

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

_____ С.Ю. Роцин

Одобрено на заседании Академического совета
Аспирантской школы по компьютерным наукам

Согласовано

Академический директор Аспирантской школы по
компьютерным наукам

_____ А.В. Зароднюк

**Программа вступительного испытания по научной специальности
основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре
Математическое и программное обеспечение вычислительных систем**

Научные специальности:

2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

1. Область применения и нормативные ссылки

Программа вступительного испытания по научной специальности сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

2. Структура и процедура проведения вступительного испытания

Вступительное испытание по научной специальности основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем» по научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей проводится в формате собеседования (оценки знаний по направлению подготовки).

Оценка знаний по направлению подготовки проводится в устной форме с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Абитуриент получает два вопроса, соответствующих программе экзамена (см. пункт 4). Вопросы программы разделены на блоки, некоторые из которых отнесены к общей части, а другие — к специализированным. Абитуриент получает первый вопрос билета из общей части, а второй — из выбранного им специализированного блока, если таких блоков несколько. Абитуриенту предоставляется 40 минут на подготовку, после чего абитуриент отвечает на вопросы. Абитуриенту могут быть заданы дополнительные вопросы или задачи в рамках программы экзамена.

Вступительное испытание проводится на русском или английском языке (по желанию абитуриента). По предварительному согласованию с абитуриентом вступительное испытание может проводиться дистанционно с использованием информационных технологий.

3. Критерии оценки собеседования

Максимальная возможная оценка составляет 50 баллов. Оценка за собеседование от 0 до 14 баллов включительно считается неудовлетворительной. Для участия в конкурсе по итогам собеседования необходимо набрать суммарно не менее 15 баллов.

Ответ на каждый из вопросов оценивается по 25-балльной шкале.

Критерии оценки каждого вопроса из билета с учетом дополнительных вопросов	Количество баллов
Ответ полный, без замечаний, продемонстрированы исключительные знания	25
Ответ полный, с незначительными замечаниями, продемонстрированы отличные знания	20-24
Ответ полный, имеются замечания, продемонстрированы хорошие знания	15-19
Ответ неполный, имеются замечания, продемонстрированы удовлетворительные знания	10-14
Ответ неполный, имеются существенные замечания	5-9
Ответ почти не дан	1-4
Ответ не дан	0

4. Содержание программы собеседования

по специальности

2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

Общая часть

1. Математический анализ и дифференциальные уравнения

Функция нескольких переменных. Частная производная, градиент и дифференциал функции нескольких переменных. Задачи условной и безусловной оптимизации. Типы экстремумов функций многих переменных, условия локального экстремума, метод множителей Лагранжа, их интерпретация. Седловые точки. Функция Лагранжа.

Полные системы функций (полиномы и тригонометрические функции). Разложение произвольной функции по полной системе функций; остаточный член.

Обыкновенные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные уравнения, фазовое пространство, аналитическое решение уравнений, уравнения первого порядка.

Решение ОДУ, устойчивое по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость решения ОДУ. Критерий устойчивости (функция Ляпунова) решения ОДУ.

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.

Динамическое программирование. Примеры задач, решаемых методом динамического программирования.

3. Алгебра

Системы линейных уравнений (СЛУ). Критерий совместности неоднородной СЛУ (теорема Кронекера-Капелли). Фундаментальная система решений однородной СЛУ. Общее решение неоднородной СЛУ. Метод Гаусса и формулы Крамера решения СЛУ. Обратная матрица и условие ее существования.

Линейное пространство и подпространство. Линейная зависимость независимость векторов. Базис. Координаты вектора в заданном базисе и переход к новому базис. Скалярное произведение элементов линейного пространства. Ортогональные и ортонормированные системы векторов. Процесс ортогонализации Грама – Шмидта.

Линейные операторы: матрица ЛО в заданном базисе и ее изменение при переходе к новому базису. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Диагонализация матрицы линейного оператора. Сингулярные числа прямоугольных матриц и их связь с собственными числами ассоциированных матриц. Матричные разложения (сингулярное разложение SVD).

Билинейные и квадратичные формы. Знакоопределенные и полуопределенные квадратичные формы и их свойства. Канонический и нормальный вид квадратичной формы. Закон инерции квадратичной формы.

