**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 Исследования операций**

**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.

**Теория оптимизации**

Курс представляет собой весьма полное изложение теории конечномерной оптимизации, и, наряду с традиционными разделами, содержит информацию о некоторых современных направлениях развития этой науки. Главное внимание уделено условиям оптимальности. Схема изложения основана на постепенном переходе от более специальных классов задач к более общим (от задач линейного программирования к выпуклым задачам, а затем к общим нелинейным задачам). Весьма полно освещен аппарат конечномерной оптимизации: теоремы о неявной функции, теория систем линейных неравенств, соответствующие главы конечномерного выпуклого анализа.

**Актуарная математика**

В курсе рассматриваются модели краткосрочного и долгосрочного страхования. Основными понятиями являются основы теории дисконтирования, разовые нетто – премии, страховые договоры с выплатами в момент смерти (непрерывные модели),срочное и бессрочное страхование, страхование на дожитие, смешанное страхование. В модели перестрахования указанные понятия используются. Изучаются типы перестрахования в том числе и крупных рисков, аннуитеты разных типов и регулярные премии. В конце курса изучается теория страховых резервов разных типов в изученных ранее моделях страхования:перспективные и ретроспективные резервы, страхование с кратными декрементами и страхование нескольких лиц

**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).

# Введение в математическую экономику

В курсе излагаются базовые модели математической теории игр и математической экономики.

В первой части основные темы: игра в нормальной форме, равновесие Нэша, понятия доминирования, теоремы о связи доминирования с поиском равновесий Нэша, позиционные игры с полной информацией, совершенное подыгровое равновесие, алгоритм Куна, функции полезности, теорема Неймана.

Основные темы второй части: модель конкурентного рынка одного товара, задача об оптимальной стратегии монополии, модель олигополии КурноЮ модель Бертрана-Эджворта, основные виды налогов, их влияние на функции предложения и равновесие.

**Теория риска**

Целью освоения дисциплины является весьма полное ознакомление слушателей с основными моделями теории риска и их приложениями в страховании. Наряду с традиционными разделами, курс содержит информацию о некоторых современных направлениях развития этой науки. Главное внимание уделено построению моделей риска. Схема изложения основана на постепенном переходе от модели индивидуального риска к более общей модели коллективного риска и далее к обобщенным процессам, на основе которых рассматривается проблема оценки финансовой устойчивости. Весьма полно освещен аппарат рисковых моделей: обобщенные распределения, классы специальных распределений, теоремы о разорении за бесконечное и конечное время, соответствующий аппарат для решения интегро-дифференциальных уравнений в частных производных.

**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.

### Ньютоновские методы для задач оптимизации и вариационных задач

Краткий курс численных методов оптимизации, основное внимание в котором уделено методам общего назначения, ориентированным нарешение гладких задач математического программирования ивариационных задач без какой-либо специальной структуры.Излагаются как «классические» методы, важные в идейномотношении, так и более изощренные «новые» алгоритмы,привлекающие в настоящее время наибольшее внимание специалистов и пользователей.

### 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.

**Дискретная оптимизация**

Целью освоения дисциплины является весьма полное ознакомление слушателей с основными моделями и методами дискретной оптимизации и их приложениями. Наряду с традиционными разделами, курс содержит информацию о некоторых современных направлениях развития этой науки. Главное внимание уделено методам построения моделей дискретной оптимизации и систематическому изложению наиболее ярких и ценных алгоритмов их реализации. Весьма полно освещен аппарат алгоритмов «на графах», и приемов их получения. Транспортные, компьютерные сети, сети связи удобно представлять графами, поэтому для исследования операций, связанных с такими задачами, аппарат исследования с помощью теории графов является одним из наиболее перспективных.

**Модели рынков и аукционов**

В курсе изучаются основные теоретико-игровые модели рынков и аукционов однородных товаров, применяются основные концепции решений иерархических игрв данных моделях. По окончании курса предполагается, что слушатели будут знать теорию анализа и проектирования экономических механизмов, основные методы расчета равновесных стратегий и общего благосостояния в экономических моделях, уметь применять теоретические навыки к решению задач; анализировать и интерпретировать полученные результаты, строго обосновывать математические утверждения; применять условия оптимальности для анализа и решения оптимизационных моделей.