**Бакалавриат**

**АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)**

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

**Направленность программы**

**Математические и компьютерные методы решения задач естествознания**

**Кафедра Автоматизации научных исследований**

**3 курс**

Уравнения математической физики

Курс посвящен изучению математических моделей физических явлений, приводящих к дифференциальным уравнениям в частных производных второго порядка. Он знакомит слушателей с построением соответствующих моделей, с методами решений возникающих при этом математических задач, с выяснением физического смысла полученного решения.

**Численные методы линейной алгебры**

В курсе излагаются и обосновываются наиболее широко используемые в вычислительной практике прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений с квадратной невырожденной матрицей, а также собственных значений (и собственных векторов) таких матриц.

**Функциональный анализ**

Целью освоения дисциплины «Функциональный анализ» являются ознакомление студентов с основными понятиями и базовыми принципами функционального анализа, его приложениями к различным задачам математической физики и других разделов математики, развитие навыков применения полученных знаний к конкретным задачам.

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Курс опирается на знания и навыки, полученные студентами при изучении основных математических дисциплин на первых двух курсах: математического анализа, теории функции комплексного переменного, линейной алгебры и аналитической геометрии, дифференциальных уравнений, теории вероятности и математической статистики.

В курсе излагаются начальные главы функционального анализа: теория меры и интеграл Лебега, метрические пространства, принцип сжимающих отображений, функциональные пространства и операторы, обобщенные производные, пространства Соболева, теория Фредгольма, теорема о неподвижной точке.

Освоение данной дисциплины необходимо для дальнейшего изучения уравнений математической физики, интегральных уравнений, методов оптимизации и многих специальных курсов.

**Базы данных**

Курс начинается с рассмотрения основных понятий систем управления базами данных (СУБД). Выделяются ключевые отличия СУБД от файловой системы и основные черты таких дореляционных моделей данных как иерархическая, сетевая и модель данных инвертированных таблиц. Далее рассматривается реляционная модель данных (включая механизмы манипулирования) и теория проектирования реляционных БД на основе процедуры нормализации. После этого описывается процесс проектирование БД с использованием диаграмм «сущность-связь» и диаграмм классов языка UML и рассматриваются постреляционные модели данных: объектно-ориентированная модель, объектно-реляционные расширения SQL, "истинная" реляционная модель. В рамках курса также рассматриваются базовые средства языка SQL для определения и изменения схемы базы данных, выборки и модификации данных, авторизации доступа и управления транзакциями.

Компьютерная графика

Курс посвящен методам компьютерной графики, обработки изображений и машинного зрения. Рассматриваются разделы двумерной (2D) и трехмерной (3D) графики. Разделы обработки и представления изображений включают: теорию цвета, квантование, псевдотонирование, извлечение свойств и структуры трехмерного мира из одного или нескольких изображений. Разделы трехмерной графики включают: проективную геометрию, представление кривых и поверхностей, анимацию, моделирование и видовые преобразования, алгоритмы удаления невидимых поверхностей, модели отражения и алгоритмы освещения. Вторая часть курса строится на базе API OpenGL.

**Физика волновых процессов**

Изучаются основные закономерности волновых явлений, общие для процессов различной физической природы. Наряду с общими свойствами волновых процессов и их математическим описанием рассматриваются акустические и электромагнитные волны, энергетические соотношения при распространении волн, отражение и преломление волн на границе раздела двух сред. В изучении модулированных волн внимание сосредоточено на вопросах передачи информации, а также на спектральном аппарате и дискретном преобразовании Фурье в анализе сигналов. При рассмотрении дисперсии волн обсуждаются вопросы, связанные со скоростью передачи информации в волоконно-оптических линиях связи, интерференции волн – задачи просветления оптики и формирования диаграммы направленности антенных решеток. В дисциплине также представлены: приближенная теория дифракции Кирхгофа, дифракция Френеля и Фраунгофера, эффект Тальбо, физические основы генерации лазерного излучения, элементы Фурье-оптики, корпускулярно-волнового дуализма, нелинейной оптики.

