

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович

Должность: Ректор

Дата подписания: 21.07.2023 17:15:55

Уникальный программный ключ:

c6d909c49c1d2034fa3a0156c4eeb1e7332a3e2

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность: Информационные технологии в мегасайенс

### GRID технологии и облачные вычисления

#### Цель дисциплины:

- познакомить студентов с технологиями распределённых вычислений, грид-вычислений, облачных вычислений.

#### Задачи дисциплины:

- формирование у студентов понимания основных принципов работы Грид-инфраструктуры, виртуализации, платформ облачных вычислений;
- формирование у студентов базовых знаний в области использования перечисленных выше технологий для организации распределенной обработки больших объемов данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- проект WLCG как источник данных: рабочие этапы проекта как поставщика данных, требования к ресурсам; принципы организации иерархических уровней (Tiers) WLCG – функциональные отличия; понятие SLA соглашений;
- основные типы Грид-инфраструктур;
- функциональную (базовую) схему инфраструктуры Грид вычислений; современные схемы метапланировщиков (Gridway, проект Unicore, Community Scheduler Framework), общее функционирование;
- системы управления ресурсами (RMS); виды локальных (LRMS) и распределённых (DRMS) систем; функции компонента Грид архитектуры WS GRAM;
- виды и возможности планировщиков; виды политик организации очередей, смены приоритетов, управления списками доступа; принцип организации и работы Грид SE, Грид FTP/FTS;
- понятия Грид задачи; язык описания задач JDL;
- основные компоненты Грид для ресурсного центра (РЦ); логическую схему РЦ; центральные сервисы региональных инфраструктур;
- основные проекты и компоненты промежуточного программного обеспечения Грид (middleware); принципы модульной установки и конфигурации пакетов сайта;

- принципы работы систем мониторинга; основы RGMA; сайты мониторинга Грид-инфраструктуры;
- способы организации безопасности в Грид-инфраструктурах; протокол работы GSI, сертификаты X509, сервис MyProхu; виртуальные сообщества и роли, причины разделения вычислительных ресурсов и ресурсов хранения, VOMS, VO box; недостатки существующей модели системы безопасности;
- использование виртуализации в Грид; первый проект динамического выделения ресурсов WNoDeS (проект WeNMR), достижения и недостатки; схему с интерфейсом управления ресурсами виртуализации; сходство и различие моделей Грид и облачных вычислений;
- ключевые особенности создания и функционирования системы проекта PanDA (Production and Distributed Analysis); управление рабочим потоком заданий над наборами данных; основные компоненты инфраструктуры;
- основные требования к системам облачных вычислений; основные модели (IaaS, PaaS, SaaS); принципы виртуализации;
- принципы организации облачных вычислений на основе системы OpenStack; схему работу подсистемы управления виртуальными машинами Nova, управления объектным хранением Swift, образами виртуальных машин Glance.

#### **уметь:**

- установить и сконфигурировать комбинацию менеджера управления ресурсами Torque и планировщика задач MAUI. Настроить три (и более) очереди с разной длительностью исполнения задач в них и привязкой к разным значениям полей «acl group» и «acl user»;
- разработать файл задачи и проверить корректность конфигурации, статус задачи;
- задать политику планирования задач средствами MAUI (или иных планировщиков).
- выполнить цепочку установки конфигурации для целей YAIM CREAM-CE и WN на двух узлах;
- выполнить конфигурацию менеджеров ресурсов Condor и SLURM;
- создать свой центр сертификации, что включает — самоподписанный корневой сертификат CA; создание запроса на подпись; подпись запроса собственным CA; получение подписанного сертификата и его проверка; экспорт в pki форму для импорта в веб-браузер;
- создать программу для работы с OpenStack API.

#### **владеть:**

- Понятиями SLA соглашений;
- основными навыками работы с приложением для организации Грид-инфраструктур Globus Toolkit;
- принципами организации и работы с Грид Storage Element, Грид FTP/FTS;

- языком описания Грид-задач JDL, включая классическое описание и минимально необходимые функциональные поля;
- вариантами организации перемещений входных и результирующих файлов (stage IN / stage OUT) Грид-задач; понятием рабочего потока; возможностями систем управления потоком задач (WMS);
- принципами модульной установки и конфигурации пакетов сайта с помощью утилиты YAIM;
- умением работы с системами мониторинга выполнения Грид-заданий; понятиями доступности и надёжности (availability, reliability); понятием производительности базового вычислительного ядра HepSpec06;
- принципами работы протоколов GSI, сертификатов X509, сервиса MyProxy;
- способами управления рабочим потоком заданий в PanDA;
- прикладным программным интерфейсом SAGA;
- принципами организации облачных вычислений на основе системы OpenStack.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. ГРИД-технологии.

Эволюция ЭВМ (электронных вычислительных машин) от мейнфреймов к суперкомпьютерам. Источники больших объёмов данных в разных областях науки и бизнеса. Проект мировой вычислительный грид (WLCG) как источник данных, необходимость совместной работы больших научных сообществ. Рабочие этапы проекта как поставщика данных, требования к ресурсам. Другие проекты совместной научной обработки данных.

Классическое определение грид-вычислений. Основные типы грид. История развития, мировые проекты и сообщества, основные этапы европейской грид инициативы (EGI), проекты и версии промежуточного программного обеспечения. Российский сегмент европейского грид (RDIG). Современное состояние и цели проекта.

Функциональная (базовая) схема инфраструктуры грид вычислений. Программная платформа для построения грид Globus Toolkit. Современные схемы и общее функционирование метапланировщиков (Gridway, проект Unicore, Community Scheduler Framework).

Распределённые вычисления и системы управления ресурсами (RMS). Виды локальных (LRMS) и распределённых (DRMS) систем. Виды и возможности планировщиков. Виды политик организации очередей, смены приоритетов, управления списками доступа. Функции компонента грид архитектуры WS GRAM. Примеры и возможности систем управления потоком задач (WMS).

Основные компоненты грид для ресурсного центра (РЦ). Логическая схема РЦ, Центральные сервисы региональных инфраструктур. Принципы организации иерархических уровней (Tiers) WLCG. Понятие SLA соглашений. Основные проекты и

компоненты промежуточного программного обеспечения грид (middleware). Принципы модульной установки и конфигурации пакетов сайта с помощью утилиты YAIM.

Понятие безопасности в грид. Протокол работы GSI, сертификаты X509, сервис MyProxy. Виртуальные сообщества и роли, причины разделения вычислительных ресурсов и ресурсов хранения, VOMS, VO box. Грид порталы на примере работы с ними пользователя. Недостатки существующей модели системы безопасности.

Принципы и необходимость работы систем мониторинга. Основы RGMA. Сайты мониторинга грид инфраструктуры. Понятия доступности и надёжности (availability, reliability). Понятие производительности базового вычислительного ядра HepSpec06, отличие от SPECint2000. Суммарные показатели доступных ресурсов европейского грид, основные поставщики ресурсов по сайтам RDIG, по странам и по виртуальным организациям.

Понятия грид задачи. Язык описания задач JDL, классическое описание и минимально необходимые функциональные поля. Разбор на примере. Варианты организации перемещений файлов (stage IN tage OUT). Понятие задания как совокупности задач. Возможности для организации взаимосвязанного выполнения задач. Интерактивные задачи. Понятие рабочего потока задания.

Ключевые особенности создания и функционирования системы проекта PanDA (Production and Distributed Analysis). Управление рабочим потоком заданий над наборами данных, система запуска пилотов. Основные компоненты инфраструктуры. Рабочий цикл пилота. Интерфейс SAGA (simple API for grid applications).

Использование виртуализации в грид. Первый проект динамического выделения ресурсов WNoDeS (проект WeNMR), достижения и недостатки. Схема с интерфейсом управления ресурсами виртуализации. Грид облаков или цели современного проекта EGI Federated Clouds. Сходство и различие моделей грид и облачных вычислений.

## 2. Технологии облачных вычислений.

Облачные вычисления. Определение. Основные (бизнес) требования к системе. Основные модели (IaaS, PaaS, SaaS). Эволюция грид вычислений. Принципы виртуализации. Причины перехода к бизнес-модели облачных вычислений. Эволюция облачных вычислений.

