**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 Нелинейных динамических систем и процессов управления**

**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.

**Теоретическая механика**

Основу данного курса составляют кинематика точки и твердого тела, динамика и статика системы материальных точек, динамика твердого тела. В курс входят методы построения закона движения и траектории, вычисления скорости и ускорения движущейся точки, способы задания движения твердого тела, определение поля скоростей и поля ускорений свободного твердого тела, расчет характеристик сложного движения. Дается элементарная теория механических связей. Изучаются локальные вариационные принципы механики**.** Обосновываются методы аналитической и геометрической статики. Дается теория уравнений Лагранжа 2-го рода. Доказываются общие теоремы механики системы материальных точек. Выводятся основные динамические характеристики твердого тела и исследуется динамика практически интересных математических моделей систем твердых тел.

**Математические методы в теории управления и оптимизации**

В курсе излагаются математические основы современной математической теории управления: структура системы управления, основные принципы управления, основные задачи управления, математические методы описания систем управления – метод передаточных функций, основанный на преобразований Лапласа, метод пространства состояний, вход-выходные соотношения через обыкновенные дифференциальные уравнения и интегральные уравнения, метод структурных схем. Рассматриваются примеры построения математических моделей объектов управления.

**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).

**Многосвязные и нестационарные системы автоматического управления**

Курс состоит из двух частей представляющих собой введение в теорию многосвязных и нестационарных систем автоматического управления соответственно. В первой части, посвященной многосвязным системам, обсуждаются вопросы управляемости, наблюдаемости таких систем, их канонические формы и декомпозиция. Рассматриваются элементы теории реализации и геометрических методов. Во второй части, посвященной нестационарным системам, рассматриваются вопросы их устойчивости, управляемости и наблюдаемости. Особое внимание уделяется отличиям между стационарными и нестационарными системами.

Примерная программа курса:

1. Методы описание скалярных и многосвязных систем
2. Канонические формы в пространстве состояний, структурные свойства систем
3. Матричная передаточная функция и ее свойства
4. Нули многосвязных систем и их влияние на свойства системы
5. Задачи синтеза систем управления
6. Нестационарные системы

**Современные компьютерные технологии в теории управления и оптимизации**

Целью данного курса является изучение современных компьютерных технологий и пакетов прикладных программ для компьютерного моделирования и решения типовых задач математической теории управления и оптимизации.

В курсе рассматриваются базовые принципы работы с пакетами прикладных программ, а также подробно рассматривается один из наиболее популярных пакетов MATLAB.

**Теория обратной связи**

В курсе изучаются основные принципы классической и современной теории управления, различные виды математических моделей линейных, стационарных и нестационарных, непрерывных и дискретных систем, а также нелинейных управляемых систем.

В первой части курса (6 семестр) излагаются основы теории управляемых динамических систем: для линейных динамических систем с непрерывным временем подробно рассматриваются понятия устойчивости, управляемости и наблюдаемости; излагаются подходы к оценке качества линейных систем управления; приводятся методы решения задачи программного управления, синтеза стабилизирующей обратной связи по состоянию и по выходу, излагается алгоритм решения задачи слежения для линейных систем. Описываются методы построения наблюдателей для линейных динамических систем.

Во второй части курса (7 семестр) излагаются основы теории дискретных систем: классификация дискретных систем и их математическое описание, устойчивость и оценка качества дискретных систем, методы синтеза дискретных систем управления. Рассматриваются неопределенные динамические системы, функционирующие в условиях координатных и параметрических возмущений. Излагаются подходы к решению задачи стабилизации и задачи слежения для неопределенных систем.

**Управление техническими объектами**

 Целью дисциплины является ознакомить студентов с прикладными вопросами использования теории автоматического управления (TAУ). Даются базовые представления о автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП). Рассматриваются математические модели и неидеальности присущие типовым компонентам системы управления, обсуждаются вопросы построения совокупной модели системы управления и принципы ее анализа и упрощения.

**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.

### 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.

**Современная теория динамических систем**

Курс посвящен введению в современную теорию динамических систем, понятия и методы которой используются во многих областях знаний. Исторически динамические системы привлекли внимание благодаря открытию Ньютоном того факта, что движение механических объектов описывается динамическими системами. К настоящему времени хорошо известно, что очень многие явления в природе и обществе, такие как радиоактивный распад, химические реакции, рост численности популяций, динамика цен на рынке, могут моделироваться с разной степенью точности динамическими системами. Для изучения динамических систем требуется математический аппарат, который обычно не приводится в стандартных университетских курсах. Это - прежде всего методы дифференциальной геометрии и теории групп Ли. Поэтому в предлагаемом курсе значительное место отводится изучению этих методов. После изложения этих методов рассматриваются основные положения качественной теории динамических систем (интегралы, симметрии и т.д.). Далее рассматривается теория гамильтоновых динамических систем, имеющая многочисленные приложения, а также элементы эргодической теории. Особенностью курса является включение вопросов теории управления, что обусловлено тем, что одним из основных объектов теории управления является управляемая динамическая система, которая является обобщением “обычной” динамической системы. Оказывается, что изложенные методы современной теории динамических систем могут эффективно использоваться для решения актуальных вопросов теории управления (управляемость, наблюдаемость и т.д.), что и демонстрируется в курсе.

**Управление конфликтами и дифференциальные уравнения**

Предлагается подход к изучению игровых задач, основанный на поиске новых понятий конфликтного равновесия, не содержащих в своем определении никаких искусственных норм поведения участников, позволивший построить теорию, обеспечивающую существование и почти всегда единственность решения любых игровых (конфликтны) задач (статических и динамических). Основу этой новой теории составило понятие -равновесия, наиболее слабого из возможных равновесий, существующего в любых задачах, и около 30 постепенно усиливающихся (до этого неизвестных) новых понятий равновесия. Подобный подход впервые в теории игр позволилпо существу однозначным образом в любой конфликтной задаче (игре) находить устраивающий всех участников справедливый дележ кооперативного дохода.

Кроме того, автором за последние 15 лет удалось построить (до этого не существовавшую) теорию игр с побочными интересами участников (т.е. теорию игр на пересекающихся игровых множествах), которая позволяет успешно разрешать конфликты на произвольных пересекающихся игровых множествах с любым числом участников.