**Архитектура современных ЭВМ**

Под архитектурой ЭВМ понимают внутреннюю организацию вычислительной системы, состав ее различных устройств, логику их работы и их взаимодействие. Детализация сведений об архитектуре может быть разной и зависит от категории пользователей ЭВМ. Курс рассчитан для специалистов, готовящихся разрабатывать большие программные системы. Особое внимание в курсе уделено современным машинам с массовым параллелизмом.

**Программирование вычислительных задач**

Основная цель курса – обучение эффективному использованию программного обеспечения общего и специального назначения для решения больших научно-исследовательских задач, требующих интенсивного применения методов вычислительной математики и мощных вычислительных ресурсов. Материал курса готовит слушателя к профессиональной самостоятельной работе на всех основных этапах решения сложной вычислительной задачи: выбор вычислительной среды и алгоритмического языка; программирование ресурсоёмких алгоритмов, включая организацию параллельных вычислений; использование средств автоматизации программирования, проведения вычислительного эксперимента, визуализации и анализа данных; представление результатов исследований. Освещены вопросы самостоятельного построения производительной вычислительной системы на основе легкодоступных, в том числе бесплатных, программных средств и широко распространённой компьютерной техники. Изложены принципы программирования численных методов, выработанные практикой за последние десятилетия, разобраны созданные профессионалами классические примеры программ на языках Фортран и Си. Во всех разделах курса акцент поставлен на стороны, открывающие новые возможности для повышения эффективности работы исследователя-программиста. Предусматривается постоянная адаптация курса к современному состоянию дел в области разработки программного обеспечения и технологий для решения больших вычислительных задач.

**Экономика**

В курсе излагается современный взгляд на экономическую теорию и экономическую политику. Структура курса: микро-, макро-, мегаэкономика, глобальная экономика.

##### **Численные методы**

В курсе излагаются основные численные методы решения задач алгебры, анализа и дифференциальных уравнений. Для основных задач алгебры рассматриваются наиболее употребительные прямые и некоторые итерационные методы. Методы решения нелинейных уравнений и систем изучаются кратко. Рассматриваются задачи построения наилучщего в некотором смысле приближения функций. Анализируются методы построения формул численного дифференцирования.

Что касается дифференциальных уравнений, то изучаются численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений, простейшие методы построения разностных схем для решения краевых задач и разностные схемы для простейших уравнений математической физики.

**Методы оптимизации**

В настоящем курсе излагаются элементы теории экстремальных задач, а также основы наиболее часто используемых на практике методов приближенного решения экстремальных задач, теоретическое обоснование и краткая характеристика этих методов. Теория и методы минимизации излагаются в общем виде на языке функционального анализа и охватывают, как частный случай, многие методы оптимизации функций конечного числа переменных.

В курсе излагаются элементы теории экстремальных задач в гильбертовых и банаховых пространствах, методы их решения, рассматриваются некоторые классы задач оптимального управления процессами, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями и уравнениями с частными производными, также рассматриваются методы решения неустойчивых задач оптимизации.

**Вычислительные алгоритмы анализа финансовых данных**

Курс посвящен описанию теории и практики анализа товарных и финансовых рынков. Применяемый анализ основан на построении различных математических моделей и их тестировании с использованием исторических данных по большому спектру рынков и является основой подхода к построению разнообразных торговых систем. Курс сопровождается набором практических заданий.

**Математические методы численного анализа**

Методы численного анализа являются синергетическим сочетанием красивых и глубоких идей и теорий из различных разделов математики: анализа, теории функций, теории операторов, теории приближений, линейной алгебры и матричного анализа. Главная цель данного курса заключается в том, чтобы представить важнейшие математические инструменты численного анализа с единой точки зрения и в достаточно компактной, удобной для приложений форме.