Принципы организации модели облачных вычислений инфраструктуры как сервис (IaaS) на основе системы OpenStack. Подсистема управления виртуальными машинами Nova, управления объектным хранением Swift, образами виртуальных машин Glance.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Web-технологии**

#### **Цель дисциплины:**

- обучение студентов технологиям разработки веб-приложений, с применением современных технологий, включающих в себя: HTML5, CSS3, DOM Level 3, AJAX, модель MVC.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области современных web-технологий;
- приобретение знаний и навыков работе с фреймворками для разработки веб-приложений;
- приобретение знаний в области безопасности веб-приложений и средств защиты от вредоносных атак.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовые стандарты и технологии принятые в веб: HTML, HTTP, CSS, Javascript, DOM, AJAX;
- современные средства разработки веб-приложений: MVC frameworks (Django, WebPy), JQuery;
- способы представления графики в Web: JPG, GIF, PNG, и средств работы с графической информацией: ImageMagick, LibGD;
- основные типы вредоносных атак и способы защиты: SQL-инъекции, LFI, XSS.

##### **уметь:**

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- анализировать существующие веб-приложения на предмет используемых веб-технологий, слабых точек в производительности и безопасности;
- эффективно применять веб-технологии для достижения необходимых технологических и прикладных результатов.

**Владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в Интернете;
- практикой исследования и решения прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Javascript и DOM.

Особенности синтаксиса JavaScript, DOM Level 0,1,2, DOM Events, AJAX, библиотека JQuery.

## 2. Базы данных в веб-технологиях.

Основные подходы для хранения данных для веб, SQL и NoSQL решения, парадигма Map/Reduce, WebSQL.

## 3. Безопасность веб-приложений.

Основные типы уязвимостей веб-приложений, SQL-инъекции, LFI- XSS- атаки, защита веб-приложений.

## 4. Графика в веб.

Стандарты представления графики в веб, методы программирования графики.

## 5. Исторический обзор развития веб-технологий.

Обзор развития веб-технологий с момента появления по настоящее время. Ключевые вехи развития веб.

## 6. Каскадные таблицы стилей.

Технологии CSS Level 1-3, способы определения отображения веб-контента.

## 7. Серверные веб-технологии.

HTTP протокол, технологии SSI, CGI, WSGI.

## 8. Средства разработки веб-приложений.

Модель MVC, фреймворки Django, WebPy.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Английский язык**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на пороговом уровне В1+ с акцентом на устное общение, готовность к точному пониманию смысла текста и к эффективной формулировке собственной устной иноязычной речи.

#### **Задачи дисциплины:**

- расширение академического словарного запаса;
- совершенствование речевых и аудитивных навыков и умений;
- формирование способности использовать языковые средства для достижения коммуникативных целей в конкретной ситуации общения в академической сфере на изучаемом иностранном языке;
- формирование способности выстраивать стратегию устного общения на изучаемом иностранном языке в соответствии с социокультурными особенностями изучаемого языка;
- 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:**

- академический и функциональный словарь в рамках изучаемых тем;
- основные правила интонационного оформления высказывания;
- закономерности организации высказывания в таких формах выражения мысли, как объяснение, полемика и аргументированное высказывание;
- особенности речевого поведения в различных коммуникативных ситуациях;
- культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей англоязычной культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции немецкоязычных стран;

- этические и нравственные нормы поведения, модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия.

**уметь:**

- свободно выражать свои мысли, адекватно используя разнообразные языковые средства с целью выделения релевантной информации;
- использовать этикетные формулы в устной и письменной коммуникации (приветствие, прощание, поздравление, извинение, просьба);
- убедить собеседника, создать у него точное представление о каком-либо предмете или явлении;
- объяснить ранее неизвестное понятие;
- приводить аргументы и контраргументы;
- исследовать факты и связи;
- объяснять причины возникновения и пути реализации;
- доказывать целесообразность предложения;
- доказывать справедливость постулата;
- работать с электронными словарями и другими электронными ресурсами для решения лингвистических задач.

**владеть:**

- основными дискурсивными способами реализации коммуникативных целей высказывания применительно к особенностям текущего коммуникативного контекста (время, место, цели и условия взаимодействия);
- основными способами выражения семантической, коммуникативной и структурной преемственности между частями высказывания - композиционными элементами текста (введение, основная часть, заключение), сверхфразовыми единствами, предложениями;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями;
- стратегиями рефлексии и самооценки;
- дискурсивной компетенцией - уметь строить высказывание с учетом его логичности, достаточности, точности, выразительности, убедительности.

**Темы и разделы курса:**

### 1. Культ знаменитости.

Грамматический аспект – вводные слова (маркеры дискурса). Лексический аспект – синонимы/антонимы. Коммуникативный аспект – выражение согласия/несогласия с помощью вопросов и повторов.

### 2. Глобализация экономики.

Грамматический аспект – наречия, наречные словосочетания. Лексический аспект – бизнес лексика для описания экономических тенденций. Коммуникативный аспект – планирование рекламной кампании; статистический отчет.

### 3. Стили и жанры художественной литературы.

Грамматический аспект – обзор видовременных категорий глагола (сравнение видов). Лексический аспект – фразовые глаголы в буквальном и метафорическом значении; омонимы. Коммуникативный аспект – несоответствие фонетики орфографии.

### 4. Американская мечта.

Грамматический аспект – глагольные конструкции, позволяющие избежать повторов. Лексический аспект – контекстуальные синонимы; страны и национальности. Коммуникативный аспект – дискуссия по национальным проблемам; американский акцент в английском языке.

### 5. Спорт.

Грамматический аспект – усилительные наречия. Лексический аспект – части тела и глаголы, им соответствующие. Коммуникативный аспект – дискуссионные клише.

### 6. Уроки истории.

Грамматический аспект – глагольные конструкции (глагол/инфинитив, глагол/герундий). Лексический аспект – омонимы, омофоны, омографы. Коммуникативный аспект – отчет очевидца; анекдоты.

### 7. Мифы и факты в биографии знаменитых людей.

Грамматический аспект – реальное и сослагательное наклонения. Лексический аспект – метафоры и идиомы. Коммуникативный аспект – взгляды на искусство; «смягчение» высказывания.

### 8. Народная мудрость.

Грамматический аспект – модальные глаголы во всех значениях. Лексический аспект – рифма и ритм в поэтическом стиле речи. Коммуникативный аспект – системные нарушения правил английского языка в разговорной практике.

### 9. Непреодолимое влечение.

Грамматический аспект – эмфатические синтаксические конструкции. Лексический аспект – крылатые выражения, пословицы и поговорки. Коммуникативный аспект – эмоциональная окраска реакции на высказывание.

#### 10. Средства массовой информации.

Грамматический аспект – пассивные конструкции. Лексический аспект – существительные, образованные от фразовых глаголов. Коммуникативный аспект – реакция на новости; дискуссия о подаче новостей.

#### 11. Жизнь на краю света.

Грамматический аспект – уточняющие, причастные и деепричастные обороты. Лексический аспект – географическая и климатическая лексика. Коммуникативный аспект – бытовые выражения со словами «earth, ground, soil»

#### 12. Чудеса света.

Грамматический аспект – связующие конструкции. Лексический аспект – синонимы, антонимы. Коммуникативный аспект – использование эфемизмов в речевой практике.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Высокопроизводительные вычислительные системы**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство студентов с современными высокопроизводительными вычислительными системами, включая параллельные суперкомпьютеры и системы хранения большого объема. В результате студенты получают знания об аппаратном и программном обеспечении таких систем, алгоритмах управления задачами и данными, технологиями управления и мониторинга.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с архитектурой параллельных суперкомпьютеров, их аппаратном обеспечении: вычислительными узлами, дисковыми системами, аппаратными интерфейсами;

- ознакомление с сетевой подсистемой и её компонентами, которые применяются в высокопроизводительных системах: технологии 10-Gigabit Ethernet, Infiniband, FibreChannel;

- получение знаний о программной инфраструктуре параллельных суперкомпьютеров:

1. системе управления очередями;
2. алгоритмами управления заданиями;
3. параллельной файловой системе;
4. библиотеки распределённых вычислений MPI;
5. подсистеме мониторинга и учета потребления ресурсов;

- изучение подходов к управлению большими данными: парадигма Map/Reduce, NOSQL решения для хранения данных: Hadoop, Apache Spark, MondoDB, Cassandra.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные архитектуры, применяемые при построении высокопроизводительных вычислительных систем;

- основные технологии, применяемые для организации аппаратной части высокопроизводительных систем в частности для вычислительных узлов, сетевой инфраструктуры и системы хранения;
- основные программные решения, необходимые для создания параллельного суперкомпьютера;
- подходы для организации управления большими массивами данных.

**уметь:**

- проводить поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике в частности в области программных и аппаратных компонентов суперкомпьютерных комплексов;
- пользоваться своими знаниями для решения прикладных вычислительных задач с использованием суперкомпьютеров;
- применять знания для эффективной работы с большими массивами данных.

