-вывода.

2. Менеджер кэша. Секции.

3. LPC, Security.

4. Реестр, сервисы, WMI.

5. Ключевые драйверы в режиме ядра. Ключевые компоненты режима пользователя. Обзор подсистем ядра. Общая архитектура. Загрузка системы. Bootloader и ntldr. Инициализация ядра и запуск smss. Crss и Win32k.sys. Winlogon и lsass.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Устройство ядра операционной системы Linux**

#### **Цель дисциплины:**

— освоение студентами знаний в области архитектуры ядра ОС Linux, в частности в вопросах управления ресурсами (памятью, процессорным временем), работой сетевого стека, взаимодействия с приложениями.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование основных знания в области построения операционных систем на примере ОС Linux;
- обучение студентов принципам создания программного обеспечения системного уровня.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историю эволюции операционных систем и историческую необходимость разделения ОС на системную (ядро) и прикладную составляющие;
- основы архитектуры ядра ОС;
- основные технологические особенности ядра ОС Linux;
- принципы функционирования основных компонент ядра таких как файловая система, сетевой стек, планировщика процессорного времени, виртуальная память;
- основные идеи при реализации этих компонент.

##### **уметь:**

- анализировать исходные тексты ядра ОС;
- оценивать эффективность работы технических решений уровня ядра ОС;
- сопоставлять техническую реализацию компонент ядра ОС с её математической или принципиальной моделью;
- самостоятельно разрабатывать и испытывать компоненты ядра ОС Linux.

**владеть:**

- приемами решения системных технических задач;
- средствами и технологиями разработки программ системного уровня;
- навыками запуска и отладки ядра ОС.

**Темы и разделы курса:****1. Особенности работы многопроцессорных систем**

1. Место ядра в современной ОС. Задачи, решаемые ядром. Необходимая аппаратная поддержка. Привилегии кода, виртуальная память, прерывания. Аппаратная поддержка оптимизаций. Особенности работы многопроцессорных систем. Интерфейс с пользовательскими приложениями. Стандарт POSIX. Основные подсистемы ядра Linux.

2. Структура директорий с исходными текстами. Конфигурация ядра. Устройство системы сборки. Организация архитектурно-зависимого кода. Сборка и процесс загрузки. Настройка защищенного режима, виртуальной памяти, инициализация основных подсистем. Абстракция «процесс».

3. Печать отладочной информации. Удалённая сборка отладочной информации. Встроенные средства отладки: отладка средств синхронизации, «отравление» освобождённой памяти, контроль контекстов исполнения. Аргументы ядра. Виды сообщений о критических состояниях, их анализ. Способы динамической отладки.

4. Текущий процесс. Понятие контекста исполнения, необходимость разделения. Контекст процесса. Атомарный контекст. Контексты аппаратного и программного прерываний. Особенности исполнения кода и использование. Переключение контекстов процессов, общая диаграмма переходов.

5. Атомарные переменные, понятие атомарной операции. Локальные переменные процессора. Спинлок и мьютекс — сравнение. Аппаратная поддержка выполнения атомарных операций. Особенности использования различных синхронизационных примитивов в различных контекстах исполнения. Непрерываемый сон процесса. Блокировки типа чтение-запись. Синхронизация без аппаратных блокировок — счетчики вхождений и технология RCU. Особенности реализации RCU, список как пример применения RCU.

**2. Структура памяти**

1. Зонирование физической памяти, отображение виртуального адресного пространства ядра на физическую память. Понятие зоны «верхней памяти», аппаратные ограничения требующие зоны прямого доступа к памяти (DMA). Контроль страниц. Стек подсистем выделения памяти — постраничное выделение, выделение непрерывной виртуальной памяти, выделение небольших объектов. Особенности реализации подсистемы выделения небольших объектов. Способы отладки. Поведение ядра при нехватке памяти.

2. Модель предоставления памяти приложениям — двухстадийное выделение. Выделение виртуальной памяти. Выделение физической памяти. Организация виртуального адресного пространства. Переключение контекстов отображения. Четыре типа памяти — анонимная и файловая, разделяемая и неразделяемая. Особенности «отбора» каждого из типов. Поведение при критической нехватке памяти. Освобождение дискового кеша. Выгрузка страниц на диск. Оптимизация работы с отображением памяти для ядерных потоков. «Обратное» отображение страниц.

3. Описатель процесса в ядре. Организация потоков. Связи между описателями процессов — дерево, группа потоков, общий список. Ядерный стек. Служебные объекты — таблица открытых файлов, описатель адресного пространства, контекст обработки сигналов, вид файловой системы. Системные вызовы `fork()`, `exit()`, `wait()`, жизненный цикл процесса. Идентификатор процесса, поиск процесса по номеру, связь с файловой системой `procfs`.

4. Виды межпроцессного взаимодействия. Особенности реализации каналов (`pipe`), `System V IPC`. Обмен сигналами — отправка сигнала, получение сигнала. Разделяемая память.

5. Особенности учёта времени в вычислительных системах. Аппаратные таймеры, требования к аппаратному интерфейсу. Модели периодических и разовых прерываний от таймеров. Выгоды при использовании последней в виртуальных машинах. Особенности учета времени при разовых прерываниях. Понятие локального и глобального прерывания таймера. Счетчик тактов `jiffies` и `jiffies64`, особенности работы с 64-битным счетчиком на 32-битных архитектурах. Сбор статистики и профилирование. Программные таймеры.

3. Математическая формулировка задачи планирования процессорного времени. Понятие файла

1. Математическая формулировка задачи планирования процессорного времени. Исторический обзор развития планировщиков в Linux — простой планировщик,  $O(1)$  планировщик, CFS планировщик. Особенности решения задачи в многопроцессорных системах. Требование интерактивности и «реального времени». Политики планирования.

2. Понятие файла. Необходимость введение абстрактного слоя работы с файловыми системами. Виды файловых систем. Базовые объекты абстрактного слоя — файл, супер-блок, директорная запись, индексный узел. Объектно-ориентированная модель построения драйверов файловых систем в Linux. Основные виртуальные методы классов. Организация работы кеша директорных записей. Разбор пути к файлу. Понятие «негативной» и «неиспользуемой» директорной записи. Жёсткие и символические ссылки. Уменьшение кеша при нехватке памяти. Кеш индексных узлов. Дерево точек монтирования. Поведение при разборе имени при прохождении через точку монтирования. Отсоединение точки монтирования и её уничтожение. Повторное монтирование файловой системы.

3. Модель OSI. Стек объектов и подсистем в сетевой архитектуре ядра Linux. Отображение стека протоколов Linux на модель OSI. Абстракция «сетевое устройство». Основные протоколы — `ethernet`, `ARP`, `IP`, `TCP`, `UDP`. Слой сокетов, связь сокетов с подсистемой виртуальных файловых систем. Абстракция «пакет». Прохождение пакета по стеку для случаев входящего и исходящего трафика. Маршрутизация. Особенности



реализации протокола TCP. Очереди пакетов, причины возникновения, необходимость контроля потоков. Подсистема сетевого фильтра.

4. Необходимость кеширования дисковых данных. Режимы работы кеша — write-through и write-back, особенности, детали реализации. Связь дискового кеша с подсистемой управления памятью. Поведение при нехватке памяти. Состояния страниц. Контроль за «грязной» памятью.

5. Концепция «открытой разработки». Сообщество ядерщиков Linux. Основные процессы, особенности общения разработчиков. Патч как средство внесения изменений. Институт «хранителей» (или «кураторов») подсистем. Конференции.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Физика и анимация**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование базовых знаний и навыков в области физики и анимация для разработки игр

#### **Задачи дисциплины:**

- Освоение методов симуляции движения объектов
- Освоение методов генерации анимации

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные физические законы применяемыми в игровой разработке
- Теорию представления анимированных объектов
- Алгоритмы численного решения уравнений физики
- Алгоритмы применяемые в анимации

##### **уметь:**

- Создавать симуляции движения физических объектов
- Выбирать необходимые алгоритмы и численные схемы
- Создавать RagDoll объекты и реализовывать их логику
- Генерировать анимацию при помощи физики.

##### **владеть:**

- Методами создания игровой анимации
- Методами смешивания симулированной анимации
- Методами построения численных схем

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Динамика и Кинематика (Физика)

Повторения основных динамических и кинематических соотношений. Реализация численных решений и симуляций.

### 2. RagDoll (Физика)

Понятие RagDoll. Применение и принципы построения. Современные реализации Motorized RagDoll. Ограничения и связи.

### 3. Основы Представления анимации (Анимация)

Понятие RagDoll. Применение и принципы построения. Современные реализации Motorized RagDoll. Ограничения и связи.

### 4. Инверсная и Прямая кинематики (Анимация)

Реализация FK/ IK. Классические реализации. Fabrik. Верле.

### 5. Генерация анимации (Анимация)

Motion Matching. RagDoll. Blending.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

### Финансовая математика

#### Цель дисциплины:

освоение студентами фундаментальных знаний в области финансового анализа, а также овладение методами решения прикладных задач.

#### Задачи дисциплины:

- дать студентам представление о многообразии современных подходов финансового анализа;
- познакомить с различными видами финансовых инструментов (акции, облигации, фьючерсы, опционы и прочие) и методиками их оценки;
- научить пониманию и использованию математического и финансового языка, на котором принято описывать современные финансовые инструменты и корпоративные финансы;
- привить критический подход при отборе инструментов анализа;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

современные методы финансового анализа, основные свойства финансовых инструментов, методы оценки эффективности финансовых операций.

##### уметь:

применять финансовые вычисления для решения прикладных финансово-экономических задач;

анализировать и моделировать результаты деятельности и эффективность фирм;

рассчитывать стоимость финансовых инструментов.

##### владеть:

методикой и методологией оценки эффективности проектов и фирм; навыками самостоятельной исследовательской работы.

### **Темы и разделы курса:**

1. Финансовая математика: объекты и методы изучения. Временная стоимость денег

Тема 1. Процентная ставка. Виды процентных ставок и методы начисления процентов. Эквивалентность процентных ставок.

Тема 2. Оценка денежных потоков. Дисконтирование и наращивание. Эквивалентные потоки платежей. Конверсия и консолидация. Финансовая рента.

Тема 3. Эффективность инвестиционных проектов. Чистая текущая стоимость проекта. Внутренняя норма доходности. Рентабельность. Срок окупаемости проекта.

Тема 4. Доходность финансовых инструментов. Виды доходности облигаций и акций. Кривая доходности. Временная структура процентных ставок.

2. Управление риском процентной ставки.

Тема 5. Доходность спот и форвардная доходность. Связь доходностей и цен облигаций. Риски колебаний процентной ставки. Форвардные контракты как способ управления риском процентной ставки. Задача переноса платежей с помощью форвардных контрактов.

Тема 6. Дюрация потока платежей. Иммунизация риска колебаний процентной ставки. Типы колебаний кривой доходности и способы иммунизации.

3. Рисковые активы, теория портфеля.

Тема 7. Виды рисков. Оценка рисковых активов. Источник вероятностной меры. Осторожные инвесторы. Двухкритериальная оценка рисковых активов. Эффективные активы. Функция полезности как свертка критериев.

Тема 8. Теория портфеля. Риск и доходность портфеля из двух активов, диверсификация риска. Портфель из  $n$  активов. Множество эффективных портфелей. Задача Марковица. Условия неотрицательности компонентов портфеля. Выбор на эффективном множестве.

Тема 9. Касательный (рыночный) портфель. Добавление безрискового актива. CML - линия «рынок – капитал». Двухфундовая теорема. Задача Шарпа. Оптимальный выбор на CML. CAPM (модель оценки долгосрочных активов), бета актива. Линия рынка ценных бумаг (SML).

Тема 10. Оптимальный выбор осторожного инвестора с ограниченным капиталом. Индексный портфель. Рыночный и индивидуальный риск. Равновесие на фондовом рынке. Фондовые индексы. Оценка активов с учетом риска.

4. Производные финансовые инструменты.

Тема 11. Виды производных финансовых инструментов. Задача хеджирования риска. Арбитраж. Линейные производные (форварды, фьючерсы). Процентные, валютные и фондовые линейные производные финансовые инструменты. Наведенная процентная ставка.

Тема 12. Опционы – инструменты торговли риском. Виды опционов. Связь опционов и фьючерсов. Биномиальная модель оценки опционов. Безрисковый портфель, динамическое хеджирование. Предельный переход.

Тема 13. Формула Блэка - Шоулза. Параметры, определяющие цену опциона. «Греческие» параметры хеджирования и управления рисками. Модификации формулы для дивидендных и валютных активов; опционы на фьючерсы.

Тема 14. Вывод формулы Блэка – Шоулза. Броуновский процесс изменения цены акции. Лемма Ито. Связь мгновенной и средней доходности. Дифференциальное уравнение Блэка-Шоулза.

Теме 15. Элементы опционных стратегий. Выбор стратегий по прогнозу тренда и волатильности. Наведенная изменчивость, «улыбка волатильности». Экзотические опционы. «Реальные» опционы.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Французский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном / письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне A1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.



## Темы и разделы курса:

### 1. Начинаем изучение французского языка.

Коммуникативные задачи: приветствие, извинение, прощание. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, профессию. Расспросить об имени, роде занятий, хобби, контактных данных. Произнести по буквам имя, фамилию. Сообщить номер телефона, номер машины.

Лексика: анкетные данные - имя, возраст, национальность, профессии. Числительные. Сектор и место работы/учебы.

Грамматика: личные местоимения. Спряжение глаголов в настоящем времени. Глаголы avoir, etre, faire. Простое повествовательное предложение. Притяжательные прилагательные. Вопросительные слова. Мужской и женский род прилагательных.

Фонетика: интонация утвердительных предложений. Интонация вопросительных предложений. Алфавит.

### 2. Приезд во франкоговорящую страну.

Коммуникативные задачи: представиться на форуме, заполнить анкету, зарегистрироваться в социальных сетях. Рассказать о своих вкусах, интересах. Представить кого-либо. Запросить информацию о ком-нибудь.

Лексика: городские объекты, достопримечательности. Время. Количественные числительные.

Грамматика: спряжение глаголов первой группы. Множественное число существительных и прилагательных. Употребление артиклей. Вопросительные прилагательные.

Фонетика: вопросительная интонация, отрицательная интонация. Звуки.

### 3. Знакомство с городом.

Коммуникативные задачи: описать местонахождение объекта, места в городе. Назначить встречу. Определить маршрут движения. Сориентироваться с помощью сайта или навигатора. Спросить дорогу.

Лексика: календарь, праздничные даты. Городские объекты. Достопримечательности.

Грамматика: спряжение глаголов первой и третьей группы в настоящем времени. Повелительное наклонение. Числительные 11-1000. Даты. Предлоги места и движения. Слитные формы предлогов а, de с артиклями. Отрицательные предложения.

Фонетика: сцепление и связывание. Звуки.

### 4. Жизнь в семье.

Коммуникативные задачи: встретиться с членами принимающей семьи, расспросить о их привычках, ритме жизни. Спланировать свое время, составить расписание.

Лексика: члены семьи, вкусы, предпочтения. Слова, выражающие количество: un peu, beaucoup, pas de tout.

Грамматика: спряжение местоименных глаголов в настоящем времени. Притяжательные прилагательные. Местоимение *on*.

Фонетика: носовые звуки.

#### 5. Участие в празднике.

Коммуникативные задачи: пригласить кого-либо, принять приглашение, отказаться от приглашения, обсудить приготовление к празднику/пикнику, расспросить о традиционной французской кухне.

Лексика: продукты питания, меню, ресторанный этикет. Советы, проблемы.

Грамматика: *le futur proche*, частичный артикль, выражения количества. Спряжение модальных глаголов в настоящем времени.

Фонетика: носовые звуки, интонация в различных видах предложений.

#### 6. Путешествия.

Коммуникативные задачи: организовать путешествие, найти информацию в буклете, на сайте, обсудить детали с турагентом. Решить проблемы во время путешествия.

Лексика: реклама путешествий, документы для путешествия. Виды транспорта. Погода, метеопрогноз. Фразы-клише для написания письма из поездки.

Грамматика: *le passe compose*. Притяжательные прилагательные. Спряжение глаголов 3 группы: *partir, dormir, descendre, recevoir*.

Фонетика: вербальные группы в *passe compose*. Звуки.

#### 7. Покупки.

Коммуникативные задачи: выбрать одежду, подарки и т.д. Сделать покупки в магазине/интернете. Подарить или принять подарок.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет. Одежда. Средства оплаты. Подарки.

Грамматика: указательные местоимения. Степени сравнения прилагательных. Инверсия в вопросах. Спряжение глаголов: *acheter, payer, vendre*.

Фонетика: пары открытых/закрытых гласных звуков. Сцепление.

#### 8. Межличностные отношения.

Коммуникативные задачи: познакомиться с кем-то. Начать вести разговор о работе. Обмениваться смс с друзьями. Написать поздравительную открытку. Телефонный этикет.

Лексика: профессии, качества работника, биографические данные, увлечения. Фразы-клише, чтобы поздравить, выразить благодарность, извинения, пожелания.

Грамматика: приглагольные местоимения-дополнения *cod, coi*. Наречия длительности *pendant, depuis*.

Фонетика: произношение вербальных групп с местоимением. Звуки.

#### 9. Организация досуга.

Коммуникативные задачи: организовать поход в кино/театр, купить билеты, обсудить спектакль/фильм, выразить свое мнение. Записаться в спортивный клуб. Поговорить о музыке.

Лексика: театр, кино, жанры фильмов, программы телевидения, фразы-клише выражения мнения. Спорт.

Грамматика: imparfait, относительные местоимение qui/que, местоимение en, наречия частотности. Спряжение глаголов 3 группы: entendre, perdre, mourir.

Фонетика: произношение вербальных групп с en. Звуки.

## 10. Квартира.

Коммуникативные задачи: найти квартиру по объявлению, через интернет, обсудить вопрос жилья с агентом по недвижимости. Мебель. Бытовые проблемы.

Лексика: квартал, квартира, комнаты, мебель. Инструкции.

Грамматика: повелительное наклонение местоименных глаголов, местоимение у. Conditionnel.

Фонетика: произношение вербальных групп в повелительном наклонении.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Французский язык (уровень А1+)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А1+ (А2.1) (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка;
- основные различия письменной и устной речи.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией во всех видах речевой деятельности на уровне A1+ (A2.1);
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Начинаем изучение французского языка.**

Коммуникативные задачи: приветствие, извинение, прощание. Сообщить/запросить персональные данные: имя, возраст, происхождение, место проживания, профессию. Расспросить об имени, род занятий, хобби, контактных данных. Произнести по буквам имя, фамилию. Сообщить номер телефона, номер машины.

Лексика: анкетные данные: имя, возраст, национальность, профессии; числительные, сектор и место работы или учебы.

Грамматика: личные местоимения. Спряжение глаголов в настоящем времени. Глаголы avoir, être, faire. Простое повествовательное предложение. Притяжательные прилагательные. Вопросительные слова. Мужской и женский род прилагательных.

Фонетика: интонация утвердительных предложений. Интонация вопросительных предложений. Алфавит.

### **2. Приезд во Францию.**

Коммуникативные задачи: представиться на форуме, заполнить анкету, зарегистрироваться в социальных сетях. Рассказать о своих вкусах, интересах. Представить кого-либо. Запросить информацию о ком-нибудь.

Лексика: городские объекты, достопримечательности. Время. Количественные числительные.

Грамматика: спряжение глаголов первой группы. Множественное число существительных и прилагательных. Употребление артиклей. Вопросительные прилагательные.

Фонетика: вопросительная интонация, отрицательная интонация. Звуки.

### **3. Город. Ориентирование в городе.**

Коммуникативные задачи: описать местонахождение объекта, места в городе. Назначить встречу. Определить маршрут движения. Сориентироваться с помощью сайта или навигатора. Спросить дорогу.

Лексика: календарь, праздничные даты. Городские объекты. Достопримечательности.

Грамматика: спряжение глаголов первой и третьей группы в настоящем времени. Повелительное наклонение. Числительные от 11 до 1000. Даты. Предлоги места и движения. Слитные формы предлогов а, de с артиклями. Отрицательные предложения.

Фонетика: сцепление и связывание. Звуки.

### **4. Семья. Вкусы и интересы.**

Коммуникативные задачи: встретиться с членами принимающей семьи, расспросить о их привычках, ритме жизни. Спланировать свое время, составить расписание.

Лексика: члены семьи, вкусы, предпочтения. Слова, выражающие количество: un peu, beaucoup, pas de tout...

Грамматика: спряжение местоименных глаголов в настоящем времени. Притяжательные прилагательные. Местоимение ON.

Фонетика: носовые звуки.

## 5. Продукты питания. Меню. Традиции.

Коммуникативные задачи: пригласить кого-либо, принять приглашение, отказаться от приглашения, обсудить приготовление к празднику, к пикнику, расспросить о традиционной французской кухне.

Лексика: продукты питания, меню, ресторанный этикет. Советы, проблемы.

Грамматика: le futur proche, частичный артикль, выражения количества. Спряжение модальных глаголов в настоящем времени.

Фонетика: носовые звуки, интонация в различных видах предложений.

## 6. Путешествия.

Коммуникативные задачи: организовать путешествие, найти информацию в буклете, на сайте, обсудить детали с турагентом. Решить проблемы во время путешествия.

Лексика: реклама путешествий, документы для путешествия. Виды транспорта. Погода, метеопрогноз. Фразы – клише для написания письма из поездки.

Грамматика: le passe compose, притяжательные прилагательные, спряжение глаголов 3 группы: partir, dormir, descendre, recevoir.

Фонетика: вербальные группы в passe compose. Звуки.

## 7. Магазины. Покупки.

Коммуникативные задачи: выбрать одежду, подарки и т.д., сделать покупки в магазине, в интернете. Подарить или принять подарок.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, одежда, средства оплаты, подарки.

Грамматика: указательные местоимения, степени сравнения прилагательных. Инверсия в вопросах. Спряжение глаголов: acheter, payer, vendre.

Фонетика: пары открытых – закрытых гласных звуков. Сцепление.

## 8. Поиск работы.

Коммуникативные задачи: познакомиться с кем-то, начать и вести разговор о работе, обмениваться смс с друзьями, написать поздравительную открытку. Телефонный этикет.

Лексика: профессии, качества работника, биографические данные, увлечения. Фразы-клише чтобы поздравить, выразить благодарность, извинения, пожелания.

Грамматика: приглагольные местоимения-дополнения COD, COI. Наречия длительности pendant, depuis.

Фонетика: произношение вербальных групп с местоимением. Звуки.

## 9. Организация свободного времени.

Коммуникативные задачи: организовать поход в кино, в театр, купить билеты, обсудить спектакль, фильм, выразить свое мнение. Записаться в спортивный клуб. Поговорить о музыке.

Лексика: театр, кино, жанры фильмов, программы телевидения, фразы-клише выражения мнения. Спорт.

Грамматика: imparfait, относительные местоимение qui\que, местоимение EN, наречия частотности. Спряжение глаголов 3 группы: entendre, perdre, mourir.

Фонетика: произношение вербальных групп с EN. Звуки.

## 10. Квартал. Дом. Квартира.

Коммуникативные задачи: найти квартиру по объявлению, через интернет, обсудить вопрос жилья с агентом по недвижимости. Мебель. Бытовые проблемы.

Лексика: квартал, квартира, комнаты, мебель. Инструкции.

Грамматика: повелительное наклонение местоименных глаголов, местоимение Y. Conditionnel.

Фонетика: произношение вербальных групп в повелительном наклонении.

## 11. Приглашение друзей.

Коммуникативные задачи: пригласить друзей, обсудить организацию вечеринки, блюда.

Лексика: продукты питания, меню, рецепты, фразы-клише для комплиментов, приглашения, поздравления, пожелания.

Грамматика: косвенная речь в настоящем времени, приглагольные местоимения-дополнения COD, COI (повторение).

Фонетика: сцепление в конструкциях с местоимениями. Звуки.

## 12. Учеба.



Коммуникативные задачи: рассказать о своей учебе, об успехах и трудностях. Попросить совета, самому дать совет.

Лексика: учебные предметы, студенческие реалии, система образования во Франции.

Грамматика: le futur и выражение длительности в будущем. Герундий. Выделительные конструкции.

Фонетика: беглое “e” в формах будущего времени, носовые звуки.

### 13. Собеседование. Работа.

Коммуникативные задачи: написать CV, мотивационное письмо, пройти собеседование с работодателем, рассказать о своих желаниях, задать уточняющие вопросы.

Лексика: виды предприятий, секторы экономики, профессиональная карьера, фразы-клише для выражения удовлетворенности\неудовлетворенности.

Грамматика: относительные местоимения qui, que, où. Le subjonctif.

Фонетика: парные согласные звуки.

### 14. Средства массовой информации.

Коммуникативные задачи: слушать\читать новости, обсудить, прокомментировать информацию, оценить правдивость информации, рассказать новость кому-либо.

Лексика: газетная лексика, политические термины.

Грамматика: пассивный залог, согласование participe passé в роде и числе. Passé immédiat.

Фонетика: произношение форм participe passé.

### 15. Здоровье. Здоровый образ жизни.

Коммуникативные задачи: проконсультироваться с врачом, рассказать о своем недомогании, болезни, травме, рассказать о занятиях спортом, здоровом питании, дать совет\попросить совета.

Лексика: части тела, ощущения, спортивные термины.

Грамматика: выражения причины, следствия, наречия длительности с прошедшими временами, наречия частотности.

Фонетика: закрытые гласные звуки.

### 16. Досуг студентов.

Коммуникативные задачи: выбрать, обсудить, сравнить, оценить спектакль, фильм, кафе, ресторан. Заказать столик, купить\забронировать билеты.

Лексика: жанры фильмов, театральная лексика, фразы-клише для общения в кафе\ресторане.

Грамматика: вопросительные местоимения, указательные местоимения celle, celles, celui, seux. Степени сравнения прилагательных (повторение).

Фонетика: шипящие, свистящие звуки.

## 17. Решение проблем.

Коммуникативные задачи: описать форму, размер, вес, особенности предметов\людей, разрешить\запретить что-либо, высказать\написать жалобу, протест. Вызвать полицию, пожарников, другие службы.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, форму, размеры, вес. Фразы-клише для выражения разрешения, запрета, протеста, возмущения.

Грамматика: безличные конструкции, неопределенные прилагательные/местоимения, притяжательные местоимения.

Фонетика: звуки.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Французский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на начальном уровне А2 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей французской культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные особенности системы образования Франции;
- достоинства и недостатки развития мировой экономической/производственной сферы;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- особенности собственного стиля учения/овладения предметными знаниями;
- поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предрассудков по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур.

#### **владеть:**

- Межкультурной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для предъявления информации;
- исследовательскими технологиями для выполнения проектных заданий.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Продолжение изучения французского языка**

Коммуникативные задачи: рассказать о себе, представить кого-то, выразить свое мнение.

Лексика: фразы-клише для выражения мнения, портрет, физические и моральные качества человека.

Грамматика: конструкции *c'est – il\elle est, passé composé, imparfait*.

Фонетика: интонация, сцепление, связывание.

#### **2. Приглашение друзей**

Коммуникативные задачи: пригласить друзей, обсудить организацию вечеринки. Блюда.

Лексика: продукты питания, меню, рецепты. Фразы-клише для комплиментов, приглашения, поздравления, пожелания.

Грамматика: косвенная речь в настоящем времени, приглагольные местоимения *cod, soi* (повт.).

Фонетика: сцепление в конструкциях с местоимениями. Звуки.

#### **3. Учеба**

Коммуникативные задачи: рассказать о своей учебе, об успехах и трудностях. Попросить совета, самому дать совет.

Лексика: учебные предметы, студенческие реалии. Система образования во Франции.

Грамматика: *le futur* и выражение длительности в будущем. Герундий. Выделительные конструкции.

Фонетика: беглое *e* в формах будущего времени, носовые звуки.

#### 4. Поиск работы

Коммуникативные задачи: написать CV, мотивационное письмо. Пройти собеседование с работодателем, рассказать о своих желаниях, задать уточняющие вопросы.

Лексика: виды предприятий, секторы экономики. Профессиональная карьера, фразы-клише для выражения удовлетворенности/неудовлетворенности.

Грамматика: относительные местоимения qui, que, où. Le subjonctif.

Фонетика: парные согласные звуки.

#### 5. Средства массовой информации

Коммуникативные задачи: слушать/читать новости, обсудить/прокомментировать информацию, оценить правдивость информации, рассказать новость кому-либо.

Лексика: газетная лексика, политические термины.

Грамматика: пассивный залог, согласование *participe passé* в роде и числе. *Passé immédiat*.

Фонетика: произношение форм *participe passé*.

#### 6. Здоровье. Здоровый образ жизни.

Коммуникативные задачи: проконсультироваться с врачом, рассказать о своем недомогании, болезни, травме. Рассказать о занятиях спортом, здоровом питании, дать совет, попросить совета.

Лексика: части тела, ощущения, спортивные термины.

Грамматика: выражения причины, следствия, наречия длительности с прошедшими временами, наречия частотности.

Фонетика: закрытые гласные звуки.

#### 7. Досуг студентов

Коммуникативные задачи: выбрать, обсудить, сравнить, оценить спектакль/фильм, кафе/ресторан. Заказать столик, купить/забронировать билеты.

Лексика: жанры фильмов, театральная лексика, фразы-клише для общения в кафе/ресторане.

Грамматика: вопросительные местоимения, указательные местоимения *celle, celles, celui, ceux*. Степени сравнения прилагательных (повт.).

Фонетика: шипящие, свистящие звуки.

#### 8. Решение проблем

Коммуникативные задачи: описать форму, размер, вес, особенности предметов/людей. Разрешить/запретить что-либо, высказать/написать жалобу, протест. Вызвать полицию, пожарников, другие службы.

Лексика: прилагательные, обозначающие цвет, форму, размеры, вес. Фразы-клише для выражения разрешения, запрета, протеста, возмущения.

Грамматика: безличные конструкции, неопределенные прилагательные/местоимения, притяжательные местоимения.

Фонетика: звуки.

#### 9. Знакомство с франкоговорящими странами

Коммуникативные задачи: найти информацию об интересующей стране, рассказать о географическом положении, климате, туристических местах, традициях. Рассказать/написать о своем путешествии.

Лексика: географические термины, климат, пейзаж, обычаи и традиции.

Грамматика: faire + inf., степени сравнения наречий, согласование времен.

Фонетика: произношение групп с наречиями plus/moins.

#### 10. Бытовая кооперация студентов

Коммуникативные задачи: выразить необходимость/отсутствие чего-либо. Договориться с друзьями о распределении обязанностей по содержанию жилья, покупке продуктов, приготовлении еды. Обсудить правила общежития.

Лексика: домашние дела, бытовая лексика. Прилагательные, обозначающие черты характера человека.

Грамматика: придаточные условия, образование наречий, повелительное наклонение глаголов avoir, être, savoir, vouloir.

Фонетика: произношение форм Subjonctif.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Французский язык (уровень В1)**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на пороговом уровне В1 (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать единицы речи на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;



- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей французской культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции франкоязычных стран;
- некоторые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни франкоязычных стран;
- основные особенности зарубежной системы образования;
- достоинства и недостатки развития мировой экономической/производственной сферы;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности французского языка и его отличие от родного языка;
- основные различия письменной и устной речи;
- особенности собственного стиля учения/овладения предметными знаниями;
- поведенческие модели и сложившуюся картину мира носителей языка.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного и иностранного языка;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;
- предупреждать возникновение стереотипов, предрассудков по отношению к собственной культуре;
- выступать в роли медиатора культур.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией во всех видах речевой деятельности на уровне B1;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями для автономного изучения иностранного языка;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- современными техническими средствами и технологиями получения и обработки информации при изучении иностранного языка.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Совершенствование французского языка**

Коммуникативные задачи: развивать и совершенствовать навыки аудирования, чтения и понимания письменных текстов, свободного общения. Структурировать текст, использовать сложные конструкции.

Лексика: слова-коннекторы, фразы-клише для поддержания разговора.

Грамматика: различные регистры речи, синонимы/антонимы.

#### **2. Работа со средствами массовой информации**

Коммуникативные задачи: понимать газетные/журнальные статьи, выражать свое мнение, комментировать информацию. Написать комментарий в социальных сетях.

Лексика: газетная лексика, политические/экономические термины.

Грамматика: le conditionnel présent. Выражения сомнения, уверенности.

#### **3. Создание своего образа**

Коммуникативные задачи: давать советы/рекомендации. Рассказать о своем образе жизни, ответить на вопросы интервью. Выразить боязнь, опасения. Подбодрить кого-нибудь.

Лексика: одежда, спорт и здоровье, советы.

Грамматика: le futur antérieur, вопросительные предложения.

#### **4. Путешествия**

Коммуникативные задачи: подготовиться к путешествию, обсудить детали, решить проблемы во время путешествия.

Лексика: транспорт, автомобиль, знаки дорожного движения, предосторожности в пути, возможные опасности и проблемы и способы их решения.

Грамматика: le plus-que-parfait, le subjonctif passé.

#### 5. Дружба. Межличностные отношения.

Коммуникативные задачи: рассказать о своем детстве, описать друзей, их поведение, черты характера, проблемы в отношениях. Рассказать о ссорах, примирениях. Написать дружеское письмо, e-mail.

Лексика: черты характера, манера поведения, фразы-клише для урегулирования спора/ссоры.

Грамматика: согласование времен, le conditionnel passé.

#### 6. Экология. Экологические проблемы.

Коммуникативные задачи: рассказать об экологии страны, о проблемах, записаться в экологическую ассоциацию, написать статью об актуальных проблемах.

Лексика: экологические термины, инновационные технологии, современное искусство.

Грамматика: придаточные предложения причины, цели, следствия.

#### 7. Работа. Коллектив. Взаимоотношения с коллегами.

Коммуникативные задачи: познакомиться с новым коллективом, рассказать о своей профессиональной карьере, описать рабочее место, профессиональные обязанности.

Лексика: профессии, виды предприятий, CV, трудовой контракт.

Грамматика: сложные относительные местоимения, местоимение dont.

#### 8. Занятия в свободное время. Книги.

Коммуникативные задачи: рассказать о прочитанных книгах, выбрать книгу в магазине, прочитать и понять инструкцию к игре.

Лексика: жанры литературы, известные писатели/поэты, игры.

Грамматика: l'antériorité, la postériorité, la simultanéité, пассивный залог (повт.).

#### 9. Магазины. Покупки.

Коммуникативные задачи: делать покупки, расспросить про товар, оценить товар, выбрать нужную вещь/услугу, вести банковские операции, договариваться, торговаться.

Лексика: реклама, свойства товаров, покупки, рекламации. Фразы-клише для ведения переговоров.

Грамматика: выражения оценки (si...que, tant...que), выражения ограничений.

#### 10. Участие в социальной жизни

Коммуникативные задачи: участвовать в опросах, комментировать результаты опроса, защищать свое мнение, возражать, предлагать свои проекты.

Лексика: политические термины, фразы-клише для возражений, защиты, предложений.

Грамматика: выражение количества (неопределенные прилагательные/местоимения), выражения противопоставления.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Функциональное программирование**

#### **Цель дисциплины:**

состоит в знакомстве студентами с основами и методами функционального программирования и выработки практических навыков применения этих знаний.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изложение основных принципов функционального программирования, их основных применений в современном программировании
- Предоставление студенту ориентиров для дальнейшего самостоятельного изучения отдельных вопросов в специализированных разделах математической логики и функционального программирования.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- роль функционального программирования в решении задач искусственного интеллекта;
- Существующий набор инструментальных средств функционального программирования, а также тенденции и перспективы их развития;
- Теория и практика лямбда – исчислений.

##### **уметь:**

- разрабатывать программные приложения для решения поставленных задач на функциональном языке программирования;
- разрабатывать алгоритмы решения задач для функционального программирования.

##### **владеть:**

- Актуальными знаниями в области функционального программирования.
- Знаниями основ лямбда – исчислений;

- Навыками по применению лямбда - исчисления как языка программирования;
- Навыками в основах объектно-ориентированного программирования в функциональном программировании.

## Темы и разделы курса:

### 1. Лямбда-исчисление

Лямбда-исчисление. Функциональное vs императивное программирование. Введение в  $\lambda$ -исчисление. Подстановка и преобразования. Расширения чистого  $\lambda$ -исчисления.

