

МИНОБРНАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ**

**специальность 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ»**

Воронеж 2020

1. Математические основы

1.1. Элементы математического анализа и алгебры

- 1.1.1. Предел функции и его свойства. Производная и дифференциал. Теорема о среднем значении. Исследование функций и построение графиков.
- 1.1.2. Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Частные производные и производная по направлению. Формула Тейлора.
- 1.1.3. Основные типы интегралов и классы интегрируемых функций. Основные методы интегрирования. Определенный и несобственный интегралы.
- 1.1.4. Числовые и функциональные ряды. Признаки сходимости. Степенные ряды.
- 1.1.5. Кратные интегралы и их свойства. Замена переменных в кратном интеграле.
- 1.1.6. Ряды Фурье. Критерий сходимости. Дифференцирование и интегрирование рядов Фурье. Понятие интеграла Фурье. Преобразование Фурье.
- 1.1.7. Алгебраические операции и их свойства. Основные алгебраические структуры. Алгебра многочленов. Основная теорема алгебры.
- 1.1.8. Линейные пространства и подпространства. Линейные операторы и матрицы. Операции над матрицами. Эквивалентные матрицы.
- 1.1.9. Определители и их свойства. Применение: критерий невырожденности матрицы, вычисление ранга
- 1.1.10. Методы решения систем линейных уравнений.

1.2. Элементы дискретной математики

- 1.2.1. Понятие множества. Операции над множествами и их свойства. Мощность. Метод включений и исключений.
- 1.2.2. Бинарные отношения. Операции над отношениями. Основные свойства отношений. Основные типы отношений: эквивалентность, порядок, квазипорядок. Частично и линейно упорядоченные множества.
- 1.2.3. Основные комбинаторные конфигурации с повторениями и без повторений. Биномиальные коэффициенты и их свойства. Метод производящих функций.
- 1.2.4. Рекурсия и рекуррентные соотношения. Общее и частное решения.
- 1.2.5. Пропозициональные формулы и булевы функции. Свойства основных логических операций. Канонические представления пропозициональных формул.
- 1.2.6. Полные системы булевых функций. Теорема о полноте. Понятие базиса.

- 1.2.7. Предикаты первого порядка. Операция навешивания кванторов и их свойства. Предваренная нормальная форма. Сколемовская функция.
- 1.2.8. Формальные исчисления (формальные аксиоматические теории). Понятие вывода и выводимой формулы. Исчисление высказываний. Метод резолюций. Неклассические логики.

1.3. Элементы теории графов

- 1.3.1. Достижимость и связность. Определение сильных компонент, баз и антибаз.
- 1.3.2. Независимые и доминирующие множества. Задача о покрывающих множествах.
- 1.3.3. Задача раскраски. Характеристика точных и приближенных алгоритмов раскрашивания.
- 1.3.4. Деревья и остовы. Количество остовов и их генерация для заданного графа. Деревья поиска в глубину и в ширину. Базисные циклы и базисные разрезающие множества относительно остова.
- 1.3.5. Эйлеровы и гамильтоновы графы.
- 1.3.6. Экстремальные задачи на графах: максимальный и минимальный (кратчайший) пути, кратчайший остов, максимальный поток.

1.4. Элементы теории вероятностей и математической статистики

- 1.4.1. Аксиоматическое построение теории вероятности. Понятие вероятностного пространства. Свойства вероятности. Классическая, геометрическая и статистическая вероятности. Условная вероятность. Формулы полной вероятности и Байеса.
- 1.4.2. Последовательных независимых испытаний. Формула Бернулли. Предельные теоремы в схеме Бернулли. Производящая функция для схемы с неравновероятными исходами.
- 1.4.3. Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения и ее свойства. Плотность распределения и ее свойства. Независимость случайных величин.
- 1.4.4. Числовые характеристики случайных величин и их свойства. Моменты. Условное математическое ожидание.
- 1.4.5. Характеристические и производящие функции. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема.
- 1.4.6. Основные задачи математической статистики. Выборочный метод. Точечные оценки и их свойства. Метод максимального правдоподобия и метод моментов для нахождения оценок параметров распределений.
- 1.4.7. Интервальные оценки. Понятия доверительного интервала и доверительной вероятности. Доверительные интервалы для неизвестного математического ожидания.
- 1.4.8. Статистическая проверка гипотез. Ошибки первого и второго рода. Понятие мощности критерия. Наиболее мощный критерий. Пример.

1.4.9. Понятие случайного процесса. Типы случайных процессов. Ковариационная функция случайного процесса и ее свойства. Понятие «белого шума» для процессов с дискретным временем.

1.5. Элементы теории оптимизации и математического программирования

1.5.1. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Задачи условной оптимизации. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Методы штрафных функций.

1.5.2. Классификация задач математического программирования. Задача линейного программирования. Свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Симплексный метод. Двойственная задача. Геометрическая интерпретация двойственных переменных. Теоремы двойственности.

1.5.3. Выпуклые функции и их свойства. Постановка задачи выпуклого программирования. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве. Теорема Удзавы. Теорема Куна-Таккера и ее геометрическая интерпретация. Теория двойственности в выпуклом программировании.

1.5.4. Классификация методов безусловной оптимизации и их характеристика. Градиентные методы. Метод Ньютона и его модификации, квазиньютоновские методы. Методы сопряженных градиентов. Конечно-разностные методы. Методы покоординатного спуска, Хука-Дживса, сопряженных направлений.

1.5.5. Задача дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера. Задача о назначениях.

1.5.6. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

1.6. Элементы численных методов

1.6.1. Интерполяция и аппроксимация. Интерполяционные формулы Лагранжа, Ньютона и Эрмита. Многочлены Чебышева и наилучшие равномерные приближения.

1.6.2. Метод наименьших квадратов и наилучшие среднеквадратические приближения. Системы ортогональных многочленов. Аппроксимация функций многочленами Фурье.

1.6.3. Интерполяционные сплайны. Вариационное свойство кубических сплайнов. В - сплайны.

1.6.4. Задача численного интегрирования. Квадратурные формулы прямоугольников. Семейство квадратурных формул Ньютона-Котеса. Состав-

ные квадратурные формулы трапеций и Симпсона. Квадратурные формулы Гаусса.

1.6.5. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод Холесского. Метод прогонки. Итерационные методы решения систем линейных уравнений: метод простой итерации, метод Зейделя, метод переменных направлений.

1.6.6. Обусловленность линейных систем и матриц. Понятие о методе регуляризации Тихонова. Круги Гершгорина. Степенной метод и метод скалярных произведений вычисления собственных векторов и собственных значений.

1.6.7. Методы Эйлера и Рунге-Кутты решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Правило Рунге для оценки погрешности.

1.7. Элементы дифференциальных уравнений

1.7.1. Простейшие дифференциальные уравнения первого порядка и методы их решения. Условие Липшица. Зависимость решений от параметров и начальных данных.

1.7.2. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка (однородные и неоднородные). Понятие краевой задачи. Функция Грина и ее свойства.

1.7.3. Системы дифференциальных уравнений. Матричное представление. Формула Якоби.

1.7.4. Понятие устойчивости в теории дифференциальных уравнений. Устойчивость линейных систем. Спектральный признак устойчивости. Критерий Рауса-Гурвица. Функция Ляпунова.

2. Вопросы для профиля «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

2.1.1. Основные понятия системного анализа. Свойства сложной системы. Принципы системного подхода. Классификация систем: структурированные, целенаправленные, адаптивные, самообучающиеся. Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа.

2.1.2. Постановка задачи принятия решений (ЗПР). Классификация ЗПР. Основные этапы процесса принятия решений: оценка, сравнение, выбор. Скалярная и векторная оптимизация. Типы неопределенности и ее влияние на формализацию исходной информации. Экспертное оценивание. Типы экспертных оценок.

2.1.3. Многокритериальная модель принятия решений. Принцип Парето и множество Парето. Свертка критериев. Методы построения весовых коэффициентов критериев. Принятие решений в условиях неопределенности и риска. Классические и производные критерии оптимально-

сти (максиминный, максимаксный, Байеса-Лапласа, Гермейера, Сэвиджа, Гурвица и др.).

- 2.1.4. Принятие решений в условиях конфликта. Игра как модель конфликта. Классификация игр. Антагонистические игры. Чистые и смешанные стратегии. Понятие седловой точки. Решение игр.
- 2.1.5. Групповой выбор. Механизмы и процедуры голосования. Общая характеристика методов группового выбора. Оценка непротиворечивости и согласованности экспертных суждений.
- 2.1.6. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование.
- 2.1.7. Классификация систем управления. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики.
- 2.1.8. Управление в сложных системах. Понятие функции управления, обратной связи и ее роль в управлении. Постановка задачи управления и ее формализация. Специальное математическое обеспечение управления. Эффективность управления.
- 2.1.9. Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.
- 2.1.10. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы.
- 2.1.11. Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.
- 2.1.12. Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квазирасщепления. Следящие системы.
- 2.1.13. Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.
- 2.1.14. Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкну-

- тые системы и замкнутые системы. Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Многомерные импульсные системы.
- 2.1.15. Консервативные динамические системы. Элементы теории бифуркации. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем. Автоколебания нелинейных систем. Гладкие нелинейные динамические системы на плоскости: анализ управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и синтез обратной связи.
- 2.1.16. Основы построения и функционирования вычислительных машин: общие принципы, архитектура, память, процессоры, каналы и интерфейсы ввода-вывода, периферийные устройства. Процессор. Главная память. Система команд. Машинное слово. Разрядность и адресность. Программы и данные. Элементная база.
- 2.1.17. Архитектурные особенности и организация функционирования вычислительных машин различных классов. Иерархическая структура ЭВМ. Главный процессор, каналные процессоры, контроллеры устройств. Накопители данных и внешние устройства ЭВМ.
- 2.1.18. Классификация и архитектура вычислительных сетей, техническое, информационное и программное обеспечение сетей, структура и организация функционирования сетей (глобальных, региональных, локальных).
- 2.1.19. Структура и характеристики систем телекоммуникаций: коммутация и маршрутизация телекоммуникационных систем, цифровые сети связи, электронная почта. Эффективность функционирования вычислительных машин, систем и сетей телекоммуникаций, пути ее повышения. Перспективы развития вычислительных средств. Технические средства человеко-машинного интерфейса.
- 2.1.20. Операционные системы. Функции операционной системы (ОС): управление задачами, управление данными, связь с оператором. Системное внешнее устройство и загрузка ОС. Управляющие программы (драйверы) внешних устройств. Сообщения операционной системы. Команды и директивы оператора.
- 2.1.21. Системы программирования. Понятие разработки приложений. Состав системы программирования: язык программирования (ЯП), обработчик программ; библиотека программ и функций. История развития и сравнительный анализ ЯП. Типы данных. Элементарные данные, агрегаты данных, массивы, структуры, повторяющиеся структуры. Вычислительные данные, символьные данные, логические, адресные (метки и пойнтеры), прочие (битовые строки). Понятие блока и процедуры. Операторы ЯП: управления (организация циклов, ветвления процесса, перехода), присваивания, вычисления арифметических, логических, строчных выражений. Стандартные арифметические, логические, строчные функции.

- 2.1.22. Программные продукты (приложения). Оболочки операционной системы. Программные пакеты информационного поиска. Оболочки экспертных систем. Системы управления базами данных, состав и структура. Типовые функции СУБД: хранение, поиск данных; обеспечение доступа из прикладных программ и с терминала конечного пользователя; преобразование данных; словарное обеспечение БД; импорт и экспорт данных из(в) файлов ОС ЭВМ. Типовая структура СУБД.
- 2.1.23. Новейшие направления в области создания технологий программирования. Программирование в средах современных информационных систем: создание модульных программ, элементы теории модульного программирования, объектно-ориентированное проектирование и программирование. Объектно-ориентированный подход к проектированию и разработке программ.
- 2.1.24. Элементы компьютерного моделирования. Классификация видов моделирования. Имитационные модели процессов. Математические методы моделирования. Стратегическое и тактическое планирование имитационных экспериментов с моделями. Формализация и алгоритмизация информационных процессов. Концептуальные модели систем. Логическая структура моделей. Графические нотации и инструментальные средства концептуального и функционального моделирования систем (IDEF, DFD, UML). Построение моделирующих алгоритмов.
- 2.1.25. Статистическое моделирование на ЭВМ. Оценка точности и достоверности результатов моделирования. Инструментальные средства. Языки имитационного моделирования. Анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ.
- 2.1.26. Базы данных. Основные понятия. Независимость программ и данных. Интегрированное использование данных. Структуры БД. БД и файловые системы. Документальные и фактографические базы данных, базы знаний. Положительный и отрицательный словари. Описание БД. Обработка текстов при загрузке БД. Понятие экспорта-импорта документов-данных.
- 2.1.27. Понятие модели данных. Иерархическая, сетевая модели данных, сравнительный анализ, противоречия и парадоксы. Реляционная модель данных. Экземпляры отношений, домены, атрибуты. Операции над отношениями: селекция, проекция, естественное соединение. Понятие реляционной полноты языка манипулирования данными. Модель данных «сущность-связь».
- 2.1.28. Языковые средства информационных технологий. Информационно-поисковый язык. Язык информационно-логический. Язык процедурно-ориентированный. Язык диалога. Естественный язык. Словарный комплекс
- 2.1.29. АИС. Классификаторы. Кодификаторы. Тезаурусы: состав и структура. Языки описания данных и словарь данных. Языки запросов SQL и QBE.

- 2.1.30. Базы знаний. Методы представления знаний: классификационные тезаурусные, основанные на отношениях, семантические сети и фреймы, продукционные и непродукционные модели.
- 2.1.31. Глобальные информационные сети. Общие характеристики, основные понятия, структура, организация, основные программные средства, информационные ресурсы (адрес в сети, имя в сети). Основные информационные средства и ресурсы сети. Удаленный доступ к ресурсам сети. Эмуляция удаленного терминала. Настройки на определенный тип терминала.
- 2.1.32. Обмен файлами. Архитектура взаимодействия программ. Настройка программы-сервера. Анонимный доступ к удаленной файловой системе. Организация каталогов на удаленной системе и защита от несанкционированного доступа. Электронная почта. Принципы организации системы электронной почты.
- 2.1.33. Конкретные информационные и файловые системы в сети Internet. Gopher, WAIS (Wide Area Information Servers), WWW (World Wide Web). Принципы организации. Архитектура информационных массивов. Языки запросов. Средства отображения информации. Организация гипертекстового документа. Язык разметки HTML. Протокол обмена HTTP. Организация глобальной гипертекстовой сети.
- 2.1.34. Параллельные вычисления. Понятие параллелизма. Цели параллельной обработки. Формы параллелизма в алгоритмах и программах. Информационный граф. Ярусно-параллельная форма. Векторный параллелизм. Параллелизм независимых ветвей. Скалярный параллелизм. Сети Петри. Параллельные вычислительные архитектуры. Классификации параллельных вычислительных архитектур. Конвейерные архитектуры для скалярной обработки. Конвейерные архитектуры для векторной обработки. Коммутация в параллельных архитектурах. Ассоциативные архитектуры. Системные архитектуры. Программируемые архитектуры. Архитектуры для обработки семантических сетей.
- 2.1.35. Понятие модели. Классификация моделей. Общие принципы и методы математического моделирования объектов, систем, процессов. Качество и адекватность моделей.
- 2.1.36. Непрерывные математические модели. Модели и методы исследования физико-механических систем. Модели нелинейной динамики.
- 2.1.37. Дискретные модели. Задачи дискретного линейного программирования и методы их решения.
- 2.1.38. Вероятностные модели. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных процессов. Имитационное моделирование систем и сетей массового обслуживания. Пакеты имитационного моделирования.
- 2.1.39. Понятие нечеткой модели. Этапы нечеткого моделирования. Типы нечетких моделей (Мамдани, Такаги-Сугено, реляционная). Раз-

работка нечетких моделей в MatLab. Методы нечеткого моделирования.

- 2.1.40. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем. Практическое моделирование в среде MatLab. Применение суперкомпьютеров в математическом моделировании. Планирование эксперимента.
- 2.1.41. Проблемно-ориентированные модели и языки.
- 2.1.42. Классификация приближенных методов решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Семейство методов Рунге-Кутты. Многошаговые методы Адамса.
- 2.1.43. Методы приближенного решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных. Метод коллокации. Метод Галеркина. Метод конечных элементов.
- 2.1.44. Общая схема решения задач численного анализа. Аппроксимация, устойчивость, сходимость.
- 2.1.45. Численное решение интегральных уравнений. Метод решений интегральных уравнений Фредгольма. Метод решений интегральных уравнений Вольтерра.

3. Рекомендуемая литература

- 3.1.1. Алгазинов, Э.К. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем / Э.К. Алгазинов, А.А. Сирота – М. : Диалог-МИФИ, 2009.
- 3.1.2. Амосов, А.А. Вычислительные методы / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. – М. : Лань, 2014.
- 3.1.3. Анализ данных и процессов / А. Барсегян [и др.]. – СПб. : БХВ-ПИТЕР, 2009.
- 3.1.4. Андерсен, Дж. Дискретная математика и комбинаторика / Дж. Андерсен. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003.
- 3.1.5. Андрейчиков, А.В. Интеллектуальные информационные системы : учебник для вузов / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2006.
- 3.1.6. Астахова, И.Ф. Язык SQL / И.Ф. Астахова, А.П. Толстобров, В.М. Мельников и др. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.
- 3.1.7. Афанасьев, М.Ю. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения / М.Ю. Афанасьев, Б.П. Суворов. – М. : ИНФРА-М, 2003.
- 3.1.8. Баскаков, А.Г. Лекции по алгебре / А.Г. Баскаков. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2008.
- 3.1.9. Бахвалов, Л.А. Моделирование систем / Л.А. Бахвалов. – М. : Изд-во Моск. горн. ун-та, 2006.
- 3.1.10. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.

- 3.1.11. Биркгоф, Г. Современная прикладная алгебра / Г. Биркгоф, Т. Барти. – СПб.: Лань, 2005.
- 3.1.12. Боровских, А.В. Лекции по обыкновенным дифференциальным уравнениям / А.В. Боровских, А.И. Перов. ☐ Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013.
- 3.1.13. Бродецкий, Г.Л. Системный анализ в логистике. Выбор в условиях неопределенности / Ф.П. Тарасенко. – М. : Академия, 2010.
- 3.1.14. Буреш, О.В. Интеллектуальные информационные системы управления социально-экономическими объектами / О.В. Буреш, А.М. Жук. – М. : Изд-во Красанд, 2012.
- 3.1.15. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука, 2007.
- 3.1.16. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 2009.
- 3.1.17. Вержбицкий, В.М. Численные методы: математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения / В.М. Вержбицкий. – М. : Высшая школа, 2001.
- 3.1.18. Воеводин, В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
- 3.1.19. Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ : учеб. для вузов / В. Н. Волкова, А. А. Денисов, 2010.
- 3.1.20. Гринченков, Д.В. Математическая логика и теория алгоритмов для программистов / Д.В. Гринченков, С.И. Потоцкий. – М. : Кнорус, 2010.
- 3.1.21. Демидович, Б.П. Дифференциальные уравнения / Б.П. Демидович, В.П. Моденов. – СПб. : Лань, 2008.
- 3.1.22. Душин В.К. Теоретические основы информационных процессов и систем / В.К. Душин. – ИТК «Дашков и К», 2009.
- 3.1.23. Ермаков, С.М. Курс статистического моделирования / С.М. Ермаков, Г.А. Михайлов. – М., Наука, 2008.
- 3.1.24. Колесов, Ю.Б. Моделирование систем: динамические и гибридные системы / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006.
- 3.1.25. Колмогоров, А.Н. Математическая логика / А.Н. Колмогоров, А.Г. Драгагин. – М. : КомКнига, 2006.
- 3.1.26. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2000.
- 3.1.27. Логвинов, В.Н. Информационные технологии управления / В.Н. Логвинов. – М.: КноРус, – 2011.
- 3.1.28. Максимов, Н.В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, А.И. Попов. – М.: Форум, 2007.
- 3.1.29. Мартин, Дж. Организация баз данных в вычислительных системах / Дж. Мартин. – М.: Мир, 2000.

- 3.1.30. Махортов, С.Д. Математические основы искусственного интеллекта: теория LP-структур для построения и исследования знаний продукционного типа / С.Д. Махортов. – М. : Изд-во МЦНМО, 2009.
- 3.1.31. Месарович, М. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такахара. – М.: МИР, 1978.
- 3.1.32. Никольский С.М. Курс математического анализа / С.М. Никольский. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001.
- 3.1.33. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах / Пантелеев А.В., Летова Т.А. – М. : Высшая школа, 2008.
- 3.1.34. Певзнер, Л.Д. Математические основы теории систем: Учебное пособие для вузов. / Л.Д. Певзнер – М.: Высшая школа, 2009.
- 3.1.35. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
- 3.1.36. Перегудов, Ф.И, Основы системного анализа / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. – Томск: НТЛ, 2001.
- 3.1.37. Петровский, А.Б. Теория принятия решений / А.Б. Петровский. – М. : Издательский центр «Академия», 2009.
- 3.1.38. Попов, И.И. Введение в сетевые информационные ресурсы и технологии / И.И. Попов, Н.В. Максимов, П.Б. Храмцов. – М.: Изд-во РГГУ, 2001.
- 3.1.39. Поршнева, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MatLab / С.В. Поршнева. – М. : Лань, 2011.
- 3.1.40. Розанов, Ю.А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика / Ю.А. Розанов. – М., Наука, 2008.
- 3.1.41. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Керис. – М.: Радио и связь, 1991.
- 3.1.42. Сирота, А.А. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем / А.А. Сирота. – М. : Техносфера, 2006.
- 3.1.43. Советов, Б. Я. Информационные технологии: учебник для вузов / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. – М.: Высшая школа, 2008.
- 3.1.44. Теория автоматического управления / В.Д. Волков и [др.]. Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2015.
- 3.1.45. Фаддеев, Д.К. Лекции по алгебре / Д.К. Фаддеев. – СПб.: Лань, 2009.
- 3.1.46. Фаддеев, М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента / М.А. Фаддеев. – СПб. : Лань, 2009.
- 3.1.47. Юдович, В.И. Математические модели естественных наук / В.И. Юдович. – М. : Лань, 2011.

4. Примерные вопросы к экзамену

4.1. Общие понятия

- 4.1.1. Представление данных. Основные конструкции структур данных. Банки и базы данных. Логическая и физическая организация баз данных.
- 4.1.2. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности.
- 4.1.3. Определение и общая классификация видов информационных технологий. Понятие информационного продукта и информационной услуги.
- 4.1.4. Управление производством и распределением информационных продуктов. Информационные ресурсы.
- 4.1.5. Свойства знаний. Модели представления знаний. Методы приобретения знаний.
- 4.1.6. Классификация экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Архитектура экспертных систем. База знаний.
- 4.1.7. Глобальные, территориальные и локальные сети. Модели взаимодействия компьютеров в сети. Среда передачи данных. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа.
- 4.1.8. Методы и средства защиты информации в сетях.
- 4.1.9. Принципы функционирования сети Internet. Языки и средства программирования Internet-приложений.
- 4.1.10. Программно-технические средства реализации современных офисных технологий. Стандарты пользовательских интерфейсов.
- 4.1.11. Представление звука и изображений в компьютерных системах. Устройства ввода, обработки и вывода мультимедиа информации. Форматы представления звуковых и видеофайлов.
- 4.1.12. Объектно-ориентированный подход к проектированию и разработке программ.
- 4.1.13. Элементы компьютерного моделирования. Языки и пакеты имитационного моделирования.

4.2. Математические основы

- 4.2.1. Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Частные производные и производная по направлению. Формула Тейлора.
- 4.2.2. Основные типы интегралов и классы интегрируемых функций. Основные методы интегрирования. Определенный и несобственный интегралы.
- 4.2.3. Числовые и функциональные ряды. Признаки сходимости. Степенные ряды.
- 4.2.4. Алгебраические операции и их свойства. Основные алгебраические структуры. Алгебра многочленов. Основная теорема алгебры.
- 4.2.5. Линейные пространства и подпространства. Линейные операторы и матрицы. Операции над матрицами. Эквивалентные матрицы.

- 4.2.6. Бинарные отношения. Операции над отношениями. Основные свойства отношений. Основные типы отношений: эквивалентность, порядок, квазипорядок. Частично и линейно упорядоченные множества.
- 4.2.7. Рекурсия и рекуррентные соотношения. Общее и частное решения.
- 4.2.8. Полные системы булевых функций. Теорема о полноте. Понятие базиса.
- 4.2.9. Предикаты первого порядка. Операция навешивания кванторов и их свойства. Предваренная нормальная форма. Сколемовская функция.
- 4.2.10. Независимые и доминирующие множества. Задача о покрывающих множествах.
- 4.2.11. Задача раскраски. Характеристика точных и приближенных алгоритмов раскрашивания.
- 4.2.12. Экстремальные задачи на графах.
- 4.2.13. Аксиоматическое построение теории вероятности. Понятие вероятностного пространства. Свойства вероятности. Классическая, геометрическая и статистическая вероятности. Условная вероятность. Формулы полной вероятности и Байеса.
- 4.2.14. Последовательных независимых испытаний. Формула Бернулли. Предельные теоремы в схеме Бернулли. Производящая функция для схемы с неравновероятными исходами.
- 4.2.15. Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения и ее свойства. Плотность распределения и ее свойства. Независимость случайных величин.
- 4.2.16. Характеристические и производящие функции. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема.
- 4.2.17. Точечные оценки и их свойства. Метод максимального правдоподобия и метод моментов для нахождения оценок параметров распределений.
- 4.2.18. Интервальные оценки. Понятия доверительного интервала и доверительной вероятности. Доверительные интервалы для неизвестного математического ожидания.
- 4.2.19. Задача линейного программирования. Симплексный метод. Двойственные переменные. Теоремы двойственности.
- 4.2.20. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве.
- 4.2.21. Градиентные методы безусловной оптимизации.
- 4.2.22. Конечно-разностные методы безусловной оптимизации.
- 4.2.23. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера. Задача о назначениях.
- 4.2.24. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана.
- 4.2.25. Метод наименьших квадратов и наилучшие среднеквадратические приближения. Задача численного интегрирования. Семейства квадратурных формул.

- 4.2.26. Итерационные методы решения систем линейных уравнений.
- 4.2.27. Простейшие дифференциальные уравнения первого порядка и методы их решения.
- 4.2.28. Системы дифференциальных уравнений. Матричное представление. Формула Якоби.

