

Перечень тем и вопросов, выносимых на экзамен

Тема 1. Суперкомпьютеры: архитектура, классификация, стили программирования

1. Приведите примеры задач, решаемых с использованием высокопроизводительных параллельных вычислительных систем.
2. Чем объясняется разнообразие архитектур параллельных вычислительных систем?
3. Назовите основные виды архитектур параллельных вычислительных систем. Ответ проиллюстрируйте примерами.
4. В чем проявляется специфика векторно-конвейерных архитектур?
5. Назовите основные особенности параллельных вычислительных систем с общей памятью.
6. Какова специфика параллельных вычислительных систем с распределенной памятью?
7. Дайте обзор архитектур первых пяти самых высокопроизводительных компьютеров из текущего списка top500.
8. Чем обуславливается разнообразие методов написания параллельных программ?
9. Приведите примеры задач, обладающих явным параллелизмом по данным.
10. Приведите примеры задач, обладающих явным параллелизмом по задачам.
11. Перечислите три основные составляющие процесса проектирования параллельных приложений. Ответ проиллюстрируйте примером.
12. Какова может быть логика разбиения прикладной задачи на части?
13. Перечислите уровни параллелизма, проиллюстрируйте ответ примерами.
14. Перечислите проблемы синхронизации отдельных частей целого приложения. Ответ проиллюстрируйте примерами.
15. Какие языки параллельного программирования, библиотеки и системы разработки параллельных программ вы знаете?
16. Сделайте обзор какой-либо системы, языка или библиотеки параллельного программирования.
17. Перечислите основные парадигмы параллелизма, используемые при построении параллельных программ.

Тема 2. Технология OpenMP программирования вычислительных систем с общей памятью

1. Для каких целей была разработана технология программирования OpenMP? Опишите основную концепцию написания программ с использованием OpenMP.
2. Опишите модель памяти OpenMP-программы.

3. Опишите модель выполнения OpenMP-программы, какие составляющие используются для управления средой выполнения.
4. Каким образом и для чего используется директивы OpenMP?
5. Опишите формат директивы OpenMP `#pragma omp parallel`.
6. Перечислите директивы распределения работы по нитям параллельной секции. Опишите основное назначение каждой из них. Ответ проиллюстрируйте примерами.
8. Опишите формат директивы OpenMP `#pragma omp for`. Перечислите опции этой директивы. Поясните, какие циклы можно распараллеливать, а какие нельзя. Почему? Ответ проиллюстрируйте примерами.
9. Какие директивы синхронизации используются в OpenMP?
10. Расскажите о модели согласования памяти, принятой в OpenMP. Каковы особенности использования директивы `#pragma omp flush`?
11. Что такое переменные среды OpenMP и внутренние контрольные переменные. Перечислите основные функции времени выполнения.
12. Какие алгоритмы планирования возможны в OpenMP?
12. Какие методы используются для оптимизации программ, написанных с использованием OpenMP?
13. Какие ограничения системы программирования OpenMP вы можете перечислить?

Тема 3. Технология MPI программирования вычислительных систем с распределенной памятью

1. Какова специфика программирования для параллельных вычислительных систем с распределенной памятью?
2. Чем механизм передачи сообщений отличается от передачи данных через общую память?
3. Какие методы взаимодействия параллельных процессов используются при передаче сообщений?
4. Какие методы планирования процессов целесообразно применять для вычислительных систем с распределенной памятью?
5. Изложите общую концепцию построения MPI-программы.
6. Обрамляющие и информационные функции. Структура простейшей MPI-программы.
7. Основные принципы декомпозиции на блоки регулярной многомерной сетки.
8. Изложите основные моменты распределения данных по узлам в MPI-приложении.
9. Три основных признака MPI-функций: блокирующие / неблокирующие, локальные, коллективные функции.
10. Парные обмены в MPI. Четыре режима отправки сообщения.
11. Блокирующие функции отправки сообщений. Перечислите четыре основных функции. В чем особенность каждой из них? Ответ проиллюстрируйте примерами.

12. Какие MPI-функции информируют о характеристиках сообщения до его получения? Ответ проиллюстрируйте примерами.

13. Неблокирующие функции отправки сообщений. Перечислите четыре основных функции. В чем особенность каждой из них? Ответ проиллюстрируйте примерами.

14. Как выполняется проверка выполнения обмена? Ответ проиллюстрируйте примерами.

15. Для чего используется функция совмещенных передачи и приема сообщений? Ответ проиллюстрируйте примерами.

16. Функции приема данных в MPI. Ответ проиллюстрируйте примерами.

17. Функции коллективного взаимодействия процессов: синхронизация барьером. Реализация итерационных алгоритмов в MPI. Ответ проиллюстрируйте примерами.

18. Функции коллективного взаимодействия процессов: глобальные функции связи. Ответ проиллюстрируйте примерами.

19. Функции коллективного взаимодействия процессов: глобальные функции приведения. Ответ проиллюстрируйте примерами.

Тема 4. Совмещений технологий MPI и OpenMP для программирования SMP-узловых кластеров

1. Опишите архитектуру SMP-узлового кластера. Приведите примеры построения такой системы из top500.

2. Каковы особенности написания параллельных программ для SMP-узлового кластера. Ответ проиллюстрируйте на примере вычисления числа π методом Монