

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пензенский государственный технологический университет»  
(ПензГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Председатель приемной комиссии,  
ректор

  
Д.В. Гащенко  
«04» / 11 / 2023г



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
**НА ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ**  
**В АСПИРАНТУРЕ**

по научной специальности:

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Пенза  
2023

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание обеспечивает контроль знаний в рамках вузовского образования. В ходе ответа оценивается глубина теоретических знаний, логика и ясность изложения, умение практического анализа, навыки анализа литературы.

Вступительное испытание проводится на русском языке. Вступительное испытание может проводиться очно или с применением дистанционных технологий. Поступающий предоставляет заявления о выборе способа проведения вступительного испытания.

Целью проведения вступительного испытания является проверка соответствия уровня подготовленности поступающего требованиям к поступлению на программу аспирантуры.

Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать высокий уровень практического и теоретического владения материалом полученным при обучении по программам магистратуры или специалитета. При поступлении в аспирантуру поступающий должен:

### **знать:**

- современные тенденции и основные направления исследований в развитии системного анализа, управления и обработки информации;
- основные понятия и определения систем, структуру и общие свойства систем, факторы влияния внешней среды, возможности и основные подходы использования системного анализа на уровне организаций;
- основные методы и подходы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области системного анализа, управления и обработки информации с использованием передовых технологий;
- основные методы исследований в области системного анализа, управления и обработки информации;
- современные средства и методики проведения научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
- теоретические основы исследований в области системного анализа, управления и обработки информации.

### **уметь:**

- строить модели исследуемых процессов или явлений;
- ставить цели исследования систем, применять графовые модели систем, обоснованно выбирать методы системного анализа при построении структуры организации, проводить моделирование устойчивости работы системы, используя структурные и функциональные показатели, а также использовать инструментальные средства для проведения структурного и функционального моделирования систем;
- проводить теоретические и экспериментальные исследования в области системного анализа, управления и обработки информации с использованием передовых технологий;
- применять методы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области системного анализа, управления и обработки информации;
- применять современные средства и методики проведения научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
- разрабатывать новые методы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области системного анализа, управления и обработки информации.

### **иметь навыки владения:**

- современными методами решения задач в области системного анализа, управления и обработки информации;
- передовыми технологиями проведения теоретических и экспериментальных исследований в области системного анализа, управления и обработки информации;
- методами решения профессиональных задач в области системного анализа, управления и обработки информации;
- современными средствами и методиками проведения научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;

- современными средствами для самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области системного анализа, управления и обработки информации.

Вступительное испытание проводится устно по билетам, содержащим в себе три вопроса, необходимых для оценки компетенций, необходимых для обучения по научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

## **1. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Вступительный экзамен включает в себя следующие основные разделы:

### **Раздел 1. Основные понятия и задачи системного анализа**

Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность, связность, структура, организация, интегрированные качества.

Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные и др.

Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.

Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

Теоретико-множественный и теоретико-информационный анализ сложных систем. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации. Методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза и идентификации сложных систем.

### **Раздел 2. Модели и методы принятия решений**

Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач.

Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.

Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Аксиоматические методы многокритериальной оценки. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев. Постулируемые принципы оптимальности (равномерности, справедливой уступки, главного критерия, лексикографический). Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).

Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Методы глобального критерия. Критерии Байеса-Лапласа, Гермейера, Бернулли-Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица, Ходжеса-Лемана и др.

Принятие коллективных решений. Теорема Эрроу и ее анализ. Правила большинства, Кондорсе, Борда. Парадокс Кондорсе. Расстояние в пространстве отношений. Современные концепции группового выбора.

Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий. Задача достижения нечетко определенной цели. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.

Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях. Геометрическое представление игры. Нижняя и верхняя цены игр, седловая точка. Принцип минимакса. Решение игр. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования.

### **Раздел 3. Оптимизация и математическое программирование**

Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования.

Двойственные задачи. Критерии оптимальности, доказательство достаточности. Теорема равновесия, ее следствия и применения. Теоремы об альтернативах и лемма Фаркаша в теории линейных неравенств. Геометрическая интерпретация двойственных переменных и доказательство необходимости в основных теоремах теории двойственности. Зависимость оптимальных решений задачи линейного программирования от параметров.

Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна-Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

Выпуклые функции и их свойства. Задание выпуклого множества с помощью выпуклых функций. Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи. Простейшие свойства оптимальных решений. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение. Теорема Удзавы. Теорема Куна-Таккера и ее геометрическая интерпретация. Основы теории двойственности в выпуклом программировании. Линейное программирование как частный случай выпуклого. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации. Субдифференциал.

Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, Хука-Дживса, сопряженных направлений.

Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.

Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Методы проектирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допуска.

Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм. Задачи оптимизации на сетях и графах.

Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

#### **Раздел 4. Основы теории управления**

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. 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. Типовые динамические звенья и их характеристики.

Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.

Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара-Шипара, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла-Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.

Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.

Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.

Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квазиразщепления. Следящие системы.

Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.

Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства.

Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний.

Устойчивость дискретных систем. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения. Теоремы об устойчивости: критерий Шора-Куна. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений.

Элементы теории реализации динамических систем.

Консервативные динамические системы. Элементы теории бифуркации.

Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.

Гладкие нелинейные динамические системы на плоскости: анализ управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и синтез обратной связи.

Управление системами с последействием.

Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование.

## **Раздел 5. Технологии системного анализа и обработки информации**

Определение и общая классификация видов информационных технологий. Модели, методы и средства сбора, хранения, анализа и обработки информации с использованием компьютеров.

Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.

Нейронные сети: области применения и предпосылки появления. Теория нейронных сетей: обучающие и контрольные выборки, теоремы Колмогорова-Арнольда и Хехт-Нильсена, следствия из указанных теорем, модели нейронных сетей. Математический нейрон: синапсы, аксоны, функции активации, геометрическая интерпретация заданного нейронного преобразования, реализуемые и нереализуемые функции. Архитектуры нейронных сетей: классификация нейронных сетей, многослойные перцептроны, сети на радиальных базисных функциях, вероятностные нейронные сети, линейные сети, выбор структуры сети. Обучение нейронных сетей: особенности, управляемый процесс обучения (классификация алгоритмов обучения, метод обратного распространения, генетические алгоритмы), неуправляемый процесс обучения (общие принципы, метод обучения Кохонена). Самоорганизующиеся карты Кохонена. Релаксационные сети: сети Хопфилда и Хэмминга. Применение нейронных сетей для решения задач системного анализа.

Виды марковских процессов. Цепи Маркова. Уравнение Колмогорова-Чепмена. Классификация состояний цепи Маркова. Стохастические матрицы и их свойства. Разложимость стохастических матриц. Марковские процессы с непрерывным временем. Пуассоновские потоки событий. Распределение Пуассона. Уравнения Колмогорова для описания динамики марковских процессов с непрерывным временем. Стационарные режимы марковской системы. Процессы гибели и размножения. Система Эрланга. Формулы Эрланга. Идентификация марковских моделей. Переход от марковских систем с непрерывным временем к системам с дискретным временем. Применение марковских моделей для решения задач системного анализа.

Понятие о скрытой марковской модели (СММ). Области применения СММ. Элементы скрытой марковской модели: состояния, алфавит наблюдаемой последовательности, матрица вероятностей переходов, распределение вероятностей появления символов, распределение вероятностей начального состояния. Процедура генерации наблюдаемой последовательности. Три основные задачи: вычисление вероятности того, что данная наблюдаемая последовательность построена для данной модели, подбор последовательности состояний системы, наилучшим образом соответствующей наблюдаемой последовательности, подбор параметров СММ, наилучшим образом соответствующих наблюдаемой последовательности. Алгоритмы прямого и обратного хода. Алгоритм Витерби. Алгоритм Баума-Уэлша.

