**Бакалавриат**

**АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)**

**Направление подготовки 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"**

**Направленность программы**

**Системное программирование и компьютерные науки**

**Кафедра Суперкомпьютеров и квантовой информатики**

**3 курс**

### Уравнения математической физики

Постановки задач для уравнений параболического типа. Принцип максимума и его следствия. Метод разделения переменных. Уравнения Лапласа и Пуассона. Гармонические функции. Формулы Грина и их следствия. Основные методы решения краевых задач. Уравнение колебаний и постановка задач для уравнений гиперболического типа. Формула Даламбера и ее следствия. Метод разделения переменных. Задача с данными на характеристиках.

**Прикладная алгебра**

Дисциплина «Прикладная алгебра» рассчитана на профессиональную подготовку программистов и направлена на изучение алгебраических методов защиты информации как от случайных помех, так и от действий человека-злоумышленника. Для освоения указанных методов требуются достаточные знания в области классических алгебраических конечных структур: групп, колец и полей, векторных пространств, модулярной арифметики. В ходе изучения дисциплины вводимые понятия и утверждения иллюстрируются большим количеством примеров. Курс поддержан контрольной работой по темам «Классические конечные алгебраические структуры» и «Коды, исправляющие ошибки». В результате освоения дисциплины студент должен знать определения изучаемых объектов и структур, доказательства основных их свойств; уметь строить простые помехозащищённые коды и модельные шифр-системы, оценивать возможность применения изученных математических объектов для решения практических задач, адаптировать и развивать изученные алгебраические системы применительно конкретным исследуемым областям.

**Базы данных**

Курс состоит из двух частей. В первой части обсуждаются базовые модельно-языковые аспекты современной технологии баз данных. Рассматриваются основные черты иерархической и сетевой моделей данных, модели данных инвертированных таблиц, реляционной и объектно-ориентированной моделей данных, модели данных SQLи «истинно» реляционной модели данных Дейта и Дарвена. Более подробно излагаются теоретические основы реляционной и SQL-ориентированной моделей данных, обсуждаются подходы к проектированию баз данных, опирающихся на эти модели.

Вторая часть курса посвящена структурам данных, методам и алгоритмам, которые применяются в современных SQL-ориентированных СУБД, поддерживающих хранение баз данных в дисковой памяти. Обсуждаются применяемые архитектурные решения, методы хранения данных во внешней памяти, методы индексации, методы управления транзакциями и восстановления баз данных после сбоев.

**Суперкомпьютеры и параллельная обработка данных**

Данный курс посвящен одной из основных тенденций в развитии современных компьютерных технологий - параллельной обработке данных. Материал иллюстрируется примерами суперкомпьютерных систем и технологий, где параллелизм проявляется
особенно ярко. Вместе с этим, показывается исключительно важная роль суперкомпьютерных систем как необъемлемой части формируемой цифровой экономики. В процессе изложения рассматриваются три составные части параллельных вычислений: архитектуры параллельных вычислительных систем, технологии параллельного программирования и информационная структура программ и алгоритмов, и показывается тесная связь этих частей между собой. Курс является вводным, а излагаемый материал носит универсальный характер. В силу широкого распространения вычислительных технологий для решения задач науки, промышленности и общества, данный курс является частью обучения по многим направлениям как естественных, так и гуманитарных наук.

**Введение в сети ЭВМ**

Целью освоения дисциплины «Введение в Сети ЭВМ» является приобретение студентами знаний и навыков в следующих областях:

* основы построения и архитектуры сетей телекоммуникации;
* принципы построения, параметры и характеристики цифровых и аналоговых каналов передачи данных;
* современные технологии телекоммуникации;
* основные стандарты, используемые в инфокоммуникационных системах и технологиях;
* теоретические основы архитектурной и системотехнической организации вычислительных сетей, построение сетевых протоколов;
* выбор и комплексирование программно-аппаратных средств сетей телекоммуникации;
* конфигурирование локальных сетей и реализация сетевых протоколов с помощью программных средств;
* методы и средства обеспечения информационной безопасности компьютерных сетей;

облачные вычисления, центры обработки данных (ЦОД), программно-конфигурируемые сети (ПКС).

