Вопросы к зачету (экзамену) по курсу

Суперкомпьютеры и параллельная обработка данных (2025 год)

1, 2 потоки 4-го курса факультета ВМиК МГУ

1. Виды параллельной обработки данных, их особенности.
2. Вычислительно сложные задачи. Примеры оценки вычислительной сложности школьных, научных и промышленных задач.
3. Современные технологии и парадигмы решения задач с использованием суперкомпьютеров.
4. Микроэлектроника и архитектура: оценка вклада в увеличение производительности компьютеров.
5. Архитектура и параметры суперкомпьютерных систем – лидеров списка Top500 (примеры): производительность, эффективность, энергопотребление, энергоэффективность, степень параллельности.
6. Этапы решения задач на параллельных вычислительных системах. Пиковая и реальная производительность компьютеров. Понятие суперкомпьютерного кодизайна.
7. Список Top500: принципы формирования, структура, параметры, рост производительности суперкомпьютерных систем, значения N и $N_{1/2}$.
8. Иерархия памяти, локальность вычислений, локальность использования данных.
9. Закон Амдала, его следствия, суперлинейное ускорение.
10. Показатели качества параллельных программ: ускорение, эффективность реализации, эффективность распараллеливания, масштабируемость.
11. Сильная масштабируемость, масштабируемость вширь, слабая масштабируемость. Функция изоэффективности.
12. Классификация Флинна архитектур вычислительных систем.
13. Компьютеры с общей и распредёленной памятью. Две задачи параллельных вычислений.
14. UMA, NUMA и ccNUMA архитектуры. Компьютеры Cm*, BBN Butterfly.
15. Общая структура ccNUMA компьютера на примере Hewlett-Packard Superdome.
16. Причины уменьшения производительности компьютеров с общей памятью.
17. Коммуникационные топологии. Длина критического пути, связность, сложность.
18. Особенности компьютеров семейства CRAY XT: вычислительные узлы, процессорные элементы, коммуникационная сеть.
19. Особенности компьютеров семейства CRAY XT: аппаратная поддержка синхронизации параллельных процессов.
20. Вычислительные кластеры: узлы, коммуникационная сеть (латентность, пропускная способность), способы построения.
21. Архитектура суперкомпьютеров СКИФ МГУ «Чебышев», «Ломоносов» и «Ломоносов-2».
22. Топология коммуникационной сети «толстое дерево» (fat tree) на примере реализации в суперкомпьютерах СКИФ МГУ «Чебышёв» или «Ломоносов».
23. Причины уменьшения производительности компьютеров с распределённой памятью.
24. Соотношение между понятиями: функциональное устройство, команда (операция), компьютер и их характеристиками: скалярный, векторный, конвейерный.
25. Векторизация программ, необходимые условия векторизации, препятствия для векторизации.
26. Общая структура векторно-конвейерного компьютера на примере CRAY C90. Параллелизм в архитектуре компьютера CRAY C90.
27. Суперкомпьютеры NEC SX-Aurora TSUBASA.
28. Элементы векторной обработки в современных компьютерах. Наборы инструкций MMX, SSE, AVX, AVX2, AVX-512, AltiVec, ARM SVE.
29. Причины уменьшения производительности векторно-конвейерных компьютеров.
30. Метакомпьютер и метакомпьютинг. Отличительные свойства распределенных вычислительных сред.
31. Параллелизм на уровне машинных команд. Суперскалярность, VLIW, EPIC.
32. Производительность вычислительных систем, методы оценки и измерения.
33. Технологии параллельного программирования: способы и подходы создания параллельных программ.
34. MPI: параллельная программа, сообщение, понятия групп и коммуникаторов.
35. MPI: синхронное взаимодействие процессов, виды операторов Send (Bsend, Ssend, Rsend). Тупиковые ситуации.
36. MPI: асинхронное взаимодействие процессов.
37. MPI: коллективные операции.
38. MPI: пересылка разнотипных данных, пересылка упакованных данных.
39. OpenMP: параллельная программа, нити, конструкции для организации параллельных и последовательных секций.
40. OpenMP: основные конструкции для распределения работы между нитями.
41. OpenMP: основные конструкции для синхронизации нитей и работы с общими и локальными данными.
42. Графовые модели программ, их взаимосвязь.
43. Понятия информационной зависимости и информационной независимости: критерий эквивалентности преобразования программ, ресурс параллелизма программ и алгоритмов.
44. Граф алгоритма. Взаимосвязь графа алгоритма и графовых моделей программ.
45. Виды параллелизма: конечный, массовый, координатный, скошенный.
46. Ярусно-параллельная форма графа алгоритма, высота, ширина. Каноническая ЯПФ. Высота ЯПФ и длина критического пути графа алгоритма.
47. Зависимость степени параллелизма от формы записи алгоритма (на примере реализации метода Гаусса).

<u>Материалы для подготовки.</u>

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
2. Антонов А.С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: Учеб. пособие. Предисл.: В.А.Садовничий. - М.: Издательство Московского университета, 2012.-344 с.-(Серия «Суперкомпьютерное образование»).
3. А.С.Антонов. Параллельное программирование с использованием технологии MPI.-М.: Изд-во МГУ, 2004.-71с. (http://parallel.ru/info/parallel/)
4. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие.-М.: Изд-во МГУ, 2009. - 77 с. (http://parallel.ru/info/parallel/)
5. Вл.В.Воеводин, С.А.Жуматий. Вычислительное дело и кластерные системы.-М.: Изд-во МГУ, 2007.-150с. (http://parallel.ru/info/parallel/cluster/)
6. Материалы информационно-аналитического центра Parallel.ru
7. Открытая энциклопедия свойств алгоритмов AlgoWiki (https://algowiki-project.org)