5. Перечень вопросов по специальному разделу

Профиль: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

- 5.1.1. Принципы системного подхода. Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа.
- 5.1.2. Многокритериальная модель принятия решений. Принцип Парето и множество Парето. Свертка критериев. Методы построения весовых коэффициентов критериев.
- 5.1.3. Принятие решений в условиях неопределенности и риска. Классические и производные критерии оптимальности.
- 5.1.4. Принятие решений в условиях конфликта. Игра как модель конфликта. Антагонистические игры. Чистые и смешанные стратегии. Цена игры.
- 5.1.5. Механизмы и процедуры голосования. Общая характеристика методов группового выбора.
- 5.1.6. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование.
- 5.1.7. Классификация систем управления. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики.
- 5.1.8. Устойчивость систем управления по Ляпунову. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.
- 5.1.9. Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества.
- 5.1.10. Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы и замкнутые системы. Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Многомерные импульсные системы.
- 5.1.11. Элементы теории бифуркации. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.
- 5.1.12. Нечеткое управление. Статические и динамические нечеткие регуляторы. Проектирование нечетких регуляторов.

- 5.1.13. Информационные технологии и системы, их определение, назначение и классификация.
- 5.1.14. Представление знаний. Тезаурусные методы представления знаний.
- 5.1.15. Семантические сети. Семантические отношения и их виды. Лингвистические, логические, теоретико-множественные, квантификационные отношения. Продукционные системы представления знаний.
- 5.1.16. Представление данных. Обработка данных. Система управления базами данных. Архитектура СУБД. Основные конструкции структур данных. Иерархическая структура. Сетевые структуры. Реляционные структуры
- 5.1.17. Информационный поиск. Основные понятия и виды поиска. Информационно-поисковые языки. Модели и стратегии поиска.
- 5.1.18. Нейронные сети и нейросетевые алгоритмы обработки информации. Генетические алгоритмы обработки информации.
- 5.1.19. Машинное обучение. Классификация с обучением (методы и средства). Классификация без обучения.
- 5.1.20. Архитектурные особенности и организация функционирования вычислительных машин различных классов. Иерархическая структура ЭВМ. Накопители данных и внешние устройства ЭВМ.
- 5.1.21. Классификация и архитектура вычислительных сетей, техническое, информационное и программное обеспечение сетей, структура и организация функционирования сетей (глобальных, региональных, локальных).
- 5.1.22. Элементы компьютерного моделирования. Классификация видов моделирования. Имитационные модели процессов.
- 5.1.23. Понятие модели. Классификация моделей. Общие принципы и методы математического моделирования объектов, систем, процессов. Качество и адекватность моделей.
- 5.1.24. Непрерывные математические модели. Модели нелинейной динамики.
- 5.1.25. Задачи дискретного линейного программирования и методы их решения.
- 5.1.26. Моделирование случайных процессов.
- 5.1.27. Имитационное моделирование систем и сетей массового обслуживания. Пакеты имитационного моделирования.
- 5.1.28. Понятие нечеткой модели. Этапы нечеткого моделирования. Типы нечетких моделей (Мамдани, Такаги-Сугено, реляционная).
- 5.1.29. Применение суперкомпьютеров в математическом моделировании.
- 5.1.30. Классификация приближенных методов решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

6. Таблица. Критерии оценки.

Баллы	Критерии оценки
100 – 85	Абитуриент дает развернутый и правильный ответ на поставленные в экзаменационном билете и дополнительные вопросы. Излагает материал в логической последовательности, грамотным научным языком. Демонстрирует навыки практического использования приобретенных знаний, а также знание источников.
75 – 85	Абитуриент дает недостаточно глубокие ответы на поставленные в экзаменационном билете и дополнительные вопросы. Допускает несущественные ошибки в изложении теоретического материала, самостоятельно исправленные после дополнительного вопроса экзаменатора.
60 – 75	Абитуриент дает ответы, содержащие основную суть, но при этом допускаются существенные ошибки. Испытывает затруднения при ответе на вопросы экзаменаторов. Требуется уточняющие и наводящие вопросы. Демонстрирует нарушение логики изложения.
0 - 60	Абитуриент обнаруживает незнание или непонимание наиболее существенной части вопросов по экзаменационному билету или дополнительным вопросам экзаменатора. Допускает существенные ошибки, которые не может исправить с помощью наводящих вопросов экзаменатора. Демонстрирует грубое нарушение логики изложения.