**владеть:**

- специальной терминологией в области высокопроизводительных вычислительных систем;
- навыками применения высокопроизводительных систем для решения прикладных задач;
- первоначальными навыками администрирования суперкомпьютерных комплексов.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в высокопроизводительные системы.

Исторический обзор развития вычислительных систем, параллельных систем и суперкомпьютеров. Архитектуры суперкомпьютеров, примеры существующих высокопроизводительных систем и их приложения.

2. Аппаратные компоненты высокопроизводительных систем.

Аппаратные компоненты вычислительных узлов, технологии плотной упаковки вычислительных узлов, системы хранения данных, протоколы и стандарты высокоскоростной сетевой инфраструктуры, технологии Infiniband, FibreChannel.

3. Программные компоненты высокопроизводительных систем.

Системы управления заданиями PBS Torque, Slurm. Технологии и алгоритмы управления очередями, подходы к приоритизации задач. Введение в теорию массового обслуживания. Обзор интерфейса MPI: основные версии, программные реализации. Особенности применения компиляторов в параллельных вычислительных системах. Средства управления и мониторинга параллельных суперкомпьютеров.

4. Технологии управления большими данными.

Исторический экскурс в развитие систем управления базами данных. Особенности NOSQL решений. Базы данных ключ-значение. Bigtable-подобные хранилища. Парадигма Map/Reduce. Документо-ориентированные БД. Обзор NOSQL СУБД решений: MemcacheDB, Redis, Cassandra, Hadoop, Apache Spark, MongoDB.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **История, философия и методология естествознания**

#### **Цель дисциплины:**

- овладение базовыми принципами и приемами философского познания;
- введение в круг философских проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности, выработка навыков работы с оригинальными и адаптированными философскими текстами;
- овладение приемами ведения дискуссии, полемики, диалога.

#### **Задачи дисциплины:**

- раскрыть возможности использования философских понятий и концепций в становлении и современном развитии научной мысли, в том числе показать роль и значение философской методологии науки для специалиста в области физико-математического естествознания;
- выявить мировоззренческое и методологическое содержание основных философских категорий и принципов для современного естествознания, их применение в теоретической, экспериментальной и технической физике, а также других разделах естественнонаучного цикла;
- способствовать в выработке потребности в осознании философско-методологических исследований на современном этапе развития науки;
- ознакомить с содержанием основных методологических и теоретико-познавательных концепций в истории философской мысли;
- научить ориентироваться в многообразии методологических концепций на современном этапе развития цивилизации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные тенденции развития науки;
- философские концепции естествознания;
- место естественных наук в выработке научного мировоззрения;

- историю и методологию физических наук и математики, расширяющих общепрофессиональную, фундаментальную подготовку.

**уметь:**

- самостоятельно определять задачи связанные с личностным развитием, повышением собственной образованности;
- осуществлять концептуальный анализ современных проблем методологии физики и математики;
- формировать онтологический базис при решении научных и прикладных задач в области информационных технологий;
- принимать собственные решения в рамках своей профессиональной компетенции в стандартных и нестандартных ситуациях, основанных на осознанном личном выборе;
- понимать место своей деятельности и анализировать возможные последствия тех или иных принятых решений на основе сформированных дисциплиной ценностных ориентаций;
- классифицировать конвергентные технологии по морфологическим основаниям и материалам.

**владеть:**

- основами методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени;
- различными вариантами подходов к решению конкретных профессиональных задач на основе знаний, полученных в ходе изучения истории, философии и методологии естествознания.

**Темы и разделы курса:**

1. Динамика естествознания в западноевропейской культуре. Революционные процессы Нового времени и наука. Проблемы теории познания и научной методологии. Принцип сенсуализма в теории познания.

Формирование современного образа науки (Н. Коперник, Дж. Бруно, И. Кеплер, Г. Галилей). Коперниканская революция и ее значение в развитии естествознания. Философское осмысление научной революции XVII в. Проблема научного метода. Критика схоластической методологии Ф. Бэконом и Р. Декартом. Эмпиризм и рационализм – гносеологические проблемы философии Нового времени. Дедуктивная и индуктивная методология. Индуктивный метод Ф. Бэкона. “Правила для руководства ума” Р. Декарта. Рационализм Г. Лейбница (“истины факта” и “истины разума”). Принцип сенсуализма в теории познания. Проблема первоисточника человеческого знания: обоснование принципов сенсуализма Дж. Локком. Критика Г. Лейбницем односторонности сенсуализма Локка. Г. Лейбниц о наиболее общих законах мира (детерминизм, постепенность изменений, проблема тождественности предметов, совершенство

Вселенной). Парадоксы и противоречия одностороннего сенсуализма: субъективный идеализм Дж. Беркли, агностицизм Д. Юма.

2. Классический этап философии рационализма. Развитие идей рационализма в классической немецкой философии.

Ранние работы И. Канта: принцип развития и естествознание XVIII века. И. Кант и “коперниканский” переворот в философии. Творчество субъекта – исходная основа процесса познания по Канту. И. Кант о творческом характере научного мышления и методологической роли категорий. Категории как универсальные логические формы. Границы рационального конструирования. Антиномии разума. Диалектическая философия Гегеля: принцип развития и системная методология. Гегелевская концепция рационализма: всеобщие законы мира и законы диалектической логики. Тожество бытия и мышления. Основные законы диалектики. Принцип развития и системная методология в современной науке.

3. Концептуальная история науки. Возникновение науки и основные этапы ее развития. Идеи рационализма в античной культуре. Становление научной картины мира. Соотношение знания и веры в духовной культуре европейского средневековья.

Становление принципов рациональности в греческой философии (понятия “доказательство” и “истина”). Философия и математика (Фалес, Пифагор). Логический метод в философии Парменида. Сократ и Платон о необходимости определения общих понятий. Обоснование принципов рациональности: как человеческое мышление может выразить сущность мира? Гераклит и Зенон (мир и законы логики). Гераклит и софисты (реальность и язык). Гераклит, Парменид, Платон (сущность и явление). Два уровня знания (Демокрит, Платон). Диалектика как метод поиска истины в научных дискуссиях (Сократ, Платон). Развитие теории доказательства (Зенон, Аристотель). Зарождение логики как науки. Первые парадоксы в развитии теоретического мышления. Проблема познаваемости мира. Философский скептицизм (софисты, Пиррон). Рационализм Сократа: диалектика как искусство исследования понятий и поиска истины. Проблема самопознания. Ироническая майевтика. Становление научной картины мира. Поиски первоосновы мира (Фалес, Парменид, Демокрит, Платон, Аристотель). Становление принципа детерминизма (Гераклит, пифагорейская школа, Демокрит, Аристотель). Проблема движения. Мир как процесс в философии Гераклита. Проблема источников движения и формирования вещей у Аристотеля. Материя и форма. Монастыри и университеты как очаги духовной культуры, образования, научной деятельности в позднем Средневековье. Схоластика как специфический вид интеллектуальной деятельности. Сущность и существование. Ансельм Кентерберийский, Фома Аквинский. Варианты логического обоснования существования Бога. Проблема противоречия знания и веры. Диалектика общего и отдельного: номинализм, реализм, концептуализм.

4. Методологический инструментарий современной науки. Структура научного знания.

Понятие методологии и ее уровней. Специфика научной деятельности и научного знания. Научное и вненаучное знание. Специализированный язык как средство построения и развития науки. Эмпирический и теоретический уровни познания. Методы и формы познания эмпирического уровня: вычленение и исследование объекта, обработка и систематизация знаний. Методы построения идеализированного объекта и оправдания теоретического знания. Предпосылочные методологические структуры в системе теоретического знания. Научная картина мира и стиль мышления, их методологические

функции в теоретическом познании. Методологическая роль парадигмы и исследовательской программы в теоретическом познании.

#### 5. Методология и философия науки XX века. Постпозитивизм.

Закономерности эволюции научного знания в философии постпозитивизма. Модели эволюции науки К. Поппера, И. Лакатоса, Т. Куна. Мировоззренческие и методологические итоги развития науки в XX веке. Исследования философов и естествоиспытателей по философским проблемам познания и по методологии науки.

#### 6. Наука XIX- XX вв. и постклассическая философия науки. Философия науки в традиции марксизма. Позитивизм и проблемы методологии научного познания.

Критический анализ К. Марксом и Ф. Энгельсом философских взглядов Г.Гегеля и Л.Фейербаха. Значение естественнонаучных открытий XIX века и последующих достижений науки XX века для обоснования материалистической диалектики. Применение К. Марксом и Ф. Энгельсом принципа развития и системного метода к анализу общества, движущих сил и закономерностей его развития. Понятие общественно-экономической формации, структура формации. Диалектико-материалистический подход к фундаментальной проблеме всей истории философии – происхождению человека и человеческого сознания. Общая теория диалектики. Практическая деятельность человека и критерии истинности знания. Диалектико-материалистическая теория познания.