Назначение и особенности спектрального анализа. Основные понятия: случайный процесс, ансамбль реализаций, ковариационная функция, стационарный процесс, эргодический процесс. Спектральная плотность. Формулы Винера-Хинчина. Преобразование Фурье. Тригонометрическая и показательная формы записи спектра Фурье. Дельта-функция. Равенства Парсеваля. Обработка записей конечной длительности. Классификация методов спектрального оценивания. Классический метод спектрального оценивания: временные и спектральные окна, разрешающая способность спектра, эффект наложения частот, дискретное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье, дисперсия оценок спектральной плотности, методы повышения точности оценок (сглаживание по частоте и ансамблю реализаций), технология вычисления оценок спектральной плотности.

Определение кепстра. Основная идея кепстрального анализа. Области практического применения. Различия между частотными составляющими в традиционном спектре и частотными составляющими в кепстре. Особенности цифровой обработки. Интерпретация кепстра.

Определение вейвлета. Непрерывное вейвлет-преобразование. Способы представления результатов вейвлет-преобразований. Примеры вейвлетов, используемых при непрерывных преобразованиях. Примеры непрерывных вейвлет-преобразований простейших сигналов: импульсы Кронекера, функции Лапласа и Гаусса, функции с перепадом значений, функции с изломами, функции с шумами, гармонические функции, гармонический сигнал с изменяющейся фазой, композиция гармонических сигналов с трендом.

Принцип кратномасштабного анализа. Масштабирующие или скейлинг-функции. Детализирующие функции (вейвлеты). Масштабирующее уравнение. Масштабирующее уравнение в частотной области. Вейвлетные ряды. Ортогональные вейвлеты. Пример расчёта вейвлетов. Вейвлеты Добеши и их спектры. Биортогональные вейвлеты. Быстрое вейвлет-преобразование. Алгоритм Малла для вычисления вейвлет-коэффициентов. Обратное быстрое вейвлет-преобразование. Эффект пересчёта коэффициентов. Койфлеты. Применение дискретных вейвлет-преобразований для сжатия и фильтрации сигналов. Понятие о пакетных вейвлетах. Двумерные вейвлеты.

## **Раздел 6. Компьютерные технологии хранения информации**

Понятие информационной системы, банки и базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределенной обработки данных.

Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы).

Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL.

Перспективные концепции построения СУБД (ненормализованные реляционные БД, объектно-ориентированные базы данных и др.).

Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта. Описание и постановка задачи. Задачи в пространстве состояний, в пространстве целей. Классификация задач по степени сложности. Линейные алгоритмы. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы.

Виды и уровни знаний. Знания и данные. Факты и правила. Принципы организации знаний. Требования, предъявляемые к системам представления и обработки знаний. Формализмы, основанные на классической и математической логиках. Современные логики. Фреймы. Семантические сети и графы. Модели, основанные на прецедентах. Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Логический вывод и умозаключение на знаниях. Проблемы и перспективы представления знаний.

Проблемы формирования децентрализованных вычислительных ресурсов. Горизонтальная специализация. Постреляционные базы данных. Определения и концепции распределённых баз данных. Правила Дейта. Проблемы перехода к распределённым базам данных. Модели распределённых баз данных. Однородные и неоднородные распределённые базы данных. Методы распределения: «сверху вниз», «снизу вверх». Оценка применимости. Горизонтальная и вертикальная фрагментация. Тиражирование (репликация). Транзакции обновления. Хранилища данных. Их назначение. Принципы организации. Способы пополнения. Распределённые хранилища. Подход к управлению данными в хранилище.

Эволюция информационной среды: однопользовательские информационные системы; системы с удалённым доступом; системы совместного использования файлов; системы на основе технологии «клиент-сервер». Требования к распределённой информационной среде. Проблемы прозрачного доступа к данным и границы его применимости. Простейшая модель коллективного доступа к данным. Совместные модификации. Технологии блокировок. Оптимистические и пессимистические блокировки. Режим отображения. Грязное, невоспроизводимое, фантомное чтение данных. Уровни изоляции. Концепция и базовые принципы транзакций. Параллельные транзакции. Модели транзакций. Распределённые транзакции. Применимость различных моделей транзакций к манипуляции данными в распределённой информационной среде.