**Методы машинного обучения**

Курс «Методы машинного обучения» посвящен современным методам предобработки и анализа данных, а также задачам прогнозирования вещественной переменной (регрессия), дискретной переменной (классификация). Также в курсе рассматриваются такие основные задачи обучения по прецедентам как кластеризация и понижение размерности. Изучаются методы их решения, как классические, так и новые, созданные за последние 10–15 лет. Рассматриваются продвинутые методы ансамблирования (XGBoost, CatBoost, стэкинг и т.д). Студентам также предлагается ознакомиться с байесовской теорией классификации. Упор делается на глубокое понимание математических основ, взаимосвязей, достоинств и ограничений рассматриваемых методов.

Программа курса предназначена для студентов уже знакомых с основами линейной алгебры, математического анализа, теории вероятности. Знание математической статистики, методов оптимизации и языка программирования Python желательно, но не обязательно.

**Экономика**

**Целью дисциплины** является формирование у студентов экономического мышления и целостного представления о процессах и явлениях хозяйственной жизни, ее проблемах и способах их решения.

**Задачи:**

* познакомить студентов с базовыми экономическими категориями и институтами;
* показать закономерности экономического развития;
* раскрыть особенности поведения фирмы и домашнего хозяйства в условиях современной смешанной экономики;
* познакомить студентов с основами грамотного финансового поведения;

показать необходимость и задачи государственного регулирования в условиях открытой экономики.

**Средства и системы параллельного программирования**

Курс читается для студентов 3-его курса кафедры СКИ в 5-ом семестре.

Курс посвящен изучению современных подходов к разработке параллельных программ с учетом особенностей аппаратной организации параллельных вычислительных систем. Рассматриваются технологии параллельного программирования, направленные на эффективное использование архитектурных особенностей вычислительных систем. Изучаются подходы к построению параллельных программ с использованием технологий параллельного программирования OpenMP и MPI, библиотек Pthreads, Scalapack. Изучаются модели и системы, направленные на исследование эффективности параллельных программ. Рассматриваются базовые параллельные алгоритмы линейной алгебры и методы их реализации с использованием изучаемых технологий параллельного программирования. Курс поддерживается системой обязательных практических заданий, реализуемых на параллельных вычислительных системах – суперкомпьютере Blue Gene/P и многопроцессорном кластере на базе процессоров IBM Power8.

##### **Функциональный анализ**

Излагаются начальные главы функционального анализа: теория меры и интеграл Лебега, банаховы и гильбертовы пространства, линейные операторы, теория Фредгольма, элементы спектральной теории.

**Методы оптимизации**

Излагаются элементы выпуклого анализа и дифференциального исчисления в гильбертовых пространствах, формулируются и доказываются теоремы Вейерштрасса о достижении экстремумов функционалов на множествах из метрических пространств. Излагаются основные методы минимизации: градиентный метод, метод проекции градиента, методы Ньютона, покоординатного спуска, штрафных функций. Материал иллюстрируется на конечномерных примерах и задачах оптимального управления системами, описываемыми как обыкновенными дифференциальными уравнениями, так и уравнениями математической физики. В курсе представлен симплекс-метод для решения задач линейного программирования. Формулируется Принцип максимума Понтрягина, дается понятие о краевой задаче Принципа максимума. Излагается метод регуляризации Тихонова для неустойчивых задач минимизации.

**Основы кибернетики**

Курс «**Основы кибернетики**» (ранее «Элементы кибернетики»), создателем и основным лектором которого был чл.-корр. РАН С.В. Яблонский, читается на факультете ВМК с первых лет его существования. Он является продолжением курса «Дискретная математика» и посвящён изложению основных моделей, методов и результатов математической кибернетики, связанных с теорией дискретных управляющих систем (УС), с задачей схемной или структурной реализации дискретных функций и алгоритмов.

В нём рассматриваются различные классы УС (классы схем), представляющие собой дискрет­ные математические модели различных типов электронных схем, систем обработки информации и управления, алгоритмов и программ. Для базовых классов УС (схем из функциональных элементов, формул, контактных схем, автоматных схем), а также некоторых других типов УС, ставятся и изучаются основные задачи теории УС: задача минимизации дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ), задача эквивалентных преобразований и структурного моделирования УС, задача синтеза УС, задача повышения надёжности и контроля УС из ненадёжных элемен­тов и др. В программу курса входят классические результаты К. Шеннона, С.В. Яблонского, Ю.И. Журавлева и О.Б. Лупанова, а также некоторые результаты последних лет. Показывается возможность практического применения этих результатов на примере задачи проектирования СБИС, которые составляют основу программно-аппаратной реализации алгоритмов.