Огюст Конт: этапы развития человеческого знания и сущность позитивной философии. Принцип наблюдаемости в научном познании. Классификация наук по О. Конту. Революция в физике и второй позитивизм (Э. Мах). Наука как описание наших ощущений. Исследование языка науки и логики научного познания в философии логического позитивизма. Проблема соотношения теоретического и эмпирического уровней знания. Критерий верифицируемости. Кризис логического позитивизма.

#### 7. Наука в системе социальных ценностей. Наука, техника, человек.

Наука как социальный институт: становление науки как социального института и профессиональной деятельности; наука, техника, производство, превращение науки в непосредственную производительную силу; социальный заказ, наука и ее роль в жизни общества. Нормы и ценности науки: нормативно-ценностная система научного сообщества, этос науки; наука и ценности общества. Нравственная и социальная ответственность ученых: объективность дальнейшего развития науки и ответственность ученых за исследования и поиск открытий; социальные силы и ответственность ученого за применение научных знаний. Проблема предела развития науки. Сциентизм и антисциентизм как философские позиции в осмыслении появления глобальных проблем и дегуманизации современного общества и перспектив будущего.

#### 8. Научное знание и познавательная деятельность как социально-историческое явление и элемент культуры.

Проблема социокультурной обусловленности познания в философии науки. Социальность и предпосылочное знание.. Категория ценности в философии науки. Познавательные ценности и «феномен Ньютона» Ценностные ориентации в научном познании и проблема выбора. Интернализм и экстернализм в понимании развития науки. Сущность интерналистской программы: акцентирование внутренних закономерностей и механизмов

функционирования научного знания как основной движущей силы развития науки. Гипотеза ценностной и социальной нейтральности научного знания. Концепция «третьего мира» К. Поппера как теоретическое обоснование интернализма. Сущность экстернализма: утверждение существенной роли социо-культурной детерминации в развитии науки и научного знания. Макро и микро – социокультурная детерминация науки. Понятие «социокультурного фона» как посредствующего звена между наукой и социальной структурой. Критика вульгарного экстернализма. Наука как относительно самостоятельная подсистема общества, органически связанная с другими его подсистемами и культурой как определенной целостностью. Уровни и способы влияния социокультуры на развитие науки и научного знания. Кооперативный («резонансный») характер взаимосвязи науки и культуры в процессе их развития. Философия как важнейшая когнитивная детерминанта динамики научного знания.

9. Онтология науки. Философские аспекты конвергенции технологий: настоящее и будущее. Междисциплинарные основания и парадигмальная интеграция НБИК-комплекса.

«НБИК-конвергенция: стратегемы дифференцированного и синтетического развития нано-био-инфо- и когнитивных технологий». Введение в методологию нбик-исследований: реальность, эксперимент, измерение.

10. Проблема надежности знания. Современное понимание познаваемости мира.

Скептицизм и познаваемость мира. Эпистемологический релятивизм – неотъемлемое свойство научного знания и познавательной деятельности. Проблема релятивизма в современной эпистемологии. Проблема истины в эпистемологии и философии науки.

11. Реальность и ее восприятие. Отношения «человек-природа» от античности до современности.

Реальность и ее восприятие. Отношения «человек-природа» от античности до современности.

12. Революционные изменения в научном знании и познавательной деятельности. Особенности научных революций в естественных науках. Как сочетаются эволюция и революции в истории науки.

Движущие факторы и модели развития науки. Модели развития науки К.Поппера и Т.Куна. Взаимодействие традиций и возникновение нового знания. Научные революции и перестройка оснований науки. Проблема типологии научных революций. Междисциплинарные взаимодействия и «парадигмальные прививки» как фактор революционных преобразований в науке. Социокультурные предпосылки глобальных научных революций. Перестройка оснований науки и изменение смыслов мировоззренческих универсалий культуры. Диалектика преемственности и отрицания в развитии научного знания. Научные революции как точки бифуркации в развитии знания. Нелинейность роста знаний. Селективная роль культурных традиций в выборе стратегий научного развития. Научные революции и типы научной рациональности. Историческая смена типов научной рациональности: классическая, неклассическая, постнеклассическая наука. Проблема объективных критериев прогресса в науке

13. Современная философия познания: основные категории и принципы Структура познавательной деятельности, ее особенности в научном познании.

Значение эпистемологии для научного познания. Идеи герменевтики в современной эпистемологии. Понятие субъекта и объекта научно- познавательной деятельности. Чувственное и логическое познание. Знание, его природа и типология. Знание в его соотношении реальностью, сознанием и типами деятельности. Знание и вера. Новые представления о научной рациональности. Рациональное и иррациональное в научном познании. Интерпретация как научный метод и базовая процедура познания. Конвенция – универсальная процедура познания и коммуникации, ее роль в научном познании.

14. Современные методологии: компьютеризация, системный подход, синергетика, междисциплинарность, конвергенция.

Компьютеризация науки: ее проблемы и следствия. Эпистемология и когнитивная наука. Компьютеризация и формирование нового типа мышления и познавательной деятельности. Системность, синергетика, междисциплинарность и конвергентность – новые парадигмы методологии науки. Синергетика как новая парадигма: самоорганизация, открытые системы, нелинейность. Синергетика – парадигма нелинейности в современной науке. Самоорганизующиеся системы, их основные свойства. Детерминированный хаос. Условия возникновения порядка из хаоса. Бифуркация как необходимый элемент эволюции открытых, неравновесных систем. Методологические возможности синергетики в изучении природных и социальных систем.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Маршрутизация**

#### **Цель дисциплины:**

- получение студентами фундаментальных знаний и формирование базовых навыков в области технологий и методов сетевого взаимодействия компьютерных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с базовыми принципами построения и функционирования открытых вычислительных систем и глобальных компьютерных сетей;

- ознакомление с принципами работы сетевых протоколов, реализующих внутрисетевое и межсетевое взаимодействие;

- ознакомление методами и технологиями повышения производительности сетевого оборудования;

- ознакомление с принципами и технологиями координации работы глобальных компьютерных сетей;

- приобретение практических навыков при решении практических задач планирования, проектирования и реализации компьютерных сетей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные тренды в области развития современных сетевых технологий;

- основы и методы планирования современных компьютерных сетей;

- методы и технологии, лежащие в основе внутрисетевого и межсетевого обмена данными;

- методы и технологии, лежащие в основе повышения производительности работы сетевого оборудования;

- принципы и методы, лежащие в основе процесса координации современных глобальных компьютерных сетей.

##### **уметь:**

- проектировать компьютерные сети начального уровня сложности масштаба предприятия;

- планировать и проектировать взаимодействие создаваемой сети с сетями-партнерами;
- формализовать поставленные задачи в терминах предметной области;
- находить наиболее подходящее решение для реализации поставленной задачи.

**владеть:**

- навыками моделирования сетевых решений, а также поиска оптимальных конфигураций;
- навыками аргументированного научного диалога, повышающего шансы успешного прохождения зачетов, экзаменов и выпускных квалификационных работ.

**Темы и разделы курса:**

1. Внешняя маршрутизация.

Принципы внешнего межсетевого маршрута.

2. Внутренняя маршрутизация.

Внутренняя организация маршрутных таблиц в протоколе BGP.

3. Групповая маршрутизация.

Алгоритмы групповой маршрутизации. Протоколы групповой маршрутизации.

4. Скоростная коммутация пакетов.

Маршрутный реестр. Язык RPSL.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Математическое моделирование и компьютерный анализ**

#### **Цель дисциплины:**

- подготовка высококвалифицированных специалистов в области современного математического моделирования и разработки промышленного программного обеспечения для информационно-вычислительных систем различного назначения с использованием современных компьютерных технологий, математических методов обработки и анализа данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области теории и практики математического моделирования и разработки программного обеспечения современных компьютерных и суперкомпьютерных систем при решении прикладных задач;
- обучение студентов принципам создания программных комплексов на базе современной компьютерной и суперкомпьютерной техники, ориентированных на научно-технические, промышленные или гуманитарные приложения;
- практическое применение студентами полученных знаний при выполнении курсовых и выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия теории алгоритмов, принципы разработки отдельных программ и больших программных комплексов;
- общую постановку и методы решения задач математического моделирования и компьютерного анализа данных в различных предметных областях науки, техники и технологий;
- архитектуру и принципы функционирования современных компьютерных и суперкомпьютерных систем, тенденции их развития;
- основы управления компьютерными системами на уровне операционной системы, на уровне программных систем и отдельных приложений;
- основы теории программирования и компьютерных вычислений;
- принципы разработки отдельных программ и больших программных комплексов;

основы проектирования и поддержания жизненного цикла промышленного программного обеспечения.

