

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИВМиМГ СО РАН)**



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИВМиМГ СО РАН
М.А. Марченко

«11» *апреля* 2022 г

ПРОГРАММА

вступительных испытаний поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальной дисциплине

научная специальность:

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

Форма проведения вступительных испытаний.

Вступительные испытания проводятся в устной форме.

Для подготовки ответов поступающий использует экзаменационные листы.

Председатель секции Ученого совета
«Информационные
технологии и высокопроизводительные
вычисления»


Б.М. Глинский

Разработал:

д.т.н., профессор Б.М. Глинский

д.т.н., профессор А.С. Родионов

Новосибирск 2022

ПРОГРАММА

вступительных испытаний по специальности 2.3.5.
Математическое и программное обеспечение вычислительных систем,
комплексов и компьютерных сетей

I. Математические основы информатики и программирования

1. Понятие множества, операции над множествами. Актуально и потенциально бесконечные множества. Счетные и континуальные множества, счётность множества слов в конечном алфавите. Несчётность множества вещественных чисел. Отношения и функции, эквивалентность и разбиения, упорядоченность множеств.
2. Аксиоматические теории, свойства систем аксиом. Истинность, ложность и общезначимость. Понятие интерпретации.
3. Формальное определение класса вычислимых функций, тезис Черча.
4. Понятие сложности алгоритмов. Труднорешаемые задачи. Классы P, NP, PSPACE. Примеры NP-полных задач.
5. Основные положения теории графов. Типы графов, способы задания графов в компьютере.
6. Формальные языки и автоматы. Что такое формальные грамматики. Их использование в лексическом и синтаксическом анализе. Операционная семантика языка программирования
7. Основные положения теории графов. Типы графов, способы представления графов в компьютерах.
8. Представление о сетях Петри для анализа поведенческих свойств параллельных программ.
9. Сети Петри, развертка сети, Описание поведения множества процессов сетью Петри (взаимное исключение, производитель-потребитель, читатели-писатели).
10. Основные понятия теории конечно-разностных методов решения дифференциальных уравнений в частных производных (сетки, шаблоны, явные и неявные схемы, аппроксимация, устойчивость).
11. Погрешность результата, неустранимая, относительная. Погрешность, вызываемая методами выполнения арифметических операций в ЭВМ. Ошибки округления. Накопление ошибок.

II. Архитектура современных микропроцессоров и вычислительных систем

1. Понятие архитектуры вычислительных систем (ВС). Понятие последовательного и параллельного исполнения. Уровни параллелизма. Основные принципы организации микропроцессоров CISC, RISC и VLIW архитектур. Способы организации обработки информации в них. Архитектуры суперЭВМ с распределенной и общей памятью (MPP, SMP).

2. **Архитектуры с параллелизмом на уровне данных.** Векторно-конвейерные, SIMD-расширения, матричные. Архитектура векторных процессоров. Векторизация вычислений. SIMD-расширения микропроцессоров (SSE, MMX, 3DNow, AltiVec, MAX, AVX-512).
3. **Архитектуры с параллелизмом на уровне команд.** Суперскалярные процессоры и процессоры с явным параллелизмом (VLIW). Особенности иерархии памяти. Способы оптимизация кода для архитектур обоих классов.
4. **Архитектуры с параллелизмом на уровне потоков.** Понятие потока. Варианты реализации многопоточности. Программное обеспечение (OpenMP, потоки). Примеры реализации многоядерных процессоров. Компьютеры с разделяемой памятью (UMA, NUMA, cc-NUMA, COMA) (мультипроцессоры). Компьютеры с распределенной памятью (мультикомпьютеры). Основные компоненты ВС. Примеры реализации современных мультипроцессоров и мультикомпьютеров и кластеров.
5. **Архитектуры специализированных микропроцессоров.** Обзор современных спецвычислителей. Архитектура графических ускорителей NVIDIA, ATI и процессора Cell
6. **Архитектуры с распределенной памятью.** Организация доступа к памяти. Коммуникационные среды (Ethernet, Infiniband), особенности их использования. Маршрутизаторы. Программное обеспечение. Кластеры. Организация памяти. Структура узла. Сети связи. Сравнительный анализ коммуникационных сред. Программное обеспечение.
7. **Методы организации сетей ЭВМ.** Основные принципы их функционирования. Классификация сетей по масштабу и топологии. Сети GRID.