**Формальные языки и автоматы**

Дисциплина посвящена теории автоматов и соответствующим им формальным языкам и грамматикам -- от регулярных до контекстно-свободных.  В теоретической части курса формализуются понятия разрешимости, подробно разбираются теории конечных и магазинных автоматов, алгоритмы синтаксического анализа. Отдельный раздел курса рассматривает теорию трансляции на уровне, достаточном для выполнения итогового практического задания по реализации транслятора модельного языка программирования в SSA-подобное промежуточное представление на базе предсказывающего синтаксического анализа с использованием генератора парсеров ANTLR. В практической части студенты обучаются способам задания нетривиальных языков с помощью регулярных выражений, включая стандарт PCRE, построению и минимизации детерминированных конечных автоматов, таблиц восходящих и нисходящих синтаксических анализаторов. Существенная часть материала курса лежит в основе фронтенда компиляторов языков программирования и является основой для успешного освоения курса "Конструирование
компиляторов".

**Основы программной инженерии**

Курс знакомит слушателей с предметом и основными понятиями программной инженерии, дисциплины, посвященной технологическим проблемам разработки крупномасштабных программных систем, отличающим их от небольших программ, и методами решения этих проблем. Кроме того, рассказывается о современных способах организации разработки таких систем на основе компонентных технологий на примере Web-приложений с использованием технологийJ2EE и .NET. Изложение материала курса следует одной из современных моделей жизненного цикла ПО.

Слушатели курса получат хорошее представление о методах разработки больших программных систем вообще, об использовании современных высокотехнологичных подходовк разработке реальных промышленных программ, о практических способах построения качественных, гибких и масштабируемых программных систем в современных условиях жестких ограничений на проекты разработки ПО.

**Сложность алгоритмов**

Вводятся понятия функции затрат алгоритма, размера входа алгоритма, сложности алгоритма. Различаются алгебраическая и битовая сложности, каждая из которых рассматривается в худшем случае и в среднем. Ряд основных понятий теории сложности, как-то: оценки снизу и сверху, нижняя граница сложности алгоритмов некоторого класса, оптимальный алгоритм и т. д., рассматривается не только в обычном функциональном, но и в асимптотическом смысле: асимптотические оценки, асимптотическая нижняя граница, оптимальность по порядку сложности и т. д. Показывается, что при исследовании существования алгоритма решения задачи, имеющего «не очень высокую» сложность, важную роль может играть сводимость одной задачи к другой. Изложение сопровождается анализом сложности алгоритмов арифметики, сортировки и поиска, вычислительной геометрии, теории графов и др.

Освоение данной дисциплины (модуля) необходимо для дальнейшего изучения алгоритмических аспектов различных прикладных дисциплин и освоения большинства специальных курсов программистского профиля.

**4 курс**

**Математическая логика и логическое программирование**

В курсе «Математическая логика и логическое программирование» излагаются основы математической логики (классическая логика предикатов первого порядка), теории логического вывода, логического программирования, а также рассматривается ряд неклассических логик, используемых для решения прикладных задач информатики и программирования.

В курсе изучаются синтаксис и семантика классической логики предикатов первого порядка, аппарат табличного вывода для доказательства общезначимости формул логики предикатов, стандартные формы представления формул логики предикатов, конечные подстановки и алгоритм унификации термов, резолютивный вывод как метод, синтаксис и семантики (декларативная и операционная) логического программирования, основные принципы реализации интерпретаторов логического программирования, средства управления логическими программами, основы интуиционистской логики, основы модальных логик, теоретико-доказательный метод проверки правильности программ, задача верификации моделей программ, темпоральные логики и их применение для спецификации и верификации распределенных программ.

Цель учебного курса – ознакомить студентов, специализирующихся в области прикладной математики и информатики, с современным представлением об основных понятиях и методах математической логики, применению этих методов для решения задач информатики, принципах логического программирования, сформировать устойчивые навыки построения логических формул и логических выводов, а также проектирования логических программ.

**Языки программирования**

 Курс посвящен изучению основных понятий, концепций и примеров современных индустриальных языков программирования. Рассматривается связь основных парадигм программирования и языков программирования, воплощающих эти парадигмы. Особое внимание уделяется объектно-процедурной парадигме, а также понятиям, относящимся к функциональной парадигме. Набор рассматриваемых языков постоянно обновляется, в настоящее время основным источником примеров служат языки C++, C#, Java, Go, Swift, Python, Javascript.