### 2. Рекурсия. Редукция

Рекурсия. Редукция: Теорема о неподвижной точке. Редексы и нормальная форма. Теорема Чёрча-Россера. Стратегии редукции.

### 3. Просто типизированное лямбда-исчисление

Просто типизированное лямбда-исчисление: Понятие типа. Просто типизированное  $\lambda$ -исчисление. Формализм систем  $\lambda \rightarrow$ . Свойства  $\lambda \rightarrow$ .

### 4. Введение в Haskell

Введение в Haskell: Язык Haskell. Основы программирования. Базовые типы. Система модулей. Операторы и сечения.

### 5. Программирование на языке Haskell

Программирование на языке Haskell: Ленивость и строгость. Алгебраические типы данных и сопоставление с образцом. Списки и работа с ними.

Система типов Haskell: Виды полиморфизма. Классы типов. Стандартные классы типов. Реализация классов типов.

### 6. Аппликативные функторы и свёртки

Аппликативные функторы и свёртки: Функторы. Класс типов Pointed. Аппликативные функторы. Класс типов Traversable. Свёртки. Моноиды. Класс типов Foldable. Свойство слияния для foldr.

### 7. Монады

Монады: Класс типов Monad. Монада Maybe. Список как монада.

Использование монад: Класс типов Monad. Монада Maybe. Список как монада.

Трансформеры монад: Моноиды, Alternative, MonadPlus. Мультипараметрические классы типов. Монады с обработкой ошибок. Трансформеры монад.

### 8. Вывод типов

Вывод типов: Главный тип. Подстановка типа и унификация. Теорема Хиндли-Милнера.

Полиморфные системы типов: Сильный и слабый полиморфизм. Let-полиморфизм. Полиморфизм высших рангов. Универсальные абстракция и применение. Импредикативность. Сильная нормализация. Программирование в полиморфных системах. Система с зависимыми типами. Семейства типов. Виды для семейств типов. Тип зависимого произведения.

## 9. Параметричность

Параметричность: Параметричность как свойство полиморфных систем. Теорема Рейнольдса. Свободные теоремы для полиморфных типов.

## 10. Чисто функциональные структуры данных

Чисто функциональные структуры данных: Зипперы. Алгебра и анализ зипперов. Линзы и призмы. Пользовательские линзы.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике

### Эконометрика

#### Цель дисциплины:

освоение студентами фундаментальных знаний в области эконометрики, а также овладение методами решения прикладных задач.

#### Задачи дисциплины:

- дать студентам представление о многообразии современных подходов эконометрического исследования;
- научить пониманию и использованию математического языка, на котором принято описывать современные эконометрические методы;
- привить критический подход при отборе инструментов анализа и осознание необходимости тщательного тестирования статистической адекватности получаемых моделей;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

современные методы эконометрического анализа и основанные на них современные программные продукты, необходимые для основного понятия эконометрики, основные методы оценивания неизвестных параметров эконометрических моделей, методы проверки статистических гипотез о параметрах построенных моделей, основные методы проверки качества эконометрических моделей, а также современные программные продукты, необходимые для эконометрических исследований.

##### уметь:

- применять современный эконометрический инструментарий для исследований экономических и финансовых решений на уровне индивидов, домохозяйств, фирм, финансовых рынков, финансовых институтов, отраслей, регионов и стран;
- обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков;

- моделировать результаты и эффективность субъектов экономической деятельности.

**владеть:**

- методикой и методологией проведения эконометрических исследований; навыками самостоятельной исследовательской работы.

**Темы и разделы курса:**

1. Предмет эконометрики

Предмет эконометрики. Основные математические предпосылки эконометрического моделирования. Эконометрическая модель и экспериментальные данные, этапы построения. Три типа экономических данных: временные ряды, перекрестные (cross-section) данные, панельные данные.

Методы подгонки зависимости. Генеральная совокупность и выборка. Выборочное распределение и выборочные характеристики (среднее, дисперсия, ковариация, коэффициент корреляции). Корреляционная связь.

2. Парная линейная регрессия

Классическая линейная регрессионная модель и метод наименьших квадратов  
Линейная регрессионная модель для случая одной объясняющей переменной. Теоретическая и выборочная регрессии. Экономическая интерпретация случайной составляющей. Линейность регрессии по переменным и параметрам.

Задача оценивания параметров. Метод наименьших квадратов (МНК), как математический прием, минимизирующий сумму квадратов отклонений в направлении оси  $y$ . Система нормальных уравнений и ее решение. Свойства оценок параметров, полученных по МНК: равенство нулю суммы остатков, прохождение найденной линии через точку с координатами  $X, Y$ , ортогональность остатков значениям независимой переменной и оцененным значениям зависимой переменной. Геометрическая интерпретация метода наименьших квадратов.

Регрессионный анализ при нарушении условий теоремы Гаусса-Маркова или предположения о нормальности Теорема Гаусса-Маркова для множественной линейной регрессии (без доказательства эффективности оценок). Случай нормальной случайной составляющей. Проверка значимости коэффициентов и адекватности регрессии для множественной линейной регрессионной модели. Коэффициент множественной детерминации и коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы. Связь между коэффициентом множественной детерминации и  $F$ -отношением

Мультиколлинеарность и ее теоретические предпосылки. Внешние признаки, методы диагностики, методы устранения.



Гетероскедастичность случайного возмущения и ее причины. Внешние признаки, методы диагностики, методы устранения.

Автокорреляция случайной ошибки и ее причины. Внешние признаки, методы диагностики, методы устранения.

Линейная регрессионная модель, метод наименьших квадратов. Система одновременных уравнений и ее решение. Линейная парная регрессия. Основные положения регрессионного анализа. Оценка параметров парной регрессионной модели. Теорема Гаусса—Маркова. Интервальная оценка функции регрессии и ее параметров. Оценка значимости уравнения регрессии. Коэффициент детерминации. Геометрическая интерпретация регрессии и коэффициента детерминации. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена

### 3. Множественный регрессионный анализ

Классическая нормальная линейная модель множественной регрессии. МНК и его геометрическая интерпретация в многомерном случае. Теорема Гаусса—Маркова для случая множественной линейной регрессии. Оценка дисперсии возмущений. Коэффициент множественной детерминации и его свойства. Неприменимость коэффициента детерминации для оценки качества подгонки регрессии, проходящей через начало координат. Коэффициент множественной детерминации, скорректированный на число степеней свободы. Предположение о нормальности распределения случайной ошибки. Проверка гипотез о конкретном значении коэффициентов регрессии. Проверка гипотез о значимости коэффициентов регрессии. Построение доверительных интервалов для коэффициентов регрессии. Проверка гипотезы об адекватности регрессии в целом.

### 4. Некоторые вопросы практического использования регрессионных моделей

Проверка общей линейной гипотезы о наличии нескольких линейных соотношений между коэффициентами регрессии. Фиктивные переменные для дифференциации свободного члена и коэффициентов наклона. Сравнение двух регрессий с помощью фиктивных переменных и теста Чоу (Chow). Эквивалентность этих подходов. Анализ сезонности с помощью фиктивных переменных. Функциональные преобразования в линейной регрессионной модели. Линейная в логарифмах регрессия как модель с постоянной эластичностью. Полулинейная модель как модель с постоянными темпами роста. Выбор между линейной и линейной в логарифмах моделью, непригодность для этого коэффициента множественной детерминации.

5. Нарушения предпосылок теоремы Гаусса-Маркова: ошибки спецификации; мультиколлинеарность; гетероскедастичность и автокорреляция случайных возмущений

Проблема выбора "наилучшей" модели. Свойства, которыми должна обладать "хорошая" модель. Типы ошибок спецификации модели. Пропущенные и излишние переменные. Неправильная функциональная форма модели. Смещение в оценках коэффициентов, вызываемое невключением существенных переменных. Ухудшение точности оценок (увеличение оценок дисперсий) при включении в модель излишних переменных. RESET тест Рамсея (Ramsey's RESET test) для проверки гипотезы о существовании упущенных переменных.

Совершенная и практическая мультиколлинеарность данных. Признаки наличия мультиколлинеарности. Теоретические последствия мультиколлинеарности для оценок

параметров регрессионной модели. Неустойчивость оценок параметров регрессии и их дисперсий при малых изменениях исходных данных при наличии мультиколлинеарности. Показатели степени мультиколлинеарности. Показатель "вздутия" дисперсии (VIF). Методы борьбы с мультиколлинеарностью. Метод последовательного включения/исключения факторов.

Нарушение гипотезы о гомоскедастичности. Последствия гетероскедастичности для оценок коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов. Применение тестов Уайта, Годфельда – Квандта, и др. для диагностирования гетероскедастичности. Оценивание коэффициентов множественной линейной регрессии при гетероскедастичности. Понятие о взвешенном МНК. Стандартные ошибки, скорректированные с учетом гетероскедастичности, в форме Уайта.

Понятие об автокорреляции случайных возмущений. Последствия автокорреляции для оценок коэффициентов регрессии, полученных МНК. Диагностирование автокорреляции с помощью статистики Дарбина – Уотсона. Условия применимости статистики Дарбина-Уотсона. Методы оценки параметра автокорреляции. Преобразование исходных данных, позволяющее применить метод наименьших квадратов. Оценка параметра автокорреляции по значению статистики Дарбина-Уотсона и коэффициенту авторегрессии остатков. Тестирование модели на наличие автокорреляции более высокого порядка: тест Бройша-Годфри.

6. Модели с ограниченными зависимыми переменными. Метод максимального правдоподобия.

Логит- и пробит – модели. Латентная модель, лежащая в основе. Оценивание. Качество подгонки модели. Метод максимального правдоподобия. Спецификационные тесты в моделях бинарного выбора. Понятие о моделях с множественным откликом. Практические примеры использования моделей бинарного выбора в банковской деятельности.

7. Введение в анализ и прогнозирование временных рядов

Основные понятия. Стационарные в узком и широком смысле временные ряды. Нестационарные временные ряды. Основные компоненты временных рядов. Примеры. Автоковариационная и автокорреляционная функции временного ряда. Процессы авторегрессии и скользящего среднего  $ARMA(p, q)$ . Простейшие процессы, их идентификация. Тесты на единичный корень. Методология Бокса-Дженкинса. Оценивание моделей  $ARIMA(p, d, q)$ . Прогнозирование в моделях  $ARIMA(p, d, q)$ . Примеры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Экспериментальная экономика**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с методами и задачами экспериментальной экономики, с методами принятия решения в условиях рыночной экономики, на примере ряда лабораторных работ.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности.
- Как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность.
- Основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- Самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях.
- Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них.
- Использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**владеть:**

- Обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией.
- Кооперацией с коллегами, работой в коллективе.
- Сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Основные методы экспериментальной экономики.**

Лабораторный рынок.

Экономический механизм как правила игры.

Мотивация участников.

Принципы анализа индивидуального и агрегированного поведения.

Критерии сравнения экономических механизмов.

Связь экспериментальной экономики с теорией игр и конкурентным равновесием.

**2. Сетевые рынки.**

Простейший SB рынок (с бесплатной транспортировкой товара).

Аукцион со скрытыми заявками и его теоретико-игровой анализ.

Аукцион со случайными парами (покупатель и продавец).

Эксперимент SB1.

Описание личных впечатлений о процессе принятия решений в процессе эксперимента.

Анализ результатов эксперимента SB1.

Рынок SB с приоритетом (продавца или покупателя).

Рынок SB с двойным аукционом по единой цене.

Оптимальность «искренней» стратегии в аукционе по единой цене.

Сравнение цены аукциона и равновесной цены по результатам эксперимента.

Двойной аукцион по средним ценам для рынка SB.

Сравнение аукционов по единой цене и по средним ценам по результатам эксперимента.

Сетевой рынок STB: продавец, транспортировщик, покупатель.

Анализ стратегий для каждой экономической роли по результатам эксперимента.

Деlež общего дохода с частными затратами.

Изоморфизм экономических механизмов.

Сетевой рынок STB с аукционом по единой цене.

Потенциальные и выявленные спрос и предложение на лабораторном рынке.

Сетевой рынок STB с аукционом по средним ценам.

Сравнение эффективности аукционных механизмов по результатам экспериментов.

Сетевой рынок TRUE с семью экономическими агентами и четырьмя собственниками.

Связь сетевых рынков и кооперативной теории игр.

Понятие о кратных рынках.

Кратный сетевой рынок TRUE с конкуренцией агентов.

Сопоставление результатов экспериментов с основными понятиями теории игр.

### 3. Финансовые рынки.

Финансовые рынки. Классификация финансовых активов. Фундаментальные участники и их цели.

Активы с фиксированным доходом. Облигации. Модели процентных ставок. Стоимость и доходность.

Лабораторная финансовая торговая система FTS. Правила непрерывного двойного аукциона с открытыми заявками.

Лабораторный рынок B01. Анализ результатов эксперимента.

Построение кривой доходности. Форвардные процентные ставки.

Лабораторный рынок B02. Анализ результатов эксперимента.

Форвард и фьючерс. Управление риском процентных ставок.

Лабораторный рынок B03. Анализ результатов эксперимента.

Портфель облигаций. Управление риском портфеля облигаций. Задача управления долгами. Дюрация активов с фиксированным доходом.

Лабораторный рынок B04. Анализ результатов эксперимента.

Аукционы размещения. Сравнительный анализ аукционных механизмов по результатам эксперимента. Принцип выявления равновесия.

Рисковые активы. Акции, портфели акций. Доходность и риск портфеля акций. Задача Макорвица. Оптимальный портфель инвестора.

Лабораторный рынок CA1. Анализ результатов эксперимента.

Рыночная цена риска. Теорема о двух фондах. Бета актива, классификация активов. Дисконтирование с учетом риска. Необходимое условие равновесия.

Лабораторные рынки CA2 и CA3. Анализ результатов экспериментов.

Модель равновесия для рискованных активов. Отношение инвестора к риску. Ожидаемая полезность. Равновесная стоимость актива. Репрезентативный инвестор. Влияние осторожности инвесторов на цены акций.

Лабораторный рынок CP1. Анализ результатов эксперимента.

Информационная эффективность рынков. Гипотеза информационной эффективности. Ограниченная рациональность. Рациональные ожидания.

Лабораторные рынки RE0 и RE1 с дискретным множеством сценариев. Анализ результатов экспериментов.

Лабораторные рынки типа CV с дискретным множеством сценариев. Анализ результатов экспериментов.

#### 4. Психология принятия экономических решений

Понятие о психологическом типе и его влиянии на процесс принятия решений.

Принципы психологического тестирования.

Тест MBTI и его свойства.

Тест Эннеаграмма и его свойства.

Анализ результатов тестирования группы с помощью метода главных компонент.

Сопоставление психологических типов со стереотипами принятия решений по результатам экспериментов.

Сопоставление результативности участников экспериментов с их психологическими типами.

Основные принципы компьютерной стабильности.

Психофизиологические характеристики процесса принятия решений и их анализ по стабильностям участников.

Синхронизация стабильностей участников лабораторного рынка.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Экспериментальная экономика**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с методами и задачами экспериментальной экономики, с методами принятия решения в условиях рыночной экономики, на примере ряда лабораторных работ.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности.
- Как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность.
- Основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- Самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях.
- Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них.
- Использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**владеть:**

- Обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией.
- Кооперацией с коллегами, работой в коллективе.
- Сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Основные методы экспериментальной экономики.**

Лабораторный рынок.

Экономический механизм как правила игры.

Мотивация участников.

Принципы анализа индивидуального и агрегированного поведения.

Критерии сравнения экономических механизмов.

Связь экспериментальной экономики с теорией игр и конкурентным равновесием.

**2. Сетевые рынки.**

Простейший SB рынок (с бесплатной транспортировкой товара).

Аукцион со скрытыми заявками и его теоретико-игровой анализ.

Аукцион со случайными парами (покупатель и продавец).

Эксперимент SB1.

Описание личных впечатлений о процессе принятия решений в процессе эксперимента.

Анализ результатов эксперимента SB1.

Рынок SB с приоритетом (продавца или покупателя).

Рынок SB с двойным аукционом по единой цене.

Оптимальность «искренней» стратегии в аукционе по единой цене.

Сравнение цены аукциона и равновесной цены по результатам эксперимента.

Двойной аукцион по средним ценам для рынка SB.

Сравнение аукционов по единой цене и по средним ценам по результатам эксперимента.

Сетевой рынок STB: продавец, транспортировщик, покупатель.

Анализ стратегий для каждой экономической роли по результатам эксперимента.

Деlež общего дохода с частными затратами.



Изоморфизм экономических механизмов.

Сетевой рынок STB с аукционом по единой цене.

Потенциальные и выявленные спрос и предложение на лабораторном рынке.

Сетевой рынок STB с аукционом по средним ценам.

Сравнение эффективности аукционных механизмов по результатам экспериментов.

Сетевой рынок TRUE с семью экономическими агентами и четырьмя собственниками.

Связь сетевых рынков и кооперативной теории игр.

Понятие о кратных рынках.

Кратный сетевой рынок TRUE с конкуренцией агентов.

Сопоставление результатов экспериментов с основными понятиями теории игр.

### 3. Финансовые рынки.

Финансовые рынки. Классификация финансовых активов. Фундаментальные участники и их цели.

Активы с фиксированным доходом. Облигации. Модели процентных ставок. Стоимость и доходность.

Лабораторная финансовая торговая система FTS. Правила непрерывного двойного аукциона с открытыми заявками.

Лабораторный рынок B01. Анализ результатов эксперимента.

Построение кривой доходности. Форвардные процентные ставки.

Лабораторный рынок B02. Анализ результатов эксперимента.

Форвард и фьючерс. Управление риском процентных ставок.

Лабораторный рынок B03. Анализ результатов эксперимента.

Портфель облигаций. Управление риском портфеля облигаций. Задача управления долгами. Дюрация активов с фиксированным доходом.

Лабораторный рынок B04. Анализ результатов эксперимента.

Аукционы размещения. Сравнительный анализ аукционных механизмов по результатам эксперимента. Принцип выявления равновесия.

Рисковые активы. Акции, портфели акций. Доходность и риск портфеля акций. Задача Макорвица. Оптимальный портфель инвестора.

Лабораторный рынок CA1. Анализ результатов эксперимента.

Рыночная цена риска. Теорема о двух фондах. Бета актива, классификация активов. Дисконтирование с учетом риска. Необходимое условие равновесия.

Лабораторные рынки CA2 и CA3. Анализ результатов экспериментов.

Модель равновесия для рискованных активов. Отношение инвестора к риску. Ожидаемая полезность. Равновесная стоимость актива. Репрезентативный инвестор. Влияние осторожности инвесторов на цены акций.

Лабораторный рынок CP1. Анализ результатов эксперимента.

Информационная эффективность рынков. Гипотеза информационной эффективности. Ограниченная рациональность. Рациональные ожидания.

Лабораторные рынки RE0 и RE1 с дискретным множеством сценариев. Анализ результатов экспериментов.

Лабораторные рынки типа CV с дискретным множеством сценариев. Анализ результатов экспериментов.

#### 4. Психология принятия экономических решений

Понятие о психологическом типе и его влиянии на процесс принятия решений.

Принципы психологического тестирования.

Тест MBTI и его свойства.

Тест Эннеаграмма и его свойства.

Анализ результатов тестирования группы с помощью метода главных компонент.

Сопоставление психологических типов со стереотипами принятия решений по результатам экспериментов.

Сопоставление результативности участников экспериментов с их психологическими типами.

Основные принципы компьютерной стабильности.

Психофизиологические характеристики процесса принятия решений и их анализ по стабильностям участников.

Синхронизация стабильностей участников лабораторного рынка.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Экспериментальная экономика**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить слушателей с методами и задачами экспериментальной экономики, с методами принятия решения в условиях рыночной экономики, на примере ряда лабораторных работ.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности.
- Как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность.
- Основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

##### **уметь:**

- Самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях.
- Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них.
- Использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

**владеть:**

- Обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией.
- Кооперацией с коллегами, работой в коллективе.
- Сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

**Темы и разделы курса:****1. Основные методы экспериментальной экономики.**

Лабораторный рынок.

Экономический механизм как правила игры.

Мотивация участников.

Принципы анализа индивидуального и агрегированного поведения.

Критерии сравнения экономических механизмов.

Связь экспериментальной экономики с теорией игр и конкурентным равновесием.

**2. Сетевые рынки.**

Простейший SB рынок (с бесплатной транспортировкой товара).

Аукцион со скрытыми заявками и его теоретико-игровой анализ.

Аукцион со случайными парами (покупатель и продавец).

Эксперимент SB1.

Описание личных впечатлений о процессе принятия решений в процессе эксперимента.

Анализ результатов эксперимента SB1.

Рынок SB с приоритетом (продавца или покупателя).

Рынок SB с двойным аукционом по единой цене.

Оптимальность «искренней» стратегии в аукционе по единой цене.

Сравнение цены аукциона и равновесной цены по результатам эксперимента.

Двойной аукцион по средним ценам для рынка SB.

Сравнение аукционов по единой цене и по средним ценам по результатам эксперимента.

Сетевой рынок STB: продавец, транспортировщик, покупатель.

Анализ стратегий для каждой экономической роли по результатам эксперимента.

Деlež общего дохода с частными затратами.

Изоморфизм экономических механизмов.

Сетевой рынок STB с аукционом по единой цене.

Потенциальные и выявленные спрос и предложение на лабораторном рынке.

Сетевой рынок STB с аукционом по средним ценам.

Сравнение эффективности аукционных механизмов по результатам экспериментов.

Сетевой рынок TRUE с семью экономическими агентами и четырьмя собственниками.

Связь сетевых рынков и кооперативной теории игр.

Понятие о кратных рынках.

Кратный сетевой рынок TRUE с конкуренцией агентов.

Сопоставление результатов экспериментов с основными понятиями теории игр.

### 3. Финансовые рынки.

Финансовые рынки. Классификация финансовых активов. Фундаментальные участники и их цели.

Активы с фиксированным доходом. Облигации. Модели процентных ставок. Стоимость и доходность.

Лабораторная финансовая торговая система FTS. Правила непрерывного двойного аукциона с открытыми заявками.

Лабораторный рынок B01. Анализ результатов эксперимента.

Построение кривой доходности. Форвардные процентные ставки.

Лабораторный рынок B02. Анализ результатов эксперимента.

Форвард и фьючерс. Управление риском процентных ставок.

Лабораторный рынок B03. Анализ результатов эксперимента.

Портфель облигаций. Управление риском портфеля облигаций. Задача управления долгами. Дюрация активов с фиксированным доходом.

Лабораторный рынок B04. Анализ результатов эксперимента.

Аукционы размещения. Сравнительный анализ аукционных механизмов по результатам эксперимента. Принцип выявления равновесия.

Рисковые активы. Акции, портфели акций. Доходность и риск портфеля акций. Задача Макорвица. Оптимальный портфель инвестора.

Лабораторный рынок CA1. Анализ результатов эксперимента.

Рыночная цена риска. Теорема о двух фондах. Бета актива, классификация активов. Дисконтирование с учетом риска. Необходимое условие равновесия.

Лабораторные рынки CA2 и CA3. Анализ результатов экспериментов.

Модель равновесия для рискованных активов. Отношение инвестора к риску. Ожидаемая полезность. Равновесная стоимость актива. Репрезентативный инвестор Влияние осторожности инвесторов на цены акций.

Лабораторный рынок CP1. Анализ результатов эксперимента.

Информационная эффективность рынков. Гипотеза информационной эффективности  
Ограниченная рациональность. Рациональные ожидания.

Лабораторные рынки RE0 и RE1 с дискретным множеством сценариев. Анализ результатов экспериментов.

Лабораторные рынки типа CV с дискретным множеством сценариев. Анализ результатов экспериментов.

#### 4. Психология принятия экономических решений

Понятие о психологическом типе и его влиянии на процесс принятия решений.

Принципы психологического тестирования.

Тест MBTI и его свойства.

Тест Эннеаграмма и его свойства.

Анализ результатов тестирования группы с помощью метода главных компонент.

Сопоставление психологических типов со стереотипами принятия решений по результатам экспериментов.

Сопоставление результативности участников экспериментов с их психологическими типами.

Основные принципы компьютерной стабильности.

Психофизиологические характеристики процесса принятия решений и их анализ по стабильностям участников.

Синхронизация стабильностей участников лабораторного рынка.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Эффективность спецсистем**

#### **Цель дисциплины:**

дать обучаемым фундаментальные знания по теоретическим основам, основным подходам и методам оценивания специальных авиационных систем различного назначения.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами основ теории эффективности и теории моделирования современных авиационных комплексов;
- приобретение теоретических знаний в области методов оценивания эффективности спецсистем в авиации;
- приобретение теоретических знаний и навыков практического использования теории моделирования современных авиационных комплексов и методов оценивания эффективности спецсистем в авиации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы моделирования авиационных комплексов и систем;
- основные характеристики эффективности авиационных комплексов и систем;
- методы анализа и оценивания эффективности авиационных комплексов и систем;
- алгоритмы моделирования авиационных комплексов и систем при их применении по назначению.

##### **уметь:**

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

**Владеть:**

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методиками анализа и оценки эффективности авиационных комплексов и систем;
- методиками моделирования в целях оценки эффективности авиационных комплексов и систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Алгоритмические основы моделирования в целях оценки эффективности авиационных комплексов и систем.

Модель в пространстве состояний. Приведение передаточных функций произвольного порядка к модели в пространстве состояний. Представление моделей систем управления и наведения в форме моделей в пространстве состояний. Синтез модели комплекса по моделям частных подсистем. Моделирование случайных процессов с различными законами распределения. Преобразование случайного процесса динамической системой. Матричное уравнение Рикатти.

2. Боевая эффективность истребительных авиационных комплексов.

Предназначение, состав и функционирование истребительного боевого авиационного комплекса. Общий критерий боевой эффективности комплекса. Вероятность своевременного вылета истребителя на перехват цели на заданном рубеже. Вероятность наведения истребителя на воздушную цель. Вероятность поражения воздушной цели авиационными пушками. Вероятность поражения воздушной цели управляемыми ракетами. Вероятность поражения цели боевыми частями управляемых ракет. Зависимость боевой эффективности истребительных авиационных комплексов от тактико-технических характеристик и эксплуатационных свойств его составных частей.

3. Боевая эффективность ударных авиационных комплексов.

Предназначение, состав и функционирование ударного боевого авиационного комплекса.

Общий критерий боевой эффективности комплекса. Вероятность своевременного вылета ударного летательного аппарата на выполнение боевого задания. Вероятность выхода ударного летательного аппарата на наземную цель. Типы наземных целей и степени их поражения.

Эффективность поражения одиночной малоразмерной цели, групповой и площадной целей.

Боевая эффективность авиационных комплексов военно-транспортной и разведывательной авиации.

Предназначение, состав и функционирование военно-транспортного авиационного комплекса.

Критерии эффективности военно-транспортных авиационных комплексов при перевозке войск, боевой техники и материальных грузов. Предназначение, состав и



функционирование разведывательного боевого авиационного комплекса. Критерии боевой эффективности разведывательных авиационных комплексов.

4. Введение. Основы построения математических моделей авиационных комплексов в целях оценки эффективности.

Предмет и задачи дисциплины. Боевой авиационный комплекс: состав, структура, типы комплексов. Принципы системного анализа боевого применения авиационных комплексов.

Структура моделей авиационных комплексов. Основные системы координат, применяемые при моделировании полета, угла ориентации, аэродинамические углы. Модель стандартной атмосферы. Аэрометрические измерения, уравнение Бернулли для полного давления. Истинная воздушная и приборная скорости. Высотно-скоростные характеристики авиационных двигателей. Понятие о банке аэродинамических характеристик. Основные законы наведения.

5. Марковские процессы при моделировании боевых действий. Синтез наведения на основе оптимального управления.

Пуассоновский поток событий. Модель Ланкастера процесса боевых действий. Двухступенчатая и многоступенчатая модель Ланкастера. Идентификация параметров модели Ланкастера по информации о результатах боевых действий. Метод динамического программирования. Уравнения разгона и набора высоты. Оптимизация набора высота и скорости самолетом-перехватчиком методом динамического программирования.

6. Основы идентификации математических моделей авиационных комплексов и систем.

Виды идентификации (структурная, параметрическая, структурно-параметрическая). Постановка задачи параметрической идентификации математической модели авиационной системы. Частотная идентификация. Идентификация на основе множественной регрессии. Идентификация методом максимума правдоподобия. Параметрическая идентификация на основе непрерывно-дискретного расширенного фильтра Калмана.

7. Принципы обоснования тактико-технических требований к перспективным боевым авиационным комплексам.

Общие сведения о прогнозировании и жизненном цикле летательного аппарата. Основные соотношения для определения оптимальных параметров перспективных боевых авиационных комплексов.

Заключение.

Направления развития авиационных комплексов.

8. Эффективность авиационных комплексов.

Обобщенные характеристики авиационных комплексов. Выбор показателей и критериев эффективности и требования к ним. Классификация критериев эффективности авиационных комплексов. Типы критериев эффективности при одиночном, групповом и многократном применении. Боевой наряд сил, среднее число вылетов за операцию.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Эффективные алгоритмы**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в теории построения эффективных алгоритмов для труднорешаемых задач, изучение теоретико-сложностных аспектов разработки эффективных алгоритмов и областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование фундаментальных знаний в теории и методах разработки эффективных алгоритмов и их роли в разработке современных информационных систем;
- обучение студентов современным принципам анализа и разработки эффективных алгоритмов, выявление особенностей практических задач и их использование для нахождения эффективного алгоритмического решения;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области построения эффективных алгоритмов в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов теории алгоритмов в научных исследованиях;
- современные проблемы теории сложности вычислений;
- теоретические модели процессов в области производства, транспорта, телекоммуникаций;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем компьютерного моделирования;
- основные методы построения эффективных алгоритмов: построения эффективных приближенных алгоритмов, построения эффективных вероятностных алгоритмов, построения алгоритмов, эффективных в среднем.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты алгоритмической науки;
- представить панораму универсальных методов современной теоретической информатики;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных деталей при моделировании реальных процессов;
- использовать особенности практических задач для построения эффективных алгоритмов их решения.

**владеть:**

- основными методами построения эффективных алгоритмов;
- навыками самостоятельной работы по анализу конкретных задач и их алгоритмическому решению на современном компьютерном оборудовании;
- математическими моделями практических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Методы построения и анализа эффективных приближенных алгоритмов с гарантированными оценками точности

Основные тенденции развития теории алгоритмов и анализа их сложности. Приближенные алгоритмы с гарантированными оценками точности. Анализ точности жадного алгоритма в задачах о покрытии и  $k$ -покрытии. Приближенные алгоритмы с константной мультипликативной точностью. Модифицированный жадный алгоритм для задачи о рюкзаке и его анализ. Метрическая задача коммивояжера. Приближенные алгоритмы с мультипликативной точностью  $2$  и  $3/2$ .

Полностью полиномиальные приближенные схемы. Задача о рюкзаке. Приближенные алгоритмы максимизации субмодулярных функций и их приложения в задачах анализа социальных сетей.

2. Элементы теории сложности

Различные модели вычислений и сложностные классы по времени и памяти. Недетерминированные вычисления и класс NP. Лас-Вегас и Монте-Карло вероятностные алгоритмы. Вероятностные сложностные классы RP, BPP, ZPP, PP.

PCP теорема и ее применение для оценок порогов неаппроксимируемости. Плохо приближаемые задачи. Несуществование PTAS для задачи MAX-SAT (максимальной выполнимости кнф).

3. Анализ сложности в среднем для алгоритмов

Полиномиальные в среднем алгоритмы. Полиномиальный в среднем алгоритм для задачи об упаковке. Полиномиальный в среднем алгоритм для задачи о рюкзаке. Полиномиальный в среднем алгоритм проверки выполнимости кнф.

#### 4. Вероятностные методы в построении эффективных алгоритмов

Модели параллельных вычислений: EREW PRAM, CREW PRAM, CRCW PRAM. Вероятностные методы в построении эффективных параллельных алгоритмов. Вероятностный параллельный алгоритм Луби нахождения максимального по включению независимого множества в графе.

Задача целочисленного программирования и ее линейные релаксации. Вероятностное округление нецелочисленного решения до целочисленного. Приближенные вероятностные алгоритмы для задачи MAX-SAT.

Вероятностный 0.878-приближенный алгоритм для задачи о максимальном разрезе. Полуопределенное программирование.

Вероятностный приближенный алгоритм подсчета числа решений некоторых булевых уравнений.

#### 5. Методы дерандомизации

Метод условных вероятностей, его применение для задачи MAX-SAT.

Метод малых вероятностных пространств.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Эффективные алгоритмы**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в теории построения эффективных алгоритмов для труднорешаемых задач, изучение теоретико-сложностных аспектов разработки эффективных алгоритмов и областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование фундаментальных знаний в теории и методах разработки эффективных алгоритмов и их роли в разработке современных информационных систем;
- обучение студентов современным принципам анализа и разработки эффективных алгоритмов, выявление особенностей практических задач и их использование для нахождения эффективного алгоритмического решения;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области построения эффективных алгоритмов в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов теории алгоритмов в научных исследованиях;
- современные проблемы теории сложности вычислений;
- теоретические модели процессов в области производства, транспорта, телекоммуникаций;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем компьютерного моделирования;
- основные методы построения эффективных алгоритмов: построения эффективных приближенных алгоритмов, построения эффективных вероятностных алгоритмов, построения алгоритмов, эффективных в среднем.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты алгоритмической науки;
- представить панораму универсальных методов современной теоретической информатики;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных деталей при моделировании реальных процессов;
- использовать особенности практических задач для построения эффективных алгоритмов их решения.

**владеть:**

- основными методами построения эффективных алгоритмов;
- навыками самостоятельной работы по анализу конкретных задач и их алгоритмическому решению на современном компьютерном оборудовании;
- математическими моделями практических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Методы построения и анализа эффективных приближенных алгоритмов с гарантированными оценками точности

Основные тенденции развития теории алгоритмов и анализа их сложности. Приближенные алгоритмы с гарантированными оценками точности. Анализ точности жадного алгоритма в задачах о покрытии и  $k$ -покрытии. Приближенные алгоритмы с константной мультипликативной точностью. Модифицированный жадный алгоритм для задачи о рюкзаке и его анализ. Метрическая задача коммивояжера. Приближенные алгоритмы с мультипликативной точностью  $2$  и  $3/2$ .

Полностью полиномиальные приближенные схемы. Задача о рюкзаке. Приближенные алгоритмы максимизации субмодулярных функций и их приложения в задачах анализа социальных сетей.

2. Элементы теории сложности

Различные модели вычислений и сложностные классы по времени и памяти. Недетерминированные вычисления и класс NP. Лас-Вегас и Монте-Карло вероятностные алгоритмы. Вероятностные сложностные классы RP, BPP, ZPP, PP.

RCP теорема и ее применение для оценок порогов неаппроксимируемости. Плохо приближаемые задачи. Несуществование PTAS для задачи MAX-SAT (максимальной выполнимости кнф).

3. Анализ сложности в среднем для алгоритмов

Полиномиальные в среднем алгоритмы. Полиномиальный в среднем алгоритм для задачи об упаковке. Полиномиальный в среднем алгоритм для задачи о рюкзаке. Полиномиальный в среднем алгоритм проверки выполнимости кнф.

#### 4. Вероятностные методы в построении эффективных алгоритмов

Модели параллельных вычислений: EREW PRAM, CREW PRAM, CRCW PRAM. Вероятностные методы в построении эффективных параллельных алгоритмов. Вероятностный параллельный алгоритм Луби нахождения максимального по включению независимого множества в графе.

Задача целочисленного программирования и ее линейные релаксации. Вероятностное округление нецелочисленного решения до целочисленного. Приближенные вероятностные алгоритмы для задачи MAX-SAT.

Вероятностный 0.878-приближенный алгоритм для задачи о максимальном разрезе. Полуопределенное программирование.

Вероятностный приближенный алгоритм подсчета числа решений некоторых булевых уравнений.

#### 5. Методы дерандомизации

Метод условных вероятностей, его применение для задачи MAX-SAT.