III. Технологии, языки и системы программирования

1. Технологии программирования. Системы программирования (СП), типовые компоненты СП: языки, трансляторы, редакторы связей, отладчики, текстовые редакторы. Жизненный цикл программы. Инструментальные средства поддержки.
2. Требования к программному продукту (надежность, переносимость, познаваемость, рациональная ресурсоемкость) и их влияние на системы программирования и технологии разработки программных систем.
3. Языки программирования. Синтаксис, семантика. Подходы к классификации языков (по уровню абстракции, по классам применения, по классам пользователей).
4. Понятие о методах трансляции. Лексический, синтаксический, семантический анализ. Основные алгоритмы генерации объектного кода.
5. Макросредства, макровыводы, языки макроопределений, условная

- макрогенерация, принципы реализации.
6. Основные концепции объектно-ориентированного программирования. Организация выполнения объектно-ориентированных программ. Примеры
 7. Основные концепции функционального программирования. Методы функционального программирования и их реализация.
 8. Понятие о подходах к автоматическому синтезу программ.
 9. Средства описания параллелизма в современных языках программирования. Понятия управления и распределения ресурсов, процессы программы. Централизованные и децентрализованные алгоритмы обеспечения динамических свойств параллельных программ.
 10. Концепция типа данных. Абстрактные типы данных. Объекты (основные свойства и отличительные черты). Основные структуры данных, алгоритмы обработки и поиска. Модели данных. Иерархическая, сетевая, реляционная, алгебра отношений.
 11. Базы данных. Основные понятия языков управления и манипулирования данными, Распределенные базы данных, активные базы данных, интегрированные базы данных. Язык баз данных SQL.
 12. Параллельное программирование компьютеров с общей памятью и распределенных.

IV. Операционные системы

1. Режимы функционирования вычислительных систем, структура и функции операционных систем.
2. Основные средства аппаратной поддержки функций ОС: система прерываний, защита памяти, механизм преобразования адресов в системах виртуальной памяти, управление каналами и периферийными устройствами.
3. Управление доступом к данным. Файловые системы (основные типы, характеристика).
4. Структура современных распределенных ОС. Организация сетевого взаимодействия в современных ОС.
5. Виды процессов и управление ими в современных ОС. Средства взаимодействия процессов. Модель клиент-сервер и ее реализация в современных ОС

V. Базы данных

1. Системы управления базами данных.
2. Моделирование предметной области. Модель сущность-связь. Модели данных: иерархическая, сетевая, реляционная.
3. Распределённые базы данных. Программирование баз данных (хранимые процедуры, триггеры, встроенный SQL). Управление параллельным доступом (транзакции, способы решения проблем).

VI. Компьютерные сети

1. Классификация компьютерных сетей. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем ISO-OSI. Сеть Интернет.
2. Службы сетей Интернет. Стек протоколов TCP-IP.
3. Защита информации в компьютерных сетях.
4. Понятие облачных вычислений. Клиент-серверные технологии
5. Основные принцип и средства управления сетью

Список литературы

1. А.И.Мальцев. Алгоритмы и вычислимые функции. - М., Наука, 1986. — 366 с.
2. М. Гэри, Д. Джонсон. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М.: Мир, 1982.
3. Таненбаум Э. С. Архитектура компьютера : [перевод] / Э. Таненбаум. - СПб., 2007. - 843 с.
4. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 5-е изд. – СПб: Питер, 2019
5. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. - СПб: Питер, 2018
6. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем: [учебник для вузов] / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. - СПб. , 2011. - 686 с.
7. В.Э.Малышкин, В.Д.Корнеев. Параллельное программирование мультикомпьютеров. - НГТУ, 2011г.
8. А. Ахо, М. Лам, Р. Сети, Д. Ульман. Компиляторы. Принципы, технологии и инструментарий. – М.: Издательский дом "Вильяме", 2016.
9. В. И. Игошин. Математическая логика и теория алгоритмов — М.: Издательский центр «Академия», 2008.
10. К.Ии, Н.В.Шилов, Е.В.Бодин. О программных логиках - просто. В сб. Системная Информатика, Вып.8. Новосибирск: Наука, 2002.- С.206-249.
11. В. А. Крюков. Операционные системы распределенных вычислительных систем (распределенные ОС) <http://parallel.ru/krukov/>
12. Ю. Г. Карпов. Model Checking. Верификация параллельных и распределенных программных систем. Издательство: БХВ-Петербург, СПб.: 2010 г.
13. В. П. Гергель Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем. М.: Изд-во МГУ, 2010 г
- 14.1. Бекаревич, Ю. Б. Самоучитель Access 2010 / Ю. Б. Бекаревич, Н. В. Пушкина. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 426 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=355092>
15. Пирогов, В. Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: учеб. пособие / В. Ю. Пирогов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2009. - 528 с. [URL:http://znanium.com/bookread.php?book=350672](http://znanium.com/bookread.php?book=350672)

16. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник для вузов. - СПб.: Питер, 2008.
17. Компьютерные сети Е. О. Новожилов, О. П. Новожилов М.: Издательский центр «Академия», 2011
18. Игорь Афонин, Дмитрий Кабачник. Современные процессорные архитектуры. СТА 1/2020.
19. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – ДМК-Пресс. – 2019. – 232 С