**Распределенные системы**

Распределенная компьютерная система - совокупность связанных сетью независимых компьютеров,  которая представляется пользователю единым компьютером.  Распределенная программная система - совокупность компонентов, взаимодействующих посредством обмена сообщениями. В рамках курса исследуются тенденции, определяющие развитие распределенных систем сегодня, рассматриваются основные принципы и концепции построения таких систем (прозрачность, гибкость, надежность, эффективность, масштабируемость), изучаются алгоритмы и технологии, используемые в таких системах, рассматриваются примеры реальных распределенных систем.

**Конструирование компиляторов**

Цель курса – изучение современных оптимизирующих компиляторов. Только такие компиляторы могут обеспечить разработку эффективных программ для современных компьютеров, используя языки высокого уровня (Си, Фортран и т.п.).

 В курсе изучаются как методы машинно-независимой оптимизации компилируемых программ, позволяющие не меняя семантики программы, исключить из нее избыточные вычисления, сократить количество проверок на окончание циклов, выполнить часть вычислений во время компиляции и т.п., так и методы машинно-ориентированной оптимизации, которые дают возможность в полной мере использовать возможности современных компьютеров по распараллеливанию вычислений.

**Лингвистическая культура**

 Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с лингвострановед-ческой культурой как важной частью подготовки современных специалистов. Профессиональная подготовка специалистов включает совершенствование переводческих навыков, которые невозможны без знаний специфических социокультурных условий функционирования иностранного языка. Лингвистическая культура является неотъемлемой частью переводческого профессионализма и делового общения.

**Квантовые вычисления**

Курс посвящен основам квантовой механики и квантовых вычислений. Даются базовые сведения по квантовой теории: пространство состояний, волновые вектора, дискретизация, операторы величин и эволюции, уравнение Шредингера и его общее решение, смешанные состояния, частичные измерения, матрицы плотности и композитные системы. Разбирается квантовая нелокальность. Общая схема квантовых вычислений, алгоритм Гровера, квантовое преобразование Фурье, алгоритм Залки-Визнера. Дается понятие конечномерных моделей КЭД, приближения вращающейся волны, и приложения этих моделей к квантовым вычислениям.

**Высокопроизводительная и распределённая обработка данных**

 Курс является введением в теорию и практику обработки информации в распределённых системах. Теоретическая часть курса охватывает фундаментальные сведения, необходимые специалисту по распределённым вычислениям для практической работы. Рассматриваются основные способы теоретического описания  распределенных систем, их основные свойства, CAP-теорема. Даётся введение в теорию распределенных алгоритмов (основные свойства, теорема FLP,  взаимное исключение и выборы в распределенных системах). Большое внимание уделяется механизму логических часов. В более прикладной части курса рассматриваются работа с распределенными СУБД на примере Redis, архитектура распределенных файловых систем на примере HDFS. Кроме того даются основные сведения о парадигме распределённых вычислений MapReduce и перспективной технологии бесконфликтной репликации CRDT.

##### **Численные методы**

Излагаются основы численных методов решения типовых задач алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики. Рассмотрены только те методы, которые выдержали испытание практикой и применяются для решения реальных задач. Для успешного освоения курса от слушателей требуется знание алгебры, математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений в объеме первых двух курсов университетского обучения и предполагается их знакомство с постановкой типичных задач математической физики.

**Машинное обучение и анализ данных**

 Курс введён в учебную программу факультета ВМК МГУ в связи с популярностью и востребованностью технологий хранения и анализа больших данных. В курсе изучаются основные задачи машинного обучения (с размеченными/неразмеченными данными, с подкреплением), методы их решения (начиная от классических линейных, метрических и байесовских, заканчивая современными – ансамблированием). В курсе много примеров из практики и практических советов. Курс требует знания линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей и статистики. В нём специально сделан краткий обзор этих предметов с упором на применение в машинном обучении. Разработка программы выполнена в рамках проекта МГУ – «Технологии хранения и анализа больших данных».

**Кафедральный практикум СКИ**

Кафедральный практикум направлен на закрепление практических навыков в области параллельных вычислений, технологий параллельного программирования и суперкомпьютерных технологий. Предлагаемые задания практикума основываются на основных темах, рассматриваемых в рамках различных кафедральных курсов: математические основы параллельных вычислений и алгоритмов, технологии разработки параллельных программ, базовые параллельные алгоритмы линейной алгебры, суперкомпьютерная реализация задач математической физики. Практическая реализация заданий проводится на суперкомпьютере IBM Blue Gene/P и высокопроизводительном кластере Polus.