**уметь:**

эффективно использовать на практике теоретические компоненты курса: понятия, суждения, умозаключения, законы, тенденции;

представлять панораму универсальных методов и алгоритмов в области математического моделирования и компьютерного анализа данных;

работать на современном компьютерном оборудовании, управляемом различными операционными системами;

абстрагироваться от несущественных влияний программной среды и создавать переносимые приложения и программные комплексы;

разрабатывать последовательные и параллельные программы для персональных компьютеров, кластеров и суперкомпьютеров на языках высокого уровня;

разрабатывать архитектуру и реализовывать большие программные системы и комплексы;

использовать сторонние программные средства в собственных разработках и интегрировать последние в сторонние программные системы;

решать конкретные прикладные задачи на основе разработанных программных средств с помощью современной компьютерной и суперкомпьютерной техники;

оценивать эффективность разработанных программных средств.

**владеть:**

методами математического моделирования и компьютерного анализа данных в целях решения конкретных научно-технических задач;

навыками самостоятельного проведения полного цикла математического моделирования на персональном компьютере и высокопроизводительном кластере;

навыками разработки программного обеспечения научного и промышленного уровня.

**Темы и разделы курса:**

1. Классификация и особенности математических моделей

Математическая модель. Что называют математической моделью. Определения. Универсальность моделей. Классификация моделей.

2. Методы анализа математических моделей

Типы данных. Структурированная и не структурированная информация. Передача данных. Сжатие данных и форматирование. Отбор полезных событий. Выделение полезной информации из потока данных.

### 3. Разработка больших программных систем

Триггеры первого уровня. ON-LINE отбор событий. Триггеры второго уровня. (На примере сепарации частиц по заряду в ядерно-физическом эксперименте).

### 4. Компьютерный анализ данных

Основные принципы работы PAnda. Panda – server, Panda – pilot. Понятие баз данных. Типы Баз данных.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Методы машинного обучения**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство студентов с основополагающими подходами, которые применяются для поиска функциональных закономерностей из эмпирических данных;
- знакомство студентов с широким спектром инструментов для решения задач поиска закономерностей в данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с основными понятиями, применяемыми в машинном обучении. Постановка задач машинного обучения;
- обзор методов, применяемых в задачах кластеризации, классификации и регрессии;
- получение навыков применения методов машинного обучения для решения задач.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные методы и алгоритмы, применяемые при поиске закономерностей в эмпирических данных;
- подходы для организации управления большими массивами данных.

##### **уметь:**

- применять методы и алгоритмы для решения прикладных задач анализа данных;
- реализовывать алгоритмы в виде компьютерных программ.

##### **владеть:**

- специальной терминологией в области машинного обучения;
- методологией и навыками решения научных и практических задач с использованием методов машинного обучения.

## Темы и разделы курса:

### 1. Основные понятия.

Основные понятия: примеры постановки задач машинного обучения, виды признаков, типы задач, метрики.

### 2. Основные методы.

Метод максимального правдоподобия. Понятие функционала правдоподобия в случае зависимых и независимых наблюдений. Примеры построения оценок максимального правдоподобия для параметров ряда различных распределений.

Байесовский подход. Понятие условных вероятностей, апостериорного распределения. Формула Байеса. Принцип максимума апостериорной вероятности.

Метод стохастического градиента.

Метод опорных векторов. Понятие зазора между классами, оптимальной разделяющей гиперплоскости, опорных векторов. VC-размерность. Функции ядра, спрямляющее пространство.

### 3. Регрессии.

Многомерная линейная регрессия. Задача регрессии. Построение оценок максимального правдоподобия для параметров многомерной линейной регрессии.

Логистическая регрессия. Сигмовидная функция, принцип максимума правдоподобия, логарифмическая функция потерь.

### 4. Методы кластеризации.

Методы кластеризации. Задачи кластеризации, основные типы алгоритмов кластеризации. Иерархическая кластеризация, EM-алгоритм, метод k-средних, карты Кохонена.

### 5. Решающие деревья и композиции алгоритмов.

Решающие деревья и композиции алгоритмов. Решающий список, решающее дерево, Алгоритмы ID3, CART. Варианты линейных и стохастических композиций алгоритмов.

### 6. Нейронные сети.

Нейронные сети. Модель перцептрона, функции активации, вопросы полноты, теорема Колмогорова. Алгоритм обратного распространения ошибок.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Моделирование физических систем алгебро-геометрическими методами**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить студентов с современными алгебро-геометрическими методами решения задач теории возмущений, возникающих в базовых моделях математической физики.

#### **Задачи дисциплины:**

- бучить студентов алгебраическому (операторному) методу решения задач математической физики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современную алгебраическую (операторную) технику теории возмущений и теории адиабатического приближения.

##### **уметь:**

- эффективно решать возмущенные динамические системы (линейные и нелинейные) на больших временах, а также системы адиабатического типа.

##### **владеть:**

- базовыми понятиями современной математической физики.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Алгебраическое усреднение в линейных системах.

Асимптотика решения линейных возмущенных систем на конечных временах и проблема, возникающая на больших временах. Коммутирующие и некоммутирующие матрицы.

Преобразование суммы двух матриц к сумме двух коммутирующих матриц: как это сделать точно и асимптотически по малому возмущающему параметру. Приведение общих семейств матриц к коммутативному виду. Система гомологических уравнений.

Решение гомологических уравнений в терминах спектральных данных. Решение гомологических уравнений в периодическом случае в терминах однопараметрической группы (экспоненты от матрицы).

Решение гомологических уравнений в случае несоизмеримых собственных значений в терминах многопараметрической группы. Условие диофантовости.

Асимптотика решения возмущенной линейной системы на больших временах в первом приближении по малому параметру.

## 2. Алгебраическое усреднение в нелинейных системах.

Сведение нелинейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений к линейной задаче. Алгебраическая схема построения асимптотики решения на больших временах.

Гомологические уравнения в классе дифференциальных операторов первого порядка. Решение гомологических уравнений в периодическом случае.

Возмущенные гамильтоновы системы. Переход от коммутаторов к скобкам Пуассона. Гомологические уравнения к пространству функций на фазовом пространстве. Решение гомологических уравнений в периодическом случае.

Переменные действие-угол и решение гомологических уравнений в почти-периодическом случае. Пример: возмущенный многомерный осциллятор с несоизмеримыми частотами.

Двумерный изотропный осциллятор с ангармоническим возмущением четвертой степени. Усредненная система с кубической правой частью. Алгебра Ли симметрий изотропного осциллятора (симметрии Швингера). Редукция усредненной системы к волчку Эйлера. Полное решение усредненной системы с помощью матриц типа «рождение-уничтожение» и формул квазикоммутации.

## 3. Операторная схема адиабатического приближения.

Волновые и квантовые системы с разномасштабными степенями свободы. Асимптотическое разделение быстрых и медленных переменных методом Борна-Оппенгеймера. Фаза Берри.

Оператор «действие». Изоспектральная деформация. Операторная версия связности Берри. Уравнение нулевой кривизны. Фазовые пространства с нетривиальной топологией и адиабатический класс когомологий.

Некоммутативное произведение функций на фазовом пространстве, отвечающее произведению операторов. Вывод и решение гомологического уравнения. Универсальная динамическая система с малым параметром в качестве «времени» для вычисления эффективного гамильтониана, интегралов движения и адиабатической связности.