Метод малых вероятностных пространств.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Эффективные алгоритмы**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в теории построения эффективных алгоритмов для труднорешаемых задач, изучение теоретико-сложностных аспектов разработки эффективных алгоритмов и областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование фундаментальных знаний в теории и методах разработки эффективных алгоритмов и их роли в разработке современных информационных систем;
- обучение студентов современным принципам анализа и разработки эффективных алгоритмов, выявление особенностей практических задач и их использование для нахождения эффективного алгоритмического решения;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области построения эффективных алгоритмов в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов теории алгоритмов в научных исследованиях;
- современные проблемы теории сложности вычислений;
- теоретические модели процессов в области производства, транспорта, телекоммуникаций;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем компьютерного моделирования;
- основные методы построения эффективных алгоритмов: построения эффективных приближенных алгоритмов, построения эффективных вероятностных алгоритмов, построения алгоритмов, эффективных в среднем.

##### **уметь:**



- эффективно использовать на практике теоретические компоненты алгоритмической науки;
- представить панораму универсальных методов современной теоретической информатики;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных деталей при моделировании реальных процессов;
- использовать особенности практических задач для построения эффективных алгоритмов их решения.

**владеть:**

- основными методами построения эффективных алгоритмов;
- навыками самостоятельной работы по анализу конкретных задач и их алгоритмическому решению на современном компьютерном оборудовании;
- математическими моделями практических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Методы построения и анализа эффективных приближенных алгоритмов с гарантированными оценками точности

Основные тенденции развития теории алгоритмов и анализа их сложности. Приближенные алгоритмы с гарантированными оценками точности. Анализ точности жадного алгоритма в задачах о покрытии и  $k$ -покрытии. Приближенные алгоритмы с константной мультипликативной точностью. Модифицированный жадный алгоритм для задачи о рюкзаке и его анализ. Метрическая задача коммивояжера. Приближенные алгоритмы с мультипликативной точностью  $2$  и  $3/2$ .

Полностью полиномиальные приближенные схемы. Задача о рюкзаке. Приближенные алгоритмы максимизации субмодулярных функций и их приложения в задачах анализа социальных сетей.

2. Элементы теории сложности

Различные модели вычислений и сложностные классы по времени и памяти. Недетерминированные вычисления и класс NP. Лас-Вегас и Монте-Карло вероятностные алгоритмы. Вероятностные сложностные классы RP, BPP, ZPP, PP.

PCP теорема и ее применение для оценок порогов неаппроксимируемости. Плохо приближаемые задачи. Несуществование PTAS для задачи MAX-SAT (максимальной выполнимости кнф).

3. Анализ сложности в среднем для алгоритмов

Полиномиальные в среднем алгоритмы. Полиномиальный в среднем алгоритм для задачи об упаковке. Полиномиальный в среднем алгоритм для задачи о рюкзаке. Полиномиальный в среднем алгоритм проверки выполнимости кнф.

#### 4. Вероятностные методы в построении эффективных алгоритмов

Модели параллельных вычислений: EREW PRAM, CREW PRAM, CRCW PRAM. Вероятностные методы в построении эффективных параллельных алгоритмов. Вероятностный параллельный алгоритм Луби нахождения максимального по включению независимого множества в графе.

Задача целочисленного программирования и ее линейные релаксации. Вероятностное округление нецелочисленного решения до целочисленного. Приближенные вероятностные алгоритмы для задачи MAX-SAT.

Вероятностный 0.878-приближенный алгоритм для задачи о максимальном разрезе. Полуопределенное программирование.

Вероятностный приближенный алгоритм подсчета числа решений некоторых булевых уравнений.

#### 5. Методы дерандомизации

Метод условных вероятностей, его применение для задачи MAX-SAT.

Метод малых вероятностных пространств.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Эффективные алгоритмы**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами фундаментальных знаний в теории построения эффективных алгоритмов для труднорешаемых задач, изучение теоретико-сложностных аспектов разработки эффективных алгоритмов и областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование фундаментальных знаний в теории и методах разработки эффективных алгоритмов и их роли в разработке современных информационных систем;
- обучение студентов современным принципам анализа и разработки эффективных алгоритмов, выявление особенностей практических задач и их использование для нахождения эффективного алгоритмического решения;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области построения эффективных алгоритмов в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов теории алгоритмов в научных исследованиях;
- современные проблемы теории сложности вычислений;
- теоретические модели процессов в области производства, транспорта, телекоммуникаций;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем компьютерного моделирования;
- основные методы построения эффективных алгоритмов: построения эффективных приближенных алгоритмов, построения эффективных вероятностных алгоритмов, построения алгоритмов, эффективных в среднем.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты алгоритмической науки;
- представить панораму универсальных методов современной теоретической информатики;
- работать на современном компьютерном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных деталей при моделировании реальных процессов;
- использовать особенности практических задач для построения эффективных алгоритмов их решения.

**владеть:**

- основными методами построения эффективных алгоритмов;
- навыками самостоятельной работы по анализу конкретных задач и их алгоритмическому решению на современном компьютерном оборудовании;
- математическими моделями практических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Методы построения и анализа эффективных приближенных алгоритмов с гарантированными оценками точности

Основные тенденции развития теории алгоритмов и анализа их сложности. Приближенные алгоритмы с гарантированными оценками точности. Анализ точности жадного алгоритма в задачах о покрытии и  $k$ -покрытии. Приближенные алгоритмы с константной мультипликативной точностью. Модифицированный жадный алгоритм для задачи о рюкзаке и его анализ. Метрическая задача коммивояжера. Приближенные алгоритмы с мультипликативной точностью  $2$  и  $3/2$ .

Полностью полиномиальные приближенные схемы. Задача о рюкзаке. Приближенные алгоритмы максимизации субмодулярных функций и их приложения в задачах анализа социальных сетей.

2. Элементы теории сложности

Различные модели вычислений и сложностные классы по времени и памяти. Недетерминированные вычисления и класс NP. Лас-Вегас и Монте-Карло вероятностные алгоритмы. Вероятностные сложностные классы RP, BPP, ZPP, PP.

PCP теорема и ее применение для оценок порогов неаппроксимируемости. Плохо приближаемые задачи. Несуществование PTAS для задачи MAX-SAT (максимальной выполнимости кнф).

3. Анализ сложности в среднем для алгоритмов

Полиномиальные в среднем алгоритмы. Полиномиальный в среднем алгоритм для задачи об упаковке. Полиномиальный в среднем алгоритм для задачи о рюкзаке. Полиномиальный в среднем алгоритм проверки выполнимости кнф.

#### 4. Вероятностные методы в построении эффективных алгоритмов

Модели параллельных вычислений: EREW PRAM, CREW PRAM, CRCW PRAM. Вероятностные методы в построении эффективных параллельных алгоритмов. Вероятностный параллельный алгоритм Луби нахождения максимального по включению независимого множества в графе.

Задача целочисленного программирования и ее линейные релаксации. Вероятностное округление нецелочисленного решения до целочисленного. Приближенные вероятностные алгоритмы для задачи MAX-SAT.

Вероятностный 0.878-приближенный алгоритм для задачи о максимальном разрезе. Полуопределенное программирование.

Вероятностный приближенный алгоритм подсчета числа решений некоторых булевых уравнений.

#### 5. Методы дерандомизации

Метод условных вероятностей, его применение для задачи MAX-SAT.

Метод малых вероятностных пространств.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Японский язык (уровень А1)**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения японского языка заключается в формировании и развитии межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне А1 для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- межкультурная компетенция: общая способность распознавать условия и особенности межкультурной ситуации, избирать конкретные тактики ее ведения с позиции равного статуса двух взаимодействующих культур;
- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и использовать в вербальной коммуникации грамматически и синтаксически правильных форм;
- социолингвистическая компетенция: умение выбирать оптимальные лингвистические формы, способы языкового выражения в зависимости от коммуникативной цели говорящего и других конкретных межкультурных условий высказывания;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, умение управлять межкультурной ситуацией, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная (речевая) компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение планировать и строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая (компенсаторная) компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач и компенсировать недостаток знаний или навыков при ведении межкультурной коммуникации;

- компенсаторная компетенция: умение преодолевать коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- прагматическая компетенция: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции Японии;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни Японии;
- основные особенности и различия письменной и устной японской речи;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности японского языка и аналогичные особенности в родном языке;
- социальную специфику японской и родной культур.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в фонетической, лексико-грамматической, синтаксической и стилистической системах родного и японского языка;
- выявлять условия и особенности межкультурной коммуникативной ситуации;
- прогнозировать возможный межкультурный конфликт и выбирать тактику его разрешения;
- пользоваться специализированными Интернет-ресурсами и компьютерными технологиями (в т.ч. иностранными), направленными на поиск информации языкового и культурного характера;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость, дружелюбие, готовность и желание помочь при общении с представителями другой культуры;
- самостоятельно добывать новые знания межкультурного характера и использовать их на практике;
- критически осознавать иноязычную и родную культуры, давать им самостоятельную интерпретацию и оценку.

**владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией, включая основные субкомпетенции, в разных видах речевой и неречевой деятельности на элементарном уровне;
- различными межкультурно-коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями культурной саморефлексии, т.е. стратегиями, дающими критический взгляд на культуру для их последующей интерпретации и оценки;
- базовыми навыками ведения межкультурной коммуникации в рамках принятого вербального и невербального этикета;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.

**Темы и разделы курса:****1. Азбука: ряды а-ка**

История и особенности японской смешанной система письма. Особенности японской фонетики, гласные, типы тона в японском языке. Как представить себя по-японски: этикет и главные фразы-клише.

Коммуникативные задачи: ознакомиться с японской фонетикой, основами японского вербального и невербального этикета и самыми частотными фразами-клише по теме «Самопредставление (дзикосё:кай)», ознакомиться с речевыми и этикетными основами самопредставления.

Письмо: прописи рядов а-ка азбук хирагана и катакана. Лексика, соответствующая теме «Самопредставление».

Грамматика: нигори, удлиненные гласные, запись катаканой.

**2. Азбука: ряды са-та**

Тема «Знакомство»: приветствие, извинения и прощания по-японски. Японские согласные и их произношение. Образование простых словосочетаний типа прилагательное + существительное. Соединительный союз と.

Коммуникативные задачи: научиться использовать фразы-клише в зависимости от коммуникативной ситуации: приветствие коллеги и вышестоящего, извинение, просьба, прощание.

Письмо: прописи рядов са-та азбук хирагана и катакана. Лексика, соответствующая теме «Знакомство».



Грамматика: союз と, части речи в японском языке, запись катаканой (прод.).

### 3. Азбука: ряды на-ха

Социальная иерархия в японском обществе: отношения вышестоящий-равный-нижестоящий, система «свой-чужой». Указательные местоимения (косоадо-котоба) и их социально-этикетная роль.

Коммуникативные задачи: изучить основы социальной иерархии в Японии и ее влияние на язык, научиться составлять простые предложения с указательными местоимениями (косоадо-котоба).

Письмо: прописи рядов на-ха азбук хирагана и катакана. Обиходная лексика: цвета, предметы, места, еда.

Грамматика: ханнигори, союз の, указательные местоимения косоадо-котоба, запись катаканой (прод.).

### 4. Азбука: ряды ма-я

Личные местоимения и числительные. Как назвать время по-японски. Ведение диалога на тему «Время»: обращение к незнакомцу с просьбой узнать время и выражение благодарности.

Коммуникативные задачи: ознакомиться с личными местоимениями и числительными в речи, научиться узнавать время на японском языке.

Письмо: прописи рядов ма-я азбук хирагана и катакана. Лексика по теме «Время».

Грамматика: сочетание やゆよ с согласными, союз の (нюансы), запись катаканой (прод.).

### 5. Азбука: ряды ра-ва

Как представить себя и назвать свой возраст, должность, профессию и национальность. Как представить другого человека и задавать вопросы при знакомстве.

Коммуникативные задачи: научиться называть и спрашивать имя, возраст, род деятельности и национальность у собеседника.

Письмо: прописи рядов ра-ва азбук хирагана и катакана.

Грамматика: ん с согласными, союз の (нюансы).

### 6. Основы японской иероглифики и синтаксиса

История иероглифики, группы иероглифов, основные понятия: онные и кунные чтения, фуригана, окуригана, ключ. Знакомство со структурой бумажных и электронных

иероглифических словарей. Основы синтаксиса: структура простых предложений с именным сказуемым. Чтение и перевод диалогов и монологов (практика синтаксиса).

