**Бакалавриат**

**АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)**

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

**Направленность программы**

**Математические методы обработки информации и принятия решений**

**Кафедра Математической кибернетики**

**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.

### Функциональный анализ

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

**Вероятностные модели**

Целью освоениякурса «Вероятностные модели» является изучение принципов выбора математических моделей реальных явлений и процессов, протекающих в условиях стохастической неопределенности. Основной упор делается на описание асимптотических аппроксимаций и на энтропийный подход. Значительное внимание уделяется обсуждению условий применимости вероятностных моделей и, в частности, предельных теорем теории вероятностей. Обсуждаются обобщения классических предельных теорем на выборки случайного объема. В качестве примера к конкретным прикладным задачам строятся вероятностные модели процессов эволюции финансовых индексов.

**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.

**Методы оптимизации**

Для задач оптимизации в гильбертовом пространстве обсуждаются вопросы существования оптимальных решений, необходимые и достаточные условия оптимальности в форме вариационного неравенства и правила множителей Лагранжа. Рассматриваются основные итерационные методы приближённого решения задач оптимизации: градиентные, Ньютона, штрафов, а также симплекс-метод решения задач линейного программирования; исследуются свойства их сходимости. Излагаются основы теории двойственности, а также основные идеи, формулировки и схемы применения принципа максимума Л. С. Понтрягина к задачам оптимального управления и метода регуляризации А. Н. Тихонова к некорректно поставленным задачам оптимизации.

**Оптимальное управление**

Годовой курс оптимальное управление читается в 5-м и 6-м семестрах.

В 5-м семестре исследуется линейная задача быстродействия.С помощью аппарата опорных функций исследуются классические вопросы оптимального управления: управляемость, теорема существования оптимального управления, необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума Л.С. Понтрягина, достаточные условия оптимальности. Полученные результаты применяются для исследования линейной задачи оптимального управления с терминальным функционалом и свободным правым концом.

В 6-м семестре изучается нелинейная задача оптимального управления с интегральным функционалом. Формулируется и доказывается теорема о необходимых условиях оптимальности с привлечением техники вариаций Макшейна. На примере нелинейной задачи быстродействия подробно изучаются идеи метода динамического программирования. Рассматриваются различные примеры задач оптимального управления, включая задачи с особыми режимами и задачи на бесконечном промежутке времени.

**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.

**Статистическая физика**

Курс посвящен введению в статистическую физику, изучающую основные закономерности поведения макроскопических сред, т.е. тел, состоящих из огромного числа отдельных частиц – атомов и молекул. Курс включает разделы термодинамики, молекулярной физики и статистической физики. Основное внимание уделяется изучению равновесных процессов: начала термодинамики, основные распределения статистической физики, энтропия, термодинамические потенциалы, статистическая сумма, реальные газы. Заключительная часть курса посвящена изложению теории флуктуаций и основ физической кинетики.

**Избранные вопросы дискретной математики**

Курс продолжает и дополняет базовый курс по дискретной математике. Он содержит три раздела, связанных с алгебраическим подходом к задачам дискретной математики. Первый раздел посвящен конечным функциям. В нем рассматриваются основы универсальной алгебры, а также вопросы полноты и выразимости k-значных функций. Во втором разделе разбираются основные свойства конечных групп и их применение к подсчету числа дискретных объектов. Третий раздел посвящен конечным полям и их свойствам, а также построению конечных полей и вычислениям в конечных полях.

**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.

**Численные методы**

Данный курс направлен на развитие навыков у студентов в решении типовых задач алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Рассматриваются те методы, которые выдержали испытание практикой и применяются для решения реальных прикладных задач. Устанавливаются связи между различными разделами математики и численными методами. Теоретический материал иллюстрируется на лекциях примерами с результатами расчетов.

**Случайные процессы**

В рамках данного курса рассматриваются основные модели теории случайных процессов такие как цепи Маркова с дискретным и непрерывным временем, корреляционная теория случайных процессов, стохастический интеграл, линейные стохастические дифференциальные уравнения, стационарные процессы. Более подробно исследованы свойства винеровского и пуассоновского процессов. Во второй части курса рассмотрены некоторые прикладные задачи теории случайных процессов: линейные преобразования стационарных процессов и задачи о наилучшей линейной оценки (прогноз и фильтрация).

**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.

**Математические модели и методы синтеза сверхбольших интегральных схем**

Курс посвящен изложению ключевых вопросов, связанных с логическим и физическим проектированием сверхбольших интегральных схем (СБИС). В нем рассматриваются математические модели современных электронных схем, описываются основные подходы к решению математических задач, возникающих при проектировании современных СБИС. В рамках практических занятий осуществляется знакомство с базовыми пакетами программ логического проектирования СБИС, и формируются базовые навыки решения задач автоматизации проектирования интегральных схем, на примере проектирования простых устройств с использованием программируемых логических интегральных схем.