Пример: адиабатическое преобразование трехмерного уравнения Гельмгольца в узком волноводе к одномерному уравнению Шредингера на оси волновода. Пример: эффективный гамильтониан с одной степенью свободы для описания дрейфа заряда по поверхности в слабо-неоднородном магнитном поле.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Сетевое программирование**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование базовых знаний и умений в области математического, информационного и программного обеспечения компьютерных сетей, сервисов, операционных систем (ОС), системного и прикладного программирования, прикладных интернет технологий, алгоритмов, библиотек и пакетов программ как необходимых компонентов для разработки, отладки, настройки и использования сетевых компьютерных и информационных систем обеспечивающих технологические основы современных инновационных сфер деятельности.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение студентами базовых знаний в области устройства и функционирования современных сетевых протоколов Интернет на основе наиболее распространенных протоколов канального, сетевого и транспортного уровня;
- изучение студентами программных интерфейсов для обращения к сетевым и смежным с ними вызовам ОС, библиотечным функциям и доступа к параметрам и структурам сетевых протоколов;
- освоение студентами базовых умений необходимых для написания компьютерных программ работающих в сетевой среде;
- знакомство студентов с примерами сетевых программ и протоколов прикладного уровня и связанными с ними программными надстройками над стеком протоколов ТСР/ІР;
- формирование подходов к выполнению студентами работ в области разработки, оптимизации и настройки информационных и компьютерных сетевых систем в рамках выпускных работ на степень магистра.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные исторические этапы развития информационных и сетевых технологий;
- место и роль общих вопросов информатики и сетевых технологий в практической деятельности;
- современные проблемы информатики и сетевых технологий;

- основные принципы построения компьютерных и информационных сетевых структур;
- структуру и принципы функционирования базовых сетевых протоколов;
- основные принципы функционирования современных глобальных сетей;
- базовые принципы устройства программных интерфейсов для управления сетевыми протоколами и структурами;
- примеры реализации сетевых систем прикладного уровня и особенности их программных интерфейсов.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические знания современного программного и аппаратного обеспечения;
- представить панораму общих подходов, методов и приемов современных компьютерных средств;
- работать с использованием современного сетевого оборудования и программного обеспечения;
- отстраиваться от влияния побочных факторов и сосредотачиваться на определяющих, при работе в реальном сетевом окружении;
- планировать оптимальное использование возможностей имеющегося оборудования и программного обеспечения.

**владеть:**

- планированием, постановкой задачи и ее выполнением;
- теоретическими знаниями в области сетевых и информационных технологий;
- навыками самостоятельной работы в сетевом окружении с использованием современного оборудования и программного обеспечения;
- практическими приемами работы с современными сетевыми программными и аппаратными средствами.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в компьютерные сети.

История развития компьютерных сетей, способы классификации компьютерных сетей, виды сетей, сетевые модели (7-ми уровневая модель ISO/OSI, 4-х уровневая модель Internet).

2. Дополнительные возможности протокола PPP.

Сжатие данных в протоколе ССР PPP. Криптование данных в протоколе ЕСР PPP. Расширение ML PPP, MCML PPP, RTF PPP. Общие принципы построения сетевых контрольных протоколов PPP. Инкапсуляция PPP в других протоколах.

### 3. Дополнительные возможности протоколов IPv4 и IPv6.

Инкапсуляция IP over IP. Инкапсуляция с помощью протокола GRE. Протокол IPComp. Понятие об IPSec. Тунелирование и совместное использование IPv4 и IPv6.

### 4. Дополнительные возможности работы с программным интерфейсом для доступа к стеку протоколов.

Опции сокетов, управление сокетами на различных протокольных уровнях, TCP, T/TCP, IP, ICMP, RAW, multicast (ip.h, tcp.h, getsockopt(), setsockopt()); Мультиплексирование, сокет как файловый дескриптор (FD\_SET, select(), gettablesize(), close(), dup(), dup2(), fcntl(), ioctl(), read(), readv(), write(), writev()). Устройство пространства портов, варианты серверных программ, использование групп процессов, сигналы (inetd, fork(), exec\*()).

### 5. Обзор протоколов канального уровня.

Виды протоколов канального уровня. Протоколы использующие принцип CSMA/CD (Ethernet II, IEEE 802.3\*). Протоколы точка-точка, SLIP/CSLIP его недостатки и достоинства. Базовые возможности протокола PPP сравнение с протоколом SLIP/CSLIP.

### 6. Основные функции программного интерфейса для доступа к стеку протоколов.

Понятие о сокете, типы сокетов, адресное и протокольное семейства, основные заголовочные файлы и типы данных (socket.h, un.h, in.h, sockaddr, sockaddr\_un, sockaddr\_in, in\_addr). Создание сокета, вспомогательные конфигурационные файлы и функции (socket(), socketpair(), protoent, servent, netent, hostent, gethostname()). Именованное сокета, байтовый порядок, преобразование данных (bind(), getsockname(), getpeername(), htonl(), htons(), ntohl(), ntohs(), inet\_aton(), inet\_addr(), inet\_ntoa()). Активный и пассивный сокет, установление соединения, передача/прием данных, закрытие сокета (connect(), listen(), accept(), send(), sendto(), sendmsg(), recv(), recvfrom(), recvmsg(), shutdown()).

### 7. Основные функции протокола IPv6.

Адресация в IPv6. Базовые возможности IPv6. Базовые функции ICMPv6. Функции MLD в ICMPv6. Функции ND в ICMPv6. Инкапсуляция IPv6 в других протоколах.

### 8. Основные функции протокола PPP.

Базовый формат кадра PPP. Расширения PPP LCP. Протокол PPP с гарантированной доставкой. Контроль качества линии - PPP LQM. Авторизация в протоколе PPP, протоколы PAP, CHAP, EAP. Особенности инкапсуляции IP в PPP, протокол IPCP и IPv6CP.

### 9. Особенности протоколов сетевого уровня, Основные функции протокола IP (IPv4).

Базовые возможности IP. Функции IP DS. Функции ICMP. IP unicast, anycast, broadcast, multicast, функции IGMP. Мобильное IP. Инкапсуляция IP в других протоколах, использование ARP, UNARP, InARP.

### 10. Примеры приложений использующих программный сетевой интерфейс прикладного уровня.

Базовые функции и особенности протокола NFSv2. Базовые функции и особенности протокола NFSv3. Базовые функции протокола mount v3, сравнение с v1. Базовые функции протокола NLM v4, сравнение с v3. Обеспечение безопасности протоколов NFSv2 и NFSv3 расширение WebNFS, развитие протокола NFS.

11. Примеры протоколов прикладного уровня и связанных с ними программных сетевых интерфейсов.

Возможности протокола RTP и RTCP. Представление данных XDR и языки описания XDR и RPC. Принципы построения RPC, его структура и транспорт. Базовые функции RPC bind протокола. Способы аутентификации, контроля целостности и защиты данных в RPC.

12. Протоколы транспортного уровня.

Возможности протокола UDP. Базовые возможности протокола TCP. Стандартные расширения TCP. Особенности реализации TCP. Развитие протокола TCP.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Синхротронные методы исследования структуры и свойств вещества**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами принципов генерации и свойств синхротронного излучения, конструктивных особенностей экспериментальных станций и основ синхротронных методов структурной диагностики, ознакомление с примерами применения СИ для решения фундаментальных и прикладных задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний о свойствах синхротронного излучения, методах его получения, типах источников СИ;
- формирование базовых знаний о методах применения синхротронного излучения в современной науке, аппаратных способах их реализации, получаемых с помощью них результаты в интересах фундаментальной и прикладной науки, перспективах развития синхротронных исследований и исследовательской инфраструктуры в России и в мире.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории и формулы, описывающие генерацию синхротронного излучения;
- свойства синхротронного излучения;
- порядки численных величин, характерные для параметров синхротронного излучения;
- принципы работы современных источников синхротронного излучения;
- основные методы применения синхротронного излучения для изучения свойств вещества и структурные характеристики, которые могут быть определены с помощью этих методов.

##### **уметь:**

- рассчитывать параметры синхротронного излучения, применять физические теории к описанию характеристик синхротронного излучения;

- применять синхротронные методики для извлечения необходимой информации о структуре исследуемого объекта;
- эффективно использовать современные информационные технологии и ресурсы для получения необходимых знаний по интересующей научной проблеме в рамках синхротронных исследований.

**владеть:**

- специальной терминологией в области синхротронного излучения;
- методиками построения моделей к описанию свойств синхротронного излучения;
- основными методами применения синхротронного излучения и обработки данных, полученных в результате синхротронного эксперимента.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Природа синхротронного излучения. Виды источников СИ. Основные направления применения СИ

Источники рентгеновского излучения. Излучение движущегося заряда. Ускорители частиц. Понятие эмиттанса электронного пучка. Синхротронное излучение. Поколения источников СИ. Мировые источники СИ. Лазеры на свободных электронах. Основные направления применения СИ.

2. Взаимодействие синхротронного излучения с веществом.

Спектр СИ. Теоретические основы взаимодействия СИ с веществом. Виды взаимодействия СИ с веществом. Группы методов, основанных на применении СИ. Исследуемые объекты. Структурные параметры, извлекаемые с использованием СИ.

3. Конструкция и основные элементы синхротронных экспериментальных станций.

Конструкция экспериментальной станции. Стандартные оптические элементы синхротронных станций. Распространённые оптические схемы. Системы позиционирования и управления движением. Детектирующие системы.

4. Синхротронная дифрактометрия для исследования особенностей структуры монокристаллов.

Задачи высокоразрешающей синхротронной дифрактометрии. Выбор оптической схемы. Дисперсия оптической схемы. Структурный фактор. Влияние различных структурных искажений на форму кривой дифракционного отражения - деформация, несоответствие решеток, один и два эпитаксиальных слоя на кристаллической подложке, периодическая сверхрешетка. Определение структурных параметров.