Много внимания уделяется методам и алгоритмам матричного анализа, в том числе итерационным методам, использующим подпространства Крылова. Рассматриваются также методы приближения функций, решения нелинейных уравнений, минимизации функционалов. Помимо классических основ излагаются результаты и подходы, получившие развитие в последние годы: быстрые алгоритмы линейной алгебры, методы нелинейной аппроксимации для нелокальных операторов, общая теория многоуровневых матриц, тензорные аппроксимации малого ранга.

**Методы одномерного и многомерного статистического анализа**

Рассмотрены такие методы одномерного  анализа, как задача проверки случайности, независимости и однородности в случае нормального и в случае произвольного непрерывного распределения; критерии согласия. Затем изучаются такие многомерные методы: как множественный анализ; корреляционный анализ и канонические корреляции; анализ главных компонент; модели и методы факторного анализа.

**Современные методы машинного обучения и цифровой обработки сигналов**

В рамках настоящего курса изучаются математические модели и алгоритмы, лежащие в основе как классических методов, так и методов машинного обучения, используемых для цифровой обработки сигналов. Изложены основы теории дискретных сигналов и систем, рассмотрены алгоритмы спектрального анализа и фильтрации дискретных сигналов. Большое внимание уделено вопросам теоретического обоснования методов оптимальной обработки сигналов, моделирования систем и оценивания их помехоустойчивости. Вследствие того, что наборы данных в настоящее время характеризуются огромными объемами, являются сильно зашумленными и неструктурированными, применение стандартных моделей обработки сигналов часто становится неэффективным. Рассматриваемые в данном курсе подходы, основанные на теории машинного обучения, во многих случаях позволяют с успехом решить указанные проблемы. Изложено большое число методов машинного обучения в применении к анализу цифровых сигналов различного рода. Теоретические сведения сопровождаются примерами практических задач и реализации обсуждаемых алгоритмов.

**4 курс**

##### **Численные методы математической физики**

Излагаются  основы теории разностных схем и метода конечных элементов. Рассматриваются прямые и итерационные методы решения систем разностных уравнений, возникающих при аппроксимации многомерных задач математической физики. Обсуждается применение теории устойчивости к исследованию разностных схем. Приводятся примеры построения, исследования и численной реализации разностных схем для нелинейных задач. В каждом разделе курса разбираются примеры задач, способствующие активному усвоению излагаемого материала.

##### **Обратные задачи**

Курс посвящён изложению основ теории обратных задач и методов их решения. Значительное внимание уделяется исследованию обратных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Рассматриваются задачи компьютерной томографии. Излагаются методы решения обратных и некорректных задач такие как метод регуляризации Тихонова, метод квазирешений , метод квазиобращения и другие.

**Теория игр и исследование операций**

Курс разбит на три части. В первой излагается теория антагонистических игр, теоремы существования седловых точек, свойства оптимальных смешанных стратегий, методы решения матричных и выпуклых непрерывных игр в смешанных стратегиях, приводятся классические модели игр («нападение-оборона» и дуэли), рассматриваются многошаговые игры с полной информацией. Во второй части рассматриваются неантагонистические игры двух и многих лиц. Основные ее разделы: существование и методы поиска ситуаций равновесия ( в том числе в смешанных стратегиях для биматричных игр), оптимальные стратегии игрока-лидера в иерархических играх двух лиц. В третьей части рассматривается теория принятия решений: многокритериальная оптимизация, ядра бинарных отношений, общая модель операции и подход к ее исследованию на основе принципа гарантированного результата, необходимые условия для оптимальных стратегий и некоторые задачи оптимального распределения ресурсов.

**Суперкомпьютеры и параллельная обработка данных**

Данный курс ориентирован на получение базовых знаний и практических навыков в области параллельных вычислений, методов параллельной обработки данных, технологий параллельного программирования и суперкомпьютерных технологий. Материал иллюстрируется примерами суперкомпьютерных систем и технологий, где параллелизм проявляется особенно ярко. Вместе с этим, показывается исключительно важная роль суперкомпьютерных систем как неотъемлемой 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.