**Элементы теории дискретных управляющих систем**

Курс «**Элементы теории дискретных управляющих систем**» читается после курса «Основы кибернетики» и является дополнением последнего. Он посвящён более глубокому изучению ряда моделей, методов и результатов теории дискретных управляющих систем (УС), связанных с задачей схемной или структурной реализации дискретных функций и алгоритмов, а также некоторых вопросов надежности и контроля УС. В нём рассматриваются, в частности, дополнительные вопросы теории дизъюнктивных нормальных форм. В программу курса входят результаты об асимптотике функции Шеннона для сложности формул, схем из функциональных элементов, контактных и итеративно-контактных схем в произвольном базисе, а также о поведении функции Шеннона для глубины функций алгебры логики (ФАЛ) в произвольном базисе. Изучаются вопросы синтеза надежных схем из ненадежных функциональных элементов в рамках вероятностой модели и излагаются асимптотически оптимальные методы их синтеза в некоторых базисах. Рассматривается задача синтеза самокорректирующихся схем из функциональных элементов. В рамках модели контактных схем излагаются некоторые вопросы контроля УС, связанные с построением полного диагностического и полного проверяющего тестов при реализации произвольной ФАЛ, а также с построением единичного проверяющего теста при моделировании произвольной ФАЛ.

**4 курс**

**Математические модели в экономике**

Цель данного курса - познакомить слушателей с различными математическими моделями в экономике такими, как модель межотраслевого баланса, модель экономического планирования и оптимального экономического роста, модель конкурентного равновесия, а также с некоторыми разделами математики такими, как теория неотрицательных матриц и её приложения в экономике.

**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.

### Дополнительные главы дискретной математики и кибернетики

Курс состоит из четырех частей. В первой части излагаются основы теории функций многозначной логики. Доказываются критерии полноты и устанавливается ряд существенных отличий функций многозначной логики от булевых функций. Во второй части изучаются ограниченно – детерминированные (автоматные) функции. Основное внимание уделяется способам задания автоматных функций : деревьями, каноническими уравнениями, диаграммами Мура и схемами из автоматных элементов. Третья часть посвящена машинам Тьюринга и вычислимым функциям. Доказывается вычислимость частично рекурсивных функций. В четвертой части доказывается теорема Форда и Фалкерсона о максимальном потоке в сети.

**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.

**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.

**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.

### Сложность алгоритмов

Цель курса – ознакомить студентов с основными способами оценки сложности алгоритмов, с основными методами построения быстрых алгоритмов, с проблемами, которые имеются в теории сложности алгоритмов.

**Математические модели криптологии**

В курсе даётся систематическое изложение основных алгебраических объектов, которые применяются в криптографии. Основное внимание уделяется основам теории чисел и теории групп подстановок. Особо рассматриваются вопросы строения конечных полей и конечных групп.

**Избранные вопросы теории графов**

Курс продолжает базовый курс по дискретной математике. Он содержит три раздела. В первом разделе разбираются основные структурные свойства графов, в частности, связность графов, деревья, раскраски графов, экстремальные графы и теория Рамсея, а также потоки в сетях. Во втором разделе рассматриваются методы линейной алгебры в теории графов: доказываются теорема Кирхгофа о деревьях, утверждения о выявлении некоторых свойств графов по матрицам смежности, инцидентности и по спектрам матриц смежности, изучаются свойства матриц, связанных с графами. Третий раздел посвящен перечислению графов: основной упор делается на применение метода производящих функций к оценкам числа графов различных типов, исследуются производящие функции и находятся асимптотические представления для помеченных и непомеченных графов и орграфов, связных графов, блоков, деревьев.

### Пакеты прикладных программ

Курс посвящен обзору современного математического программного обеспечения, применяемого в математических исследованиях. Излагаются основные возможности пакетов, их технические характеристики, примеры использования в различных областях математики.

**Математические основы криптологии**

В курсе даётся систематическое изложение основных алгебраических объектов, которые применяются в криптографии. Основное внимание уделяется основам теории чисел и теории групп подстановок. Особо рассматриваются вопросы строения конечных полей и конечных групп.

**Модели вычислений**

Цель учебного курса «Модели вычислений»- ознакомить студентов, специализирующихся в области прикладной математики и информатики, с основными понятиями, моделями и методами решения задач таких разделов теории вычислений как теория автоматов, теория формальных языков, формальные методы верификации, прикладные логики, теория взаимодействующих процессов, сети Петри, молекулярные вычисления; все перечисленные модели, методы их построения и анализа используются для решения прикладных задач программирования и информатики.

Задачами данного курса являются ознакомление студентов с устройством и вычислительными возможностями наиболее распространенных моделей вычислений и с прикладными задачами программирования и информатики, для решения которых используются рассматриваемые в курсе модели вычислений, а также приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков выбора и адаптации моделей вычислений для решения прикладных задач, применения математических методов построения и анализа поведения моделей вычислений, рассматриваемых в курсе и глубокого понимания взаимосвязи задач построения и анализа поведения моделей вычислений с задачами, понятиями и методами дискретной математики, алгебры, математической логики.