5. Рентгеновская спектроскопия поглощения и эмиссионная спектроскопия.

Энергетические уровни электронов и переходы между ними. Процессы поглощения фотонов и их излучения атомными системами. Механизм формирования формы спектра поглощения. Экспериментальные методики. Практическое применение методов спектроскопии поглощения.

## 6. Фотоэлектронная спектроскопия.

Электронная структура материалов: от модели Бора к зонной структуре. Физические основы фотоэлектронной спектроскопии. Электронная спектроскопия для химического анализа и фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением. Приборно-экспериментальная база. Области применения и примеры результатов.

## 7. Синхротронная визуализация.

Поглощение рентгеновского излучения. Энергетическая зависимость коэффициента поглощения. Показатель преломления. Экспериментальные схемы визуализации с абсорбционным и фазовым контрастом. Томография, способы томографического восстановления. Программы для работы с изображениями. Области применения. Примеры исследований.

## 8. Рентгеновская топография и визуализация дефектов.

Дефекты кристаллической структуры. Кинематическая и динамическая дифракция.

Эффект аномального пропускания. Виды контраста в топографии. Схемы топографической съемки. Преимущества синхротронного излучения в топографии. Топография с угловой разверткой.

## 9. Рентгеноструктурный анализ и белковая кристаллография.

Основы метода рентгеноструктурного анализа кристаллов. Структура белковой молекулы. Получение кристалла белка, от гена до выращивания кристалла. Экспериментальное оборудование. Радиационное повреждение. Фазовая проблема и методы ее решения. Уточнение модели структуры. Яркие результаты, повлиявшие на весь мир.

## 10. Порошковая рентгеновская дифрактометрия.

Теоретические основы метода. Различия методов порошка и монокристалла.

Условия Лауэ, закон Брэгга-Вульфа, сфера Эвальда. Основные задачи порошковой дифракции. Структурный и фазовый анализ. Принципиальная схема синхротронной станции для порошковой дифракции (на примере станции РСА). Порошковый эксперимент на синхротроне – особенности, отличия от лабораторных источников. Анализ дифракционных картин, получаемая информация. Определение параметров микроструктуры. Аппаратное и физическое уширение. Формулы Кальотти, Шеррера и Стокса-Уилсона. Метод Уильямсона-Холла. Индицирование и решение структуры по порошку. Метод симулированного отжига. Полнопрофильный анализ дифрактограмм. Методы Ле Бея и Ритфельда. Анализ полнопрофильной функции. Структурный фактор, фактора Дебая-Валлера. Порошковая дифракция с помощью рентгеновского излучения и нейтронов, сходства и различия. Исследуемые материалы, решаемы задачи, яркие результаты.

## 11. Малоугловое рассеяние.

Теория малоуглового рассеяния – Борновское приближение, вектор рассеяния, прямое и обратное пространство, радиус инерции и его физический смысл, функция распределения по расстояниям, моделирование структуры монодисперсных систем и интерпретация результатов. Схема малоуглового эксперимента - основные элементы и особенности установки, монохроматизация и фокусировка излучения, коллимация пучка, возможности модернизации экспериментальной базы. Объекты исследования и их особенности, влияние

радиационных повреждений на биологические объекты. Некоторые примеры работ на источниках СИ.

## 12. Методы исследования поверхностей и интерфейсов.

Основные теоретические подходы к характеристике поверхностей и интерфейсов. Метод рефлектометрии. Метод дифракции в скользящей геометрии. Метод стоячих рентгеновских волн. Исследования на поверхности жидкости. Параметры, извлекаемые с помощью синхротронного излучения. Исследовательская инфраструктура для исследований поверхностей и интерфейсов. Примеры исследований.

## 13. Рентгенофлуоресцентный анализ и фазочувствительные методы.

Рентгенофлуоресцентный анализ. Исследуемые образцы и область применения. Основы теории: фотоэффект, характеристический рентгеновский спектр атома, качественный и количественный элементный анализ. Экспериментальная схема. Примеры ярких результатов. Фазочувствительные методы. Фазовая проблема рентгеновских исследований. Метод стоячих рентгеновских волн в области полного внешнего отражения и в условиях брэгговской дифракции. Исследуемые образцы и область применения. Основы теории и экспериментальная схема. Примеры ярких результатов. Метод многоволновой дифракции. Исследуемые образцы и область применения. Основы теории и экспериментальная схема. Примеры ярких результатов.

## 14. Современные подходы к времяразрешающим исследованиям.

Актуальность рентгеновских исследований с временным разрешением. Разные временные масштабы – различные применимые методы. Особенности времяразрешающих дифракционных, спектроскопических и флуоресцентных измерений. Подходы к исследованию медленных процессов. Подходы к исследованию быстрых процессов. Подходы к исследованию сверхбыстрых процессов (Pump-probe, ЛСЭ). Особенности реализации времяразрешающих методов, примеры экспериментальных станций (специальные оптические элементы, специальные детекторы и т.д.). Примеры проведенных исследований.

## 15. Когерентность синхротронного излучения и когерентные методы.

Понятие когерентности излучения. Полная и частичная когерентность. Когерентность и спектральная яркость источника синхротронного излучения. Длины продольной и поперечной когерентности. Автокорреляционные функции первого и второго порядка. Спеклы. Угловой размер спеклов и статистика интенсивности спеклов. Рентгеновская фотон-корреляционная спектроскопия. Когерентная дифракционная визуализация. Птихография. Примеры научных результатов когерентных методов.

## 16. Перспективы развития синхротронных исследований в России и в мире.

Перспективы развития экспериментальной инфраструктуры синхротронных и нейтронных исследований. Основные тренды развития синхротронных и нейтронных исследований в мире. Перспективы развития ландшафта megascience. Федеральная научно-техническая программа развития синхротронных и нейтронных исследований и инфраструктуры на 2019-2027 годы.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Современные проблемы прикладной математики и информатики**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование базовых знаний по информационным технологиям в области сбора, фильтрации, сохранения, распределения и анализа больших объемов данных для дальнейшего использования в других областях знания и дисциплинах естественнонаучного и гуманитарного содержания;
- формирование культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний по информационным технологиям в области сбора, фильтрации, сохранения и анализа больших объемов данных;
- формирование профессиональной культуры: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применения полученных знаний для решения конкретных задач, возникающих при работе с большими объемами данных и высокими скоростями их генерации, самостоятельного анализа полученных результатов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные определения и понятия курса;
- виды массивов данных (структурированная и не структурированная информация), источники данных, генераторы потоков «сырых» данных;
- методы сбора, фильтрации и сохранения данных, логические триггеры первого и второго уровней;
- основные понятия и методы облачных технологий, распределенные вычисления;
- система ГРИД, принципы построения системы хранения и обработки данных, TIER центры;
- система распределения, контроля и управления заданиями - PanDA (Production and Distributed Analysis System);

- математические методы работы с большими объемами данных.

**уметь:**

- решать простейшие задачи по изучению зависимостей данных методом корреляционного анализа;
- использовать методы математической статистики для решения задач;
- использовать принципы построения SQL и NoSQL баз для формирования простейших массивов данных;
- составлять простейшие логические схемы для построения триггера первого и второго уровней для отбора полезных событий.

**владеть:**

- навыками работы с современными компьютерными технологиями;
- методами разработки блок схем для построения устройств сбора, фильтрации и сохранения информации (больших объемов данных);
- методологией анализа больших объемов данных.

**Темы и разделы курса:**

1. Методы сбора данных и их сохранение

Принципы построения аналоговых и цифровых узлов для формирования сигналов с детекторов, логические элементы, системы совпадений и антисовпадений, счетчики, регистры, триггеры. Основные характеристики электронных узлов. Буферизация событий. Чтение информации с детекторов. Подготовка данных к передаче, сжатие, форматирование, кодировки, служебная информация. Передача и прием информации – последовательная параллельная передача данных. Передача данных с комплексных устройств, мультиплицирование. Примеры сбора и передачи данных космофизического эксперимента и эксперимента на ускорителе. Принципы сохранения информации. Устройства для хранения информации.

2. Основные источники данных

Классификация данных и их источников (численные данные, текстовые, аудио и видео). Социальные сети, сотовые сети, электронные библиотеки, статистические данные о процессах, событиях и явлениях, происходящих в обществе, радиочастотные и другие метки и маркеры, научные данные. Электронные сенсоры и сигналы, вырабатываемые ими, как реакция на соответствующие воздействия. Основные типы детекторов элементарных частиц и параметры сигналов с них.