**Основы кибернетики**

Цель курса – ознакомить студентов с важнейшими разделами математической кибернетики. В процессе обучения прививаются навыки свободного общения с такими дискретными объектами, как дизъюнктивные нормальные формы, схемы из функциональных элементов, полные системы тождеств для управляющих систем, тесты, а также недетерминированная машина Тьюринга и NP-полные языки. Везде большое внимание уделяется построению алгоритмов для решения задач дискретной математики. Это способствует более глубокому пониманию проблематики теории алгоритмов, ее возможностей и трудностей, помогает строить алгоритмы для решения различных дискретных задач.

**Дополнительные главы уравнений в частных производных**

В курсе изучаются линейные и нелинейные уравнения с частными производными, описывающие различные естественнонаучные процессы. Рассмотрены специальные разделы теории эллиптических, гиперболических и параболических уравнений, вариационные постановки задач. Отдельное внимание уделяется теории нелинейных уравнений, таких как уравнения Кортевега де Фриза, Уизема и sin-Гордон.

**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.

**Визуализация в научных исследованиях**

Компьютерная графика, ставшая самостоятельным научным направлением, проникает сегодня во все сферы интеллектуальной деятельности человека, включая кино и телевидение, издательские системы, космос и авиацию, медицину, экологический мониторинг, научные исследования и образование. Научный аспект компьютерной графики связан с моделированием динамических процессов, диагностикой и распознаванием образов.

Данный курс направлен на ознакомление слушателей с существующими на данный момент на рынке ПО пакетами визуализации научных расчетов. А также учит студентов выбору метода визуализации необходимому для конкретной поставленной задачи.

**Вычислительная физика и нанотехнологии**

Нанотехнологии - способы создания гетерогенных, композитных материалов и устройств, на молекулярном уровне, обладающих желательными свойствами. Вычислительные нанотехнологии - это модели, вычислительные методы и программы для решения математических задач нанотехнологий. Особенностью нанотехнологий состоит в том, что создание материалов и устройств на молекулярном уровне предполагает создание такой зернистой, кластерной структуры материала, которая существенно изменяет характерные физические процессы, происходящие на пространственных масштабах, как правило, порядка нанометров. Пространственный масштаб определяется тем физическим процессом или свойством системы, которым мы интересуемся. Таким образом, такие свойства как электрическая проводимость, теплопроводность будут определяться не только свойствами объемного материала, но и геометрией и размером составляющих его частей в нанометры. Математические модели, как правило, содержат большое количество элементов, которое требует использования Супер-ЭВМ при реализации модели. В курсе предполагается изучение современных параллельных методов и программ для задач нанотехнологий.

В курсе рассматриваются современные задачи и проблемы, которые могут быть решены методами вычислительных нанотехнологий. Это проблемы молекулярных переключателей для новых компьютеров, использующих схемы наноразмеров, новые молекулярные био-наносенсоры, создание новых лекарств на молекулярном уровне, создание схем для новых суперкомпьютеров.

Курс поддержан учебным пособием:

**А.М.Попов "Вычислительные нанотехнологии" учебное пособие/ А.М.Попов.-M.: КНОРУС,2014.-312 с.-(Бакалавриат).**

**Матрицы, тензоры, вычисления**

Целью учебной дисциплины является получение знаний о методах малопараметрического представления многомерных данных, о применении тензорных разложений в различных вычислительных задачах. В курсе рассматриваются как теоретические основы построения малопараметрических представлений матриц и многомерных массивов, так и вычислительные аспекты выполнения операций с матрицами и многомерными массивами в малоранговых представлениях. Демонстрируется приложение методов малопараметрического представления данных к решению систем линейных уравнений, спектральных задач, задач дискретной оптимизации, вычислению многомерных интегралов.