Полугруппы и моноиды. Группы, кольца, поля. Идеалы. Модули. Полурешетки и решетки, дистрибутивные и булевы решетки.

4. 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).

5. 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.

6. 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 (эквивалентные критерии). Связанность любых двух вершин дерева единственным простым путем.

Способы представления деревьев. Сбалансированные (корневые) двоичные деревья.

Алгоритмы на графах: обходы (DFS и BFS) графа, поиск кратчайших путей, построение минимального остовного дерева.

Нахождение максимального потока и минимального разреза.

Специализированные блоки вопросов

1. Теория и практика программирования, программное обеспечение

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.

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.

2. Архитектура вычислительных систем и сетей, база данных

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.

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. Арнольд В.И., Обыкновенные дифференциальные уравнения. — М.: Наука, 1984.
3. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т.1. Синтаксический анализ. — М.: Мир, 1978.
4. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т.2. Компиляция. — М.: Мир, 1978.
5. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. — М.: Наука, 1974.

6. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. — М: Радио и связь, 1983.
7. Воронцов К.В. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин). — <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf>
8. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. — Вильямс, 2003.
9. Гельфанд И.М. Лекции по линейной алгебре. — М: Наука 1971.
10. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2005.
11. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера. — М.: Лань, 2004.
12. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. — М.: Наука, 1971.
13. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. — М.: Наука, 1974.
14. Рудин У. Основы математического анализа. — М.: Мир, 1976.
15. Оре О. Графы и их применение. — М.: Мир, 1965; — Новокузнецк: Изд. отдел Новокузнецкого физико-математического ин-та, 2000.
16. Роберт У. Себеста. Основные концепции языков программирования. — 5-е изд. — М.: Вильямс, 2001.
17. Степанов А.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей. — СПб.: Питер, 2007.
18. Таненбаум Э.С. Современные операционные системы. — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2005.
19. Таненбаум Э.С., Вудхалл А.С. Операционные системы. Разработка и реализация. — 3-е изд. — СПб.: Питер, 2007.
20. Успенский В.А., Верещагин Н.К., Плиско В.Е. Вводный курс математической логики. — 2-е изд. — М.: Физматлит, 2004.
21. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. — 2-е изд.: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2008.
22. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для студентов экономических специальностей. — М.: Изд-во ВШЭ, 1995.
23. Kleinberg J., Tardos E. Algorithm Design. — Addison-Wesley, 2005.
24. Moore C., Mertens S. The Nature of Computation. — Oxford University Press, 2011.
25. Sipser M. Introduction to the Theory of Computation. — Boston, Mass.: Thomson Course Technology, 2006
26. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. — Вильямс, 2003.
27. Гельфанд И.М. Лекции по линейной алгебре. — М: Наука 1971.
28. Гладкий А.В. Формальные грамматики и языки. — М.: Наука, 1973.
29. Дасгупта С., Пападимитриу Х., Вазирани У. Алгоритмы. — М.: МНЦМО, 2014. 13. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2005. 14. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. — 2-е издание: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2007.
30. Оре О. Графы и их применение. — М.: Мир, 1965; — Новокузнецк: Изд. отдел Новокузнецкого физико-математического ин-та, 2000.
31. Роберт У. Себеста. Основные концепции языков программирования. — 5-е изд. — М.: Вильямс, 2001.
32. Степанов А.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей. — СПб.: Питер, 2007.
33. Таненбаум Э.С. Современные операционные системы. — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2005. 27. Таненбаум Э.С., Вудхалл А.С. Операционные системы. Разработка и реализация. — 3-е изд. — СПб.: Питер, 2007.
34. Успенский В.А., Верещагин Н.К., Плиско В.Е. Вводный курс математической логики. — 2-е изд. — М.: Физматлит, 2004.
35. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. — 2-е изд.: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2008.

36. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для студентов экономических специальностей. — М.: Изд-во ВШЭ, 1995.
37. Moore C., Mertens S. The Nature of Computation. — Oxford University Press, 2011.
38. Sipser M. Introduction to the Theory of Computation. — Boston, Mass.: Thomson Course Technology, 2006.