

**Список вопросов к вступительным экзаменам в аспирантуру по направлению 2.3 Информационные технологии и телекоммуникации (научная специальность 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации)**

1. Математический анализ и дифференциальные уравнения

Исследование точек оптимума и перегиба функций одной переменной с помощью производных. Полные системы функций (полиномы и тригонометрические функции). Разложение произвольной функции по полной системе функций; остаточный член. Обыкновенные дифференциальные уравнения: теорема существования и единственности, линейные уравнения первого и второго порядков, однородные уравнения, классификация стационарных точек.

2. Методы оптимизации

Математическое программирование. Типы экстремумов функций многих переменных, условия локального экстремума, метод множителей Лагранжа, их интерпретация. Основные понятия выпуклого программирования. Седловые точки. Функция Лагранжа. Теорема Куна – Таккера и ее геометрическая интерпретация. Современные методы градиентной оптимизации. Формулировка задачи линейного программирования (ЛП). Понятия опорного плана и базиса, вырожденность и невырожденность задач ЛП, основные принципы симплекс-метода. Основные теоремы ЛП. Потоки в сетях. Теорема Форда – Фалкерсона. Транспортная задача. Динамическое программирование. Примеры задач, решаемых методом динамического программирования.

3. Основы теории вероятностей и математической статистики

Случайные величины. Распределение дискретных случайных величин. Характеристики распределений. Основные законы распределения непрерывных случайных величин. Функции плотности распределения, свойства и квантили одномерной, двумерной и n-мерной нормальной случайной величины. Распределения хи-квадрат, Стьюдента, Снедекора – Фишера, логнормальное и равномерное. Случайные процессы: основные понятия, классификация. Конечные цепи Маркова. Эргодическая теорема для конечной однородной цепи Маркова. Уравнение Чепмена – Колмогорова для дискретных и непрерывных цепей. Закон больших чисел (в форме Чебышёва) как выражение свойства статистической устойчивости среднего значения. Центральная предельная теорема. Генеральная совокупность, выборка и ее основные характеристики (среднее значение, дисперсия, асимметрия, квантили, функции распределения и плотности). Понятие статистической гипотезы и статистического критерия. Основные понятия теории статистических оценок и свойства оценок (несмещенность, состоятельность, асимптотическая нормальность, эффективность).

4. Основы теории множеств и математической логики

Основные понятия теории множеств. Операции над множествами. Счетные множества. Кардинальные числа. Определение и свойства

отношений. Замыкание отношений относительно различных свойств. Отношение эквивалентности. Классы эквивалентности. Отношения частичного и полного порядка. Полурешетки и решетки как частично упорядоченные множества. Синтаксис и семантика логики высказываний. Понятия выполнимости, общезначимости и логического следствия. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы. Метод резолюции в логике высказываний. Синтаксис и семантика логики предикатов первого порядка. Нормальные формы, эрбрановские интерпретации, теорема Эрбрана. Неразрешимость задач определения выполнимости и общезначимости формулы логики предикатов. Метод резолюции в логике предикатов. Понятия полноты и непротиворечивости логической системы. Теоремы о полноте исчисления высказываний и логики предикатов первого порядка. Теоремы Геделя о неполноте.

#### 5. Основы теории графов

Бинарные отношения и графы. Способы представления графов. Подграфы. Маршруты, цепи, циклы. Связность. Компоненты связности в ориентированных и неориентированных графах. Эйлеровы пути и циклы. Алгоритм построения эйлеровых циклов. Оценка сложности алгоритма. Гамильтоновы пути и циклы. Сложность задачи проверки существования гамильтонова цикла. Раскраска графов. Хроматическое число. Двудольные графы. Паросочетания и алгоритм построения наибольшего паросочетания в двудольном графе. Деревья. Связанность любых двух вершин дерева единственным простым путем. Способы представления деревьев. Сбалансированные двоичные деревья. Алгоритмы на графах: обход графа, поиск кратчайших путей, построение минимального остовного дерева, нахождение максимального потока и минимального разреза.

#### 6. Основы теории принятия решений и теории игр

Модели индивидуального выбора. Отношения порядка и квазипорядка. Функция выбора. Понятия наследуемости и независимости. Теория полезности. Экспертные методы в принятии решений. Принятие решений при многих критериях. Множество Парето. Процедуры выбора части множества Парето. Методы решения многокритериальных задач: методы свертки, пороговые методы. Некооперативные игры. Антагонистические игры. Решение матричной игры. Понятие стратегии. Доминантные стратегии. Равновесие по Нэшу в чистых и смешанных стратегиях. Кооперативные игры. Ядро. Цена игры Шепли. Простые игры.

#### 7. Алгоритмы и вычислительная сложность

Машины Тьюринга, частично рекурсивные функции, машины с произвольным доступом к памяти (РАМ-машины). Тезис Черча. Неразрешимость проблемы останова машины Тьюринга. Анализ сложности алгоритмов. Классы задач P и NP, примеры. Сводимость задач по Карпу и Тьюрингу. NP-полнота. Теорема Кука – Левина. Классы задач по памяти: L, NL, coNL, PSPACE. Их соотношение с классами задач по времени. Вероятностные алгоритмы. Классы задач BPP, ZPP, RP. Подходы к проектированию алгоритмов: «разделяй и властвуй», динамическое

программирование, жадная стратегия. Алгоритмы сортировки, двоичного поиска, быстрое возведение в степень, вычисление расстояния Левенштейна. Двоичные деревья поиска, кучи, хеш-таблицы.

#### 8. Анализ данных и основы машинного обучения

Виды задач машинного обучения. Задача классификации. Простейшие методы классификации: решающие деревья, k ближайших соседей, линейная регрессия. Оценка качества обучения: точность, полнота, F-мера. Явление переобучения. Обучающая и валидационная ошибка. Регуляризация алгоритмов классификации и восстановления регрессии. Понятие сложности задачи обучения по Вапнику – Червоненкису. Кластеризация: метод k средних, иерархическая кластеризация. Поиск зависимостей в данных. Ассоциативные правила. Задачи и методы анализа текстовых данных. Тематическая категоризация, кластеризация документов, анализ мнений, информационный поиск, машинный перевод.

#### 9. Теория и практика программирования

Парадигмы программирования: императивное, декларативное, структурное, функциональное, логическое, объектно-ориентированное программирование. Типы и структуры данных. Статическая, динамическая, явная и неявная типизация. Приведение типов. Параметрический полиморфизм. Управление памятью. Сборка мусора. Управление потоком вычислений. Рекурсия.

#### 10. Программное обеспечение: модели, методы, алгоритмы, языки и инструментальные средства

Интерпретируемые и компилируемые программы. Платформозависимые и кроссплатформенные программы, способы обеспечения кроссплатформенности. Средства и среды разработки программного обеспечения. Системы программирования: языки, трансляторы, редакторы связей, отладчики, текстовые редакторы. Типы модулей (исходный, загрузочный, объектный). Связывание модулей по управлению и данным. Система контроля версий. Система отслеживания ошибок. Структура и функции операционных систем (ОС). Основные средства аппаратной поддержки функций ОС: система прерываний, защита памяти, механизм преобразования адресов в системах виртуальной памяти, управление каналами и периферийными устройствами. Firmware — встроенные программы. Middleware — связующее (промежуточное) программное обеспечение. Классификация утилит операционных систем. Управление доступом к данным. Файловые системы (основные типы, характеристика). Распределение и использование ресурсов вычислительной системы. Основные подходы и алгоритмы планирования. Управление памятью. Методы организации виртуальной памяти в современных ОС. Организация сетевого взаимодействия в современных ОС. Виды процессов и управление ими в современных ОС. Средства взаимодействия процессов. Модель клиент-сервер и ее реализация в современных ОС. Структура современных распределенных ОС. Объектно-ориентированный подход в

организации ОС. Экспериментальные методы измерения загруженности процессора и использования памяти.

#### 10. Архитектура вычислительных систем и сетей

Понятие архитектуры вычислительных систем (ВС). Основные подходы к классификациям ВС. Основные принципы организации CISC, RISC, URISC, MISC и VLIW архитектур. Способы организации обработки информации в них. Основные методы организации многопроцессорных систем с распределенным управлением. Методы организации обработки информации в таких системах. Системы с общей и распределенной памятью. Основные принципы функционирования сетей ЭВМ. Классификация сетей по масштабу и топологии. Понятие сетевого протокола. Семиуровневая модель OSI/ISO. Сетевая архитектура TCP/IP: основные принципы организации и функционирования. Способы маршрутизации сообщений в компьютерных сетях. Основные принципы и средства управления сетью.

#### 11. Базы данных

Системы управления базами данных. Иерархическая, сетевая, реляционная модели баз данных. Основы реляционной алгебры. Функциональные зависимости. Нормальные формы. Язык SQL. Организация физического уровня баз данных. Методы индексирования и сжатия данных. Средства управления и изменения схемы базы данных, определения ограничений целостности. Контроль доступа.

Список рекомендуемой литературы:

1. Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. — М.: Физматлит, 2013.

2. Логинова, Ф. С. Теория систем и системный анализ : учебное пособие / Ф. С. Логинова. — Санкт-Петербург : ИЭО СПбУТУиЭ, 2012. — 275 с. — ISBN 978-5-94047-505-7. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64057> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Алпатов, Ю. Н. Структурно-параметрический синтез многосвязных систем управления : монография / Ю. Н. Алпатов. — 2-е изд., испр. — СанктПетербург : Лань, 2019. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-3058-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107917> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Егоров, А. И. Введение в теорию управления системами с распределенными параметрами : учебное пособие / А. И. Егоров, Л. Н. Знаменская. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-2554-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93595> . — Режим доступа: для авториз. пользователей. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. — М.: Наука, 1974.

5. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. — М: Радио и связь, 1983.

6. Дасгупта С., Пападимитриу Х., Вазирани У. Алгоритмы. — М.:МНЦМО, 2014.
7. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. — 2-е издание: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2007.
8. Степанов А.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей. — СПб.: Питер, 2007.
9. Таненбаум Э.С., Вудхалл А.С. Операционные системы. Разработка и реализация. — 3-е изд. — СПб.: Питер, 2007.
10. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. — 2-е изд.: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2008.
11. Arora S., Barak B. Computational Complexity: A Modern Approach. — Cambridge University Press, 2009.
12. Jurafsky D., Martin, J.H. Speech and Language Processing. — Prentice Hall, 2008.
13. Flach P. Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data. — Cambridge University Press, 2012.
14. Moore C., Mertens S. The Nature of Computation. — Oxford University Press, 2011.
15. Sipser M. Introduction to the Theory of Computation. — Boston, Mass.: Thomson Course Technology, 2006.
16. Плас Дж. В. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение / Дж. Вандер Плас. - СПб.: Питер, 2018. - 576 с. – Электронный ресурс. Режим доступа <https://ibooks.ru/reading.php?productid=356721>.
17. Масленникова О. Е. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие / О. Е. Масленникова, И. В. Гаврилова. - 2-е изд., стер. - М. : Флинта, 2019. - 282 с. - Электронный ресурс. Режим доступа <https://ibooks.ru/reading.php?productid=337972>.
18. Селянкин В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений: учебное пособие / В. В. Селянкин. - СПб. : Лань, 2019. - 152 с. - электронный ресурс Издательского дома «Лань». Режим доступа <https://e.lanbook.com/book/113938>.
19. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: научное издание / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; пер. с пол. И.Д. Рудинского. - 2-е изд. - Электрон. текстовые дан. - М.: Горячая линия - Телеком, 12 2013. - 384 с. - Электронный ресурс. Режим доступа <https://ibooks.ru/reading.php?productid=334029>.
20. Москвитин, А. А. Данные, информация, знания: методология, теория, технологии : монография / А. А. Москвитин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019.— 236 с. — ISBN 978-5-8114-3232-5. — Текст : электронный // Лань :электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113937> (дата обращения: 05.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.