Коммуникативные задачи: научиться представлять себя и отвечать на вопросы о возрасте, должности, месте работы или учебы и национальности.

Письмо: первые наиболее частотные иероглифы.

Грамматика: уровни вежливости, структура предложения, падежный показатель (は), частицы, отрицательные и вопросительные предложения, косоадо-котоба (нюансы), суффиксы множественного числа.

## 7. Знакомство

Повторение старого материала. Описание внешности и характера людей, описание мест и окружающего пространства (шумный, спокойный, многолюдный и пр.). Обучение набору японских символов (кана и кандзи) на обычной клавиатуре.

Коммуникативные задачи: научиться представлять знакомых (имя, возраст, характер, национальность, должность) по-японски, описывать места.

Письмо: новая лексика и иероглифика, связанные с описанием внешности и характера.

Грамматика: союз (prod.), косоадо-котоба (prod.), предикативные и полупредикативные прилагательные, суффиксы множественного числа (prod.), составные слова, айдзути, вербальный этикет при обращении.

## 8. Покупки

Коммуникативные задачи: научиться вести диалог с продавцом и покупателем, заказывать услуги и покупать товары, спрашивать стоимость товаров.

Письмо: новая иероглифика по теме «Покупки».

Грамматика: прилагательные в отрицательной форме, наречия.

## 9. Глаголы в японском языке

Знакомство с японскими глаголами и их лексико-грамматическими особенностями. Изучение спряжений глаголов, глагольных основ и настоящего-будущего времени.

Коммуникативные задачи: ознакомиться с японской фонетикой (углубленно), научиться различать виды японской тонизации, научиться использовать правильную интонацию в предложениях и фразах-клише.

Письмо: новая лексика и иероглифика, связанная с базовыми глаголами в настоящем-будущем времени: читать, говорить, покупать, сегодня, завтра, скоро и пр.

Грамматика: глаголы в настояще-будущем времени, спряжения глаголов, именные показатели, структура предложения (нюансы).

#### 10. Назначение встречи

Как назначить дату и время встречи при личной встрече, по телефону и через переписку.

Как составить расписание на день. Обучение телефонному и письменному этикету.

Коммуникативные задачи: научиться назначать встречу в устном и письменном виде, научиться составлять расписание, используя пройденные глаголы.

Письмо: новая лексика и иероглифика по теме «Назначение встречи».

Грамматика: количественные числительные и крупные числа, счетные суффиксы, интонация предложений.

#### 11. Расписание и планы

Коммуникативные задачи: научиться описывать по-японски ежедневную рутину, планы и расписание (тема «Назначение даты встречи» в учебнике «Гэнки»).

Письмо: новая лексика и иероглифика по теме «Расписание»: часы и минуты, времена суток и пр.

Грамматика: падежные показатели は и が (нюансы), японский календарь и система датировки в Японии.

#### 12. Сезоны

Месяцы и времена года. Японский календарь: особенности, праздники, влияние сезонов на общество. Как спросить у незнакомца дорогу.

Коммуникативные задачи: узнать особенности японского календаря и системы времяисчисления, научиться описывать/спрашивать дорогу.

Письмо: новая иероглифика и лексика по теме «Сезоны» - времена года, погода, одежда и пр.

Грамматика: падежные показатели и частицы (нюансы), отрицательные предложения (прод.), глаголы направления 行く/来る.

#### 13. Приглашение

Как позвать друга на мероприятие. Семья: как по-японски называются члены семьи, как представить свою семью и как названия родственников связаны с системой «свой-чужой». Повторение всего пройденного материала за семестр. Анализ русско-японских ситуаций межкультурного диалога и путей разрешения межкультурных конфликтов (перезентация). Решение тестовых заданий в формате «Норёку Сикэн» уровня N5.

Коммуникативные задачи: научиться приглашать куда-либо с соблюдением речевого и невербального этикета, научиться рассказывать о своей/чужой семье с соблюдением этикета.

Письмо: новая лексика и иероглифика по темам «Приглашение» и «Семья».

Грамматика: побудительный залог, срединная форма прилагательных, частицы и союзы (нюансы).

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Математическая физика, компьютерные технологии и математическое моделирование в экономике**

### **Японский язык (уровень А2)**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения японского языка заключается в формировании и развитии межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на уровне А2 для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- межкультурная компетенция: общая способность распознавать условия и особенности межкультурной ситуации, избирать конкретные тактики ее ведения с позиции равного статуса двух взаимодействующих культур;
- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и использовать в вербальной коммуникации грамматически и синтаксически правильных форм;
- социолингвистическая компетенция: умение выбирать оптимальные лингвистические формы, способы языкового выражения в зависимости от коммуникативной цели говорящего и других конкретных межкультурных условий высказывания;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, умение управлять межкультурной ситуацией, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная (речевая) компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение планировать и строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая (компенсаторная) компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач и компенсировать недостаток знаний или навыков при ведении межкультурной коммуникации;

- компенсаторная компетенция: умение преодолевать коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- прагматическая компетенция: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции Японии;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни Японии;
- основные особенности и различия письменной и устной японской речи;
- основные фонетические, лексико–грамматические, стилистические особенности японского языка и аналогичные особенности в родном языке;
- социальную специфику японской и родной культур.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в фонетической, лексико–грамматической, синтаксической и стилистической системах родного и японского языка;
- выявлять условия и особенности межкультурной коммуникативной ситуации;
- прогнозировать возможный межкультурный конфликт и выбирать тактику его разрешения;
- пользоваться специализированными Интернет–ресурсами и компьютерными технологиями (в т.ч. иностранными), направленными на поиск информации языкового и культурного характера;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость, дружелюбие, готовность и желание помочь при общении с представителями другой культуры;
- самостоятельно добывать новые знания межкультурного характера и использовать их на практике;
- критически осознавать иноязычную и родную культуры, давать им самостоятельную интерпретацию и оценку.

**владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией, включая основные субкомпетенции, в разных видах речевой и неречевой деятельности на элементарном уровне,
- различными межкультурно–коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями культурной саморефлексии, т.е. стратегиями, дающими критический взгляд на культуру для их последующей интерпретации и оценки;
- базовыми навыками ведения межкультурной коммуникации в рамках принятого вербального и невербального этикета;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет–технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Погода

Повторение пройденного материала. Описание погоды и времен года. Знакомство с географией Японии: основные города, префектуры, острова. Знакомство с лексикой по теме: прогноз погоды, дождливый и пр. Сравнительная и превосходная степень прилагательных.

Коммуникативные задачи: описывать погоду и времена года по–японски. Уметь составлять высказывания с прилагательными в сравнительной и превосходной степени.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «Погода».

Грамматика: сравнительная и превосходная степень прилагательных. Глагол *なる*. Нюансы употребления десяти главных падежных показателей.

## 2. Экскурсия

Достопримечательности Японии и России: как в культурно–исторических памятниках отражается менталитет японцев и русских. Чтение текстов с последующим разбором японского вербального этикета и типичных фраз–клише во время прогулки с разными по статусу собеседниками. Как спросить и указать дорогу: коммуникативные упражнения. Пространственные и временные послелого. Пословицы и поговорки с лексикой по теме.

Коммуникативные задачи: уметь описывать окружающее пространство и местоположение предмета, дорогу по карте. Уметь рассказывать об особенностях географии Японии в сравнении с географией России.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме (лево, право, верх, низ и пр.).

Грамматика: глаголы ある и いる. Выражение неопределенности. Временные и пространственные послелого. Употребление падежных показателей после местоимений.

### 3. Распорядок дня

Углубленное изучение японского летоисчисления и особенностей японского календаря. Дни недели, месяцы, годы и традиционные календарные эпохи. Срединная форма глаголов и описание распорядка дня с перечислением нескольких однородных сказуемых. Вежливая просьба и правила ведения диалога с целью выбора подходящего времени для встречи.

Коммуникативные задачи: уметь описывать распорядок дня, назначать встречу и точное время.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «Дни недели».

Грамматика: срединная форма глаголов. Мягкое повеление с глаголом ください. Временное значение показателя に.

### 4. Транспорт

Особенности транспортной системы в Японии. Как вести себя во время пользования общественным транспортом в Японии. Образование простых форм прошедшего времени у глаголов. Составление подчиненных предложений со значением условия. Нюансы употребления временных послелогов. Выражение предположения с помощью でしょう.

Коммуникативные задачи: уметь описывать транспортную систему Японии и сравнивать ее с российской транспортной системой, составлять сложноподчиненные предложения со значением.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «Транспорт».

Грамматика: сложноподчиненные предложения с использованием союза と.

### 5. Гардероб

Описание внешнего вида человека, наименования предметов гардероба и цветовые обозначения. Традиционная и современная японская одежда, ее история и отличия японской моды от европейской. Глаголы «надевать», «носить» и «снимать», используемые с разными предметами одежды. Длительный вид глаголов. Как выразить попытку совершить действие. Знакомство с субстантиваторами.

Коммуникативные задачи: уметь описывать свой и чужой внешний вид, вкусы при выборе одежды, обуви и аксессуаров.



Письмо: иероглифика, соответствующая теме («одежда», «надевать» и пр.).

Грамматика: длительный вид глаголов. Конструкция **て見る**, субстантиваторы.

## 6. Телефонный разговор

Этикет ведения телефонного разговора: как здороваться, представляться и прощаться по телефону в повседневной и деловой обстановке. Как обсудить планы и назначить встречу по телефону. Прошедшие формы прилагательных. Выражение долженствования и потенциальный залог. Субстантиваторы (продолжение). Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: уметь вести диалог по телефону в соответствии с этикетом, уметь соглашаться и отказываться на просьбы.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («вопрос», «отвечать» и пр.).

Грамматика: потенциальный залог. Конструкция **なければなりません** с разными частями речи. Субстантиваторы (продолжение). Нейтрально–вежливые и разговорные прошедшие формы прилагательных.

## 7. Прогулка с другом

Углубленное изучение вербального и невербального этикета во время диалога при личной встрече в неформальной обстановке. Продолжение изучения лексики по теме «Погода». Как вежливо попросить разрешения, согласиться или запретить что–либо. Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: уметь вежливо просить дозволения, а также выразить разрешение или запрет в устной и письменной форме.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («фотография», «пасмурный», «ясный» и пр.).

Грамматика: падежный показатель ремы. Выражение вежливой просьбы, разрешения и запрещения.

## 8. Японский сервис

Японский сервис: чем известна сфера обслуживания в Японии и как ведут себя клиенты и работники сферы обслуживания. Как вести себя в японском магазине, как планировать и совершать покупки в Японии.

Коммуникативные задачи: уметь рассказывать по–японски об особенностях японского сервиса, вести диалог с целью запланировать с другом поход в магазин.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («покупатель», «магазин», «продажа» и т.д.).

Грамматика: отрицательные формы прилагательных. Выражение желания через конструкции с **ほしい**. Выражение совета через конструкцию **ほうがいい**. Ограничительные частицы. Перечисление нескольких однородных именных членов предложения.

#### 9. В японской семье

Особенности устройства японских семей через призму языка и культуры. Традиционный японский дом: архитектура, история и этикет. Как живут современные японцы в больших городах; сравнения японского и русского дома. Пословицы и поговорки, связанные с атрибутами традиционного японского дома. Выражение одновременности двух действий и сомнений, неопределенности. Глаголы: простые разговорные формы и срединная форма в отрицательной форме. Косвенная речь.

Коммуникативные задачи: уметь рассказывать о своей и спрашивать о чужой семье, вести диалог при знакомстве с японской семьей.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («семья», «династия» и пр.).

Грамматика: предложения с **たり / -だり**. Отрицательная срединная форма глаголов. Косвенная речь. Одновременность двух действий с помощью **ながら**.

#### 10. Японская кухня

Японский этикет: как вести себя за столом, как правильно есть японские блюда. Сравнение особенностей японской и русской кухни. Пословицы и поговорки, связанные с японской кухней. Условные предложения. Выражение намерения совершить действия и предположения. Продолжение изучения косоадо–котоба и падежных показателей. Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: уметь рассказывать об особенностях русской и японской кухни, рассказывать и расспрашивать о вкусовых предпочтениях.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («рыба», «мясо», «вкус» и пр.).

Грамматика: конструкция **ことがある**. Конструкции для выражения намерения совершить действия. Условные предложения (продолжение).