3. Понятие «большие данные»

Общие понятия. Роль данных и их анализа. Ярчайшие примеры получения новых знаний в науке, бизнесе, здравоохранении методами аналитики данных, экскурс в историю. Роль

данных в современном обществе. Анализ информации (данных) для предсказания новых явлений и принятия решений. «Большие данные» - как минимум 3V (Velocity, Validity, Volume, ...).

#### 4. Работа с большими объемами данных

Эксперименты на большом адронном коллайдере – источник «больших данных». Ускорительный комплекс LHC – краткий обзор. Эксперименты ATLAS, CMS, ALICE, LHCb – краткий обзор. Российские эксперименты по физике высоких энергий.

Потоки научных данных с экспериментальных установок. Проблемы и решения. Распределенные вычисления, система ГРИД, TIER – центры, задачи центров и организация их взаимодействия между ними.

#### 5. Система управления заданиями

Организация процесса обработки научной информации в экспериментах на большом адронном коллайдере. Распределение информации между TIER центрами. Анализ ресурсов распределенной вычислительной системы и управления заданиями. Система PanDA, назначение системы и основные принципы её работы. PanDA – server. PanDA – pilot. Области применения PanDA.

Работа высокопроизводительных вычислительных распределенных систем под управлением системы управления заданиями. Адаптация PanDA к работе современными суперкомпьютерами.

#### 6. Современные методы обработки данных

Моделирование процессов и проверка гипотез. GEANT 3,4,5. Принципы построения программ моделирования функции отклика детектирующих систем на воздействие заряженных частиц и гамма-квантов. Примеры программ моделирования.

Система физического анализа данных и визуализации научной информации ROOT. Архитектура. Принципы работы. Примеры написания программ.

#### 7. Фильтрация данных

Принципы построения триггеров первого уровня в ядерно-физических экспериментах. Регистрация нейтральных частиц и регистрация заряженных частиц. Триггер второго уровня, сепарация по заряду. Электромагнитные и адронные калориметры. Изучение редких событий в условиях повышенного фона. Временные ограничения детектирующих и электронных устройств. Фильтрация событий. Триггеры более высоких уровней.

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Теория колебаний и асимптотические методы**

#### **Цель дисциплины:**

- овладение подходами к асимптотическому интегрированию систем обыкновенных дифференциальных уравнений, основанными на различных методах усреднения (в частности, методе Крылова-Боголюбова, методе Кузмака, теории КАМ, теории нормальных форм и т.д.), а также навыком применения этих методов к задачам нелинейной физики и механики.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение методов усреднения в одночастотных системах;
- изучение методов усреднения в системах с одной быстрой фазой;
- изучение методов усреднения в многочастотных системах и элементов КАМ-теории;
- изучения методов усреднения, основанных на теории нормальных форм;
- применение методов, изложенных в предыдущих пунктах к некоторым задачам нелинейной физики и механики .

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы методов осреднения в нелинейных задачах физики и механики.

##### **уметь:**

- правильно осреднять системы обыкновенных дифференциальных уравнений с быстрыми и медленными переменными.

##### **владеть:**

- методами осреднения при их применении в задачах нелинейной физики и механики.

#### **Темы и разделы курса:**

## 1. Нормальные формы.

Нормальная форма системы дифференциальных уравнений в окрестности равновесия (резонансный и нерезонансный случаи), Процедура приведения к нормальной форме, Бифуркация Пуанкаре-Андропова-Хопфа и ее исследование с помощью нормальной формы. Мягкая и жесткая потеря устойчивости, Нормальная форма системы дифференциальных уравнений в окрестности периодического решения, нормальная форма отображения в окрестности неподвижной точки (резонансный и нерезонансный случаи). Нормальные формы гамильтоновых систем в окрестности положения равновесия (резонансный и нерезонансный случаи.)

## 2. Усреднение в гамильтоновых системах и адиабатические инварианты.

Метод Линдштедта исключения быстрых угловых переменных в гамильтоновых системах. Элементы теории Колмогорова – Арнольда – Мозера: процедура ускоренной сходимости для построения инвариантных торов, инвариантные торы возмущенных гамильтоновых систем в случаях невырожденности, изоэнергетической невырожденности и собственного вырождения; случай двух степеней свободы. Адиабатические инварианты. Адиабатические инварианты одночастотных гамильтоновых систем (случаи систем с медленно изменяющимися параметрами и быстро-медленных систем). Адиабатическая теория возмущений для одночастотных гамильтоновых систем (случаи систем с медленно изменяющимися параметрами и быстро-медленных систем). Усреднение нелинейного ангармонического осциллятора и метод Кузмака Асимптотическое интегрирование уравнения нелинейного ангармонического осциллятора с медленно меняющимся потенциалом в переменных действие-угол. Метод Кузмака (нелинейный метод ВКБ) для «слабонелинейных» и «сильнонелинейных» систем. Асимптотическое интегрирование нелинейного ангармонического осциллятора с медленно меняющимся потенциалом и трением. Пример уравнения маятника с переменной частотой. Устойчивость и неустойчивость асимптотического интегрирования. Адиабатические инварианты гамильтоновых систем с медленно изменяющимися параметрами при эргодическом быстром движении.

## 3. Усреднение в многочастотных системах.

Системы с постоянными частотами. Проблемы резонансов и малых знаменателей. Точность метода усреднения в многочастотных системах с постоянными частотами в общем нерезонансном случае. Точность метода усреднения в многочастотных системах с постоянными частотами в случае диофантова вектора частот. Процедура исключения быстрых угловых переменных в многочастотных системах с постоянными частотами. Движение заряженной частицы на плоскости в большом магнитном поле и электрическом потенциале. Усреднение в переменных действие-угол. Примеры возрастающих и периодических потенциалов. Геометрическая интерпретация траекторий на основе теории Морса и графы Рибба. Усреднение и резонансы Усреднение в многочастотных нелинейных системах. Захват в резонанс. Усреднение в быстро-медленных системах при эргодическом быстром движении. Усреднение возмущений интегрируемых гамильтоновых систем: невырожденный случай, частичное усреднение вблизи резонанса, случай собственного вырождения.

## 4. Усреднение в одночастотных системах.

Принцип осреднения и асимптотики, регулярная и нерегулярная теория возмущений. Задачи с малым параметром для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Асимптотические решения. Прямые подходы и подходы, основанные на замене координат. Принцип усреднения. Обоснование принципа усреднения в одночастотном случае. Уравнение Ван-дер Поля. Предельные циклы и их устойчивость. Зависимость частоты от амплитуды в нелинейных колебаниях. Высшие поправки теории возмущений

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

**Направление: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Направленность: Информационные технологии в мегасайенс**

### **Теория маршрутизации**

#### **Цель дисциплины:**

- получение студентами фундаментальных знаний и формирование базовых навыков в области технологий и методов сетевого взаимодействия компьютерных систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с базовыми принципами построения и функционирования открытых вычислительных систем и глобальных компьютерных сетей;

- ознакомление с принципами работы сетевых протоколов, реализующих внутрисетевое и межсетевое взаимодействие;

- ознакомление с методами и технологиями повышения производительности сетевого оборудования;

- ознакомление с принципами и технологиями координации работы глобальных компьютерных сетей;

- приобретение практических навыков при решении практических задач планирования, проектирования и реализации компьютерных сетей.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные тренды в области развития современных сетевых технологий;

- основы и методы планирования современных компьютерных сетей;

- методы и технологии, лежащие в основе внутрисетевого и межсетевого обмена данными;

- методы и технологии, лежащие в основе повышения производительности работы сетевого оборудования;

- принципы и методы, лежащие в основе процесса координации современных глобальных компьютерных сетей.

##### **уметь:**

- проектировать компьютерные сети начального уровня сложности масштаба предприятия;

- планировать и проектировать взаимодействие создаваемой сети с сетями-партнерами;
- формализовать поставленные задачи в терминах предметной области;
- находить наиболее подходящее решение для реализации поставленной задачи.

**владеть:**

- навыками моделирования сетевых решений, а также поиска оптимальных конфигураций;
- навыками аргументированного научного диалога, повышающего шансы успешного прохождения зачетов, экзаменов и выпускных квалификационных работ.

**Темы и разделы курса:**

1. Внутренняя маршрутизация.

Базовые принципы построения компьютерных сетей. Технологии коммутации канального уровня.

Маршруты и маршрутная таблица. Статическая маршрутизация. Динамическая маршрутизация. Протокол RIP. Протокол OSPF.

2. Скоростная коммутация пакетов.

Поиск и индексирование в таблицах маршрутизации. Технологии быстрой сетевой коммутации.

Технология MPLS.