Основные понятия архитектуры «клиент-сервер». Модели прозрачного и сосредоточенного доступа, область их применимости. Переносимость и взаимозаменяемость. Основные принципы разработки программных систем в технологии «клиент-сервер». Интеграция данных и унификация доступа. Стандарты доступа к данным в сетевой среде. Особенности их формирования. Корпоративные и международные стандарты. Характерные черты наиболее распространённых стандартов. Влияние принятых стандартов на технологию работы в среде «клиент-сервер». Программное обеспечение промежуточного слоя. Интероперабельность баз данных. Трёхзвенная архитектура «клиент-сервер»: сервер данных и сервер приложений. Тонкий клиент. Многозвенные архитектуры.

Временные (темпоральные) базы данных. Временные запросы. Проблемы целостности изменений. Реляционный подход к временным базам данных. Проблема сложных запросов. Хранение данных реального времени. Трёхмерные отношения. Множественность определения времени. Временные модели. Правила временных операций. Расширенные языки запросов для временных баз данных: TempSQL, TSQL, HSQL, Индексирование. Метаданные во временных базах данных. Хранилища данных.

Активные базы данных. Принципы активных систем баз данных. Хранимые процедуры и триггеры. Модели активных баз данных. Транзакции. Искусственный интеллект и базы данных.

Метаданные в распределённых базах данных. Принципы организации репозитория. Стандарты. Распределённый репозиторий. Гранулярность. Инструментальные средства поддержки репозитория.

Безопасность баз данных в сети. Простейшая модель безопасности. Модель многоуровневой безопасности. Множественные экземпляры. Безопасные среды распределённых баз данных.

## **2. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### ***а) основная литература***

1. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных: Учебное пособие.-М: Финансы и статистика 2008.-400с.
2. Теоретические основы системного анализа / Новосельцев В.И. [и др.] ; под ред. В. И. Новосельцева. - М. : Майор, 2006. - 592 с.
3. Филист, С.А. Компьютерные технологии обработки и анализа биомедицинских сигналов и данных / С.А. Филист, К.Д.Д. Кассим, А.Ф. Рыбочкин; Юго-Зап. гос. ун-т – Курск, 2016. 290 с.



4. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем. СПб: Питер, 2013. – 688 с.
5. Бройдо В. Л., Ильина О. П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. СПб: Питер, 2011 г. - 560 с.
6. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера: пер. с англ. / СПб.: Питер, 2013.-816 с.
7. Костров Б.В., В. Н. Ручкин В.Н. Микропроцессорные системы. М.: ТехБук, 2005 г. -208 с.
8. Хартов В.Я. Микропроцессорные системы. М.: Академия, 2010. 352 с.
9. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы. СПб: Питер, 2009. – 673 с.
10. Молчанов А.Ю. Системное программное обеспечение. СПб: Питер, 2010. - 400с.
11. Гордеев А.В. Операционные системы СПб: Питер, 2009. - 416 с.
12. Таненбаум Э. Современные операционные системы /пер. с англ.СПб: Питер, 2013 г.- 1120 с.
13. Иванова Г.С.. Программирование. КноРус, 2013. – 432 с.
14. Иванова Г.С. Технология программирования. М.: КноРус, 2013. – 336 с.

**б) дополнительная литература**

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. Пер. с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. 1104 с.
2. Математические методы обработки медико-биологической информации. математическая статистика. Кореневский Н.А., Юлдашев З.М., Конаныхина Т.Н. / Учебник: Старый Оскол, 2021.304с. ISBN: 978-5-94178-740-1
3. Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход/Пер. с англ. Под ред. А.П. Немирко. – М: Физматлит, 2007. 440 с.
4. Дюк В.А. Обработка данных на ПК в примерах. - СПб: Питер, 1997,- 240 с.
5. Медик В.А., Токмачев М.С. Математическая статистика в медицине: учеб. Пособие/В.А. Медик, М.С. Токмачев. - М.: Финансы и статистика, 2007. 800 с.
6. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002, 608 с.
7. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та,2008. –96 с.
8. Яковлев А.Н. Основы вейвлет-преобразования сигналов: Учебное пособие. - М.:САЙНС-ПРЕСС, 2003. - 80 с.

**в) интернет ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных**

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/> (дата обращения: 28.08.2023).
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/> (дата обращения: 28.08.2023).
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://www.gpntb.ru/> (дата обращения: 28.02.2023).
4. Public.Ru - публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/> (дата обращения: 28.08.2023).
5. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/> (дата обращения: 28.08.2023).

**3. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ**

1. N-мерные пространства. Линейные пространства. Действия над векторами.
2. Алгоритм "Ожидание-максимизация".
3. Алгоритм DBSCAN.
4. Алгоритм XGBoost.
5. Алгоритмы иерархической кластеризации.
6. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.
7. Архитектура и режим работы МП-систем. Память МП-систем. Принципы программирования МП.
8. Аффинное пространство и определение координат в нем. Переход к новой системе координат.

9. Бинарное распределение. Распределение Пуассона. Числовые характеристики случайных величин.
10. Борьба с переобучением в методе наименьших квадратов. Ридж-регрессия (регуляризация). Метод "Лассо".
11. Борьба с переобучением в методе наименьших квадратов. Сокращение числа параметров. Полный перебор всех подмножеств признаков. Жадный (Forward stepwise) алгоритм.
12. Вероятностная постановка задачи обучения с учителем. Функция потерь. Средний (ожидаемый) риск. Эмпирический риск. Регрессионная функция и байесов классификатор. Неустраняемая (байесовская) ошибка.
13. Виды универсальных математических пакетов. Виды и возможности статистических пакетов.
14. Возможности табличных процессоров и СУБД.
15. Временные ряды. Методы исследования структуры стационарного временного ряда. Модели временных рядов.
16. Гистограммы уровней яркости. Хранение и представление изображений.
17. Деревья решений. Алгоритм CART.
18. Диагностические комплексы и технологические схемы экспериментов.
19. Дилемма "Смещение-разброс". Кривая обучения.
20. Дискретизация и квантование непрерывных сигналов. Искажения сигналов, связанные с дискретизацией и квантованием. Понятие свертки и «окна»
21. Дискриминантный анализ.
22. Дифференциальные усилители. Способы и схемы подавления синфазных помех.
23. Задача кластеризации. Метод центров тяжести. Метод медоидов.
24. Задача понижения размерности. Метод главных компонент. Сингулярное разложение.
25. Интегральные операционные усилители. Инвертирующий и неинвертирующий усилители.
26. Информация и данные. Формы адекватности информации.
27. Кластерный анализ.
28. Корреляционная и ковариационная функции.
29. Корреляционный анализ и его приложения.
30. Критерии устойчивости САР. Оценка качества регулирования.
31. Линейная зависимость строк матриц. Обращение матриц.
32. Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Ряд Фурье. Интеграл Фурье.
33. Линейные операторы в Евклидовом пространстве. Сопряженные операторы. Унитарные операторы.
34. Линейный дискриминантный анализ. Квадратичный дискриминантный анализ.
35. Логистическая регрессия. Логистическая функция и softmax
36. Локальные операторы. Двумерная свертка.
37. Математическое описание объекта управления.
38. Математическое описание элементов и узлов САР.
39. Матрицы, определители, миноры и алгебраические дополнения. Ранг матрицы.
40. Машина опорных векторов. Формулировка задачи в виде задачи математического программирования. Двойственная задача. (Случай линейно разделимых и неразделимых классов)
41. Машина опорных векторов. Ядра и спрямляющие пространства.
42. Меры количества информации в изображении.
43. Метод наименьших квадратов. Система нормальных уравнений. Псевдорешение.
44. Методы анализа изображений. Двумерный спектральный анализ.
45. Методы нелинейной фильтрации. Медианные фильтры.
46. Методы рангового анализа случайных сигналов
47. Микроконтроллеры и микроконверторы. Архитектура, структура, принципы программирования.
48. Многомерное шкалирование.
49. Многомерные плотности. Понятие о системе случайных величин.

50. Множества и элементы. Алгебраические операции. Числовые поля.
51. Модели предметной области базы знаний. Продукционные системы.
52. Наивный байесовский классификатор. Сглаживание Лапласа. Использование наивного байесовского классификатора для количественных признаков.
53. Нейронные сети. Алгоритм обучения Back-Propagation.
54. Нелинейные функциональные преобразователи на основе ОУ.
55. Непараметрические методы обработки (преобразования Фурье, Уолша, методы аппроксимации).
56. Нормальное уравнение метода наименьших квадратов.
57. Нормальный закон распределения. Распределения, связанные с нормальным.
58. Общие свойства линейных операторов. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора.
59. Однофакторный анализ. Линейный регрессионный анализ. Критерии согласия.
60. Организация обмена между внешним медицинским оборудованием и ПЭВМ типа IBM PC через системную шину, последовательный и параллельный порты.
61. Организация параллельной обработки продукционной модели по схеме вычислений на основе потока данных.
62. Организация системной шины. Организация интерфейсов ПЭВМ типа IBM PC.
63. Основные понятия теории оптимизации.
64. Основные типы цифровых ИС и их параметры. Синтез комбинационных цепей. Триггерные схемы, регистры, счетчики и узлы на их основе.
65. Основы теории Вапника-Червоненкиса. Теорема о равномерной сходимости эмпирического риска к ожидаемому в случае конечного класса решающих функций.
66. Особенности обработки стационарных случайных сигналов. Методы периодометрического анализа и его модификации.
67. Ошибки 1-го и 2-го рода. Чувствительность, специфичность, точность, полнота. ROC-кривая. Площадь под ROC-кривой.
68. Параметрические методы обработки сигналов. Методы, основанные на анализе параметров сигналов (анализ «формы волны»).
69. Передаточные функции САР.
70. Переносчики информации. Модуляция. Понятие кода и кодирования.
71. Понятие о глубоком обучении. Сверточные нейронные сети.
72. Понятие операционной системы. Системное программное обеспечение и управление ресурсами ПЭВМ.
73. Понятие сообщения. Количественные меры информации.
74. Понятие управления. Критерии качества управления.
75. Представление причинно-следственных и временных зависимостей в экспертных моделях принятия решений.
76. Преобразование Радона
77. Применение микропроцессоров, микроконтроллеров и ПЭВМ при проектировании систем обработки биомедицинской информации и управления биообъектами.
78. Принцип минимизации эмпирического риска. Минимизация отступа. Регуляризация.
79. Принципы построения экспертных систем. Организация работы по приобретению знаний.
80. Принятие решений в условиях неопределенности. Проблема обучаемости экспертных систем.
81. Проблема формализации поиска решения в системах поддержки принятия решений. Продукционные модели.
82. Псевдорешения систем линейных уравнений. Плохо обусловленные системы линейных алгебраических уравнений
83. Размерность Вапника-Червоненкиса. Теорема о равномерной сходимости эмпирического риска к ожидаемому в случае конечной размерности Вапника-Червоненкиса.

84. Размерность и базис. Переход к новому базису. Подпространства линейных пространств
85. Режим прерывания и прямого доступа к памяти МП-систем. Архитектура ПЭВМ типа IBM PC.
86. Решение систем линейных алгебраических уравнений численными методами. Методы итераций.
87. Решение систем линейных алгебраических уравнений численными методами. Метод Гаусса
88. Свойства стационарно-корреляционных характеристик стационарного случайного процесса. Белый шум.
89. Сегментация изображений
90. Синтез операционных и управляющих автоматов. Общие сведения о микропроцессорах
91. Случайный лес. Экстремально случайные деревья.
92. События и понятия исходов эксперимента. Дискретные случайные величины. Законы распределения случайных величин.
93. Совместные и несовместные системы. Однородные системы. Фундаментальная совокупность решений.
94. Спектральный анализ случайных процессов. Энергетический спектр случайного процесса. Формула Винера – Хинчина.
95. Сплайны и их применения. Методы сжатия информации при обработке биологических сигналов.
96. Статистическая оценка параметров распределения. Оценка законов распределения. Проверка статистических гипотез. Критерий Байеса.
97. Стационарные случайные процессы. Основные понятия.
98. Структурные преобразования. Применение теории графов.
99. Схемы с частотозависимыми обратными связями. Интеграторы, дифференциаторы, генераторы
100. Типовые базы данных. Принципы построения и работа с ними.
101. Условные законы распределения. Числовые характеристики системы двух случайных величин. Числовые характеристики функций от случайных величин.
102. Устройства выборки-хранения
103. Факторный анализ.
104. Фреймовые системы. Иерархические и сетевые модели.
105. Характеристики сигналов и шумов. Методы линейной фильтрации.
106. Цифровые элементы и узлы электронной медицинской аппаратуры
107. Экспериментальная (эмпирическая) оценка качества обучения. Обучающая, проверочная и тестовая выборки. Метод перекрестного (скользящего) контроля. Метод k ближайших соседей в задачах классификации и восстановления регрессии. Теорема об оценке риска в методе ближайшего соседа. Идея доказательства.
108. Языки программирования. Инструментальные средства программирования
109. Понятия о системном анализе. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность, связность, структура, организация, интегрированные качества.
110. Назначение и особенности спектрального анализа. Основные понятия: случайный процесс, ансамбль реализаций, ковариационная функция, стационарный процесс, эргодический процесс. Спектральная плотность. Формулы Винера-Хинчина.
111. Нейронные сети: области применения и предпосылки появления. Математический нейрон: синапсы, аксоны, функции активации, геометрическая интерпретация заданного нейроном преобразования, реализуемые и нереализуемые функции. Архитектуры нейронных сетей.

112. Основные понятия архитектуры «клиент-сервер». Модели прозрачного и сосредоточенного доступа, область их применимости. Переносимость и взаимозаменяемость. Основные принципы разработки программных систем в технологии «клиент-сервер».

113 Понятие о скрытой марковской модели (СММ). Области применения СММ. Элементы СММ: состояния, алфавит наблюдаемой последовательности, матрица вероятностей переходов, распределение вероятностей появления символов, распределение вероятностей начального состояния. Процедура генерации наблюдаемой последовательности. Три основные задачи СММ.

114. Временные (темпоральные) базы данных. Временные запросы. Проблемы целостности изменений. Реляционный подход к временным базам данных. Проблема сложных запросов. Хранение данных реального времени. Трёхмерные отношения. Множественность определения времени. Временные модели. Правила временных операций.

115. Определение кепстра. Основная идея кепстрального анализа. Области практического применения. Различия между частотными составляющими в традиционном спектре и частотными составляющими в кепстре. Особенности цифровой обработки. Интерпретация кепстра.

116. Активные базы данных. Принципы активных систем баз данных. Хранимые процедуры и триггеры. Модели активных баз данных. Транзакции.

117. Определение вейвлета. Непрерывное вейвлет-преобразование. Способы представления результатов вейвлет-преобразований. Примеры вейвлетов, используемых при непрерывных преобразованиях. Примеры непрерывных вейвлет-преобразований простейших сигналов.

118. Концепция и базовые принципы транзакций. Параллельные транзакции. Модели транзакций. Распределённые транзакции. Применимость различных моделей транзакций к манипуляции данными в распределённой информационной среде.

119. Особенности обучения нейронных сетей. Управляемый процесс обучения (классификация алгоритмов, метод обратного распространения, генетические алгоритмы). Неуправляемый процесс обучения (общие принципы, метод обучения Хебба, метод обучения Кохонена). Самообучающиеся сети Кохонена.

120. Метаданные в распределённых базах данных. Принципы организации репозитория. Стандарты. Распределённый репозиторий. Гранулярность. Инструментальные средства поддержки репозитория.

121. Принцип кратномасштабного анализа. Масштабирующие или скейлинг-функции. Детализирующие функции (вейвлеты). Масштабирующее уравнение. Масштабирующее уравнение в частотной области. Вейвлетные ряды. Ортогональные вейвлеты. Вейвлеты Добеши и их спектры.

122. Безопасность баз данных в сети. Простейшая модель безопасности. Модель многоуровневой безопасности. Множественные экземпляры. Безопасные среды распределённых баз данных.

123 Быстрое вейвлет-преобразование. Алгоритм Малла для вычисления вейвлет-коэффициентов. Обратное быстрое вейвлет-преобразование. Применение дискретных вейвлет-преобразований для сжатия и фильтрации сигналов. Понятие о пакетных вейвлетах.

124. Эволюция информационной среды: однопользовательские информационные системы; системы с удалённым доступом; системы совместного использования файлов; системы на основе технологии «клиент-сервер». Требования к распределённой информационной среде. Проблемы прозрачного доступа к данным и границы его применимости. Простейшая модель коллективного доступа к данным.

125. Классический метод спектрального оценивания: временные и спектральные окна, разрешающая способность спектра, эффект наложения частот, дискретное преобразование Фурье, дисперсия оценок спектральной плотности, сглаживание по частоте и ансамблю реализаций.

126. Интеграция данных и унификация доступа. Стандарты доступа к данным в сетевой среде. Особенности их формирования. Корпоративные и международные стандарты. Влияние принятых стандартов на технологию работы в среде «клиент-сервер». Интероперабельность баз данных. Трёхзвенная архитектура «клиент-сервер».

127. Виды марковских процессов. Цепи Маркова. Уравнение Колмогорова-Чепмена. Стохастические матрицы и их свойства. Марковские процессы с непрерывным временем. Пуассоновские потоки событий. Уравнения Колмогорова для описания динамики марковских процессов с непрерывным временем. Стационарные режимы марковской системы.

128. Проблемы формирования децентрализованных вычислительных ресурсов. Горизонтальная специализация. Постреляционные базы данных. Определения и концепции распределённых баз данных. Правила Дейта. Проблемы перехода к распределённым базам данных. Модели распределённых баз данных.

#### 4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Оценка результатов сдачи вступительного испытания проводится по пятибалльной шкале в соответствии с критериями, приведенным в таблице.

Оценка	Критерии
Отлично	<ul style="list-style-type: none"><li>• Полно раскрыто содержание материала в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру.</li><li>• Чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание материала.</li><li>• Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.</li><li>• Сформированы навыки исследовательской деятельности.</li></ul>
Хорошо	<ul style="list-style-type: none"><li>• Раскрыто основное содержание материала в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру.</li><li>• В основном правильно даны определения, понятия.</li><li>• Материал изложен неполно, при ответе допущены неточности, нарушена последовательность изложения. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.</li><li>• Практические навыки нетвёрдые</li></ul>
Удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"><li>• Усвоено основное содержание материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно.</li><li>• Определения и понятия даны не чётко.</li><li>• Допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах.</li><li>• Практические навыки слабые.</li></ul>
Неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"><li>• Основное содержание учебного материала не раскрыто.</li><li>• Не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя.</li><li>• Допущены грубые ошибки в определениях, доказательства теорем не проведено.</li><li>• Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</li></ul>

Программу вступительного испытания составил

К.т.н., доцент,  
доцент кафедры «Программирование»



В.Г. Покровский

Программам вступительного испытания рассмотрена на заседании кафедры «Программирование» «27» сентября 2023 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой «Программирование»,  
к.т.н., доцент



А.И. Мартышкин

Согласовано

Заместитель ответственного секретаря  
приемной комиссии по программам аспирантуры,  
начальник ОПАНПК, к.т.н., доцент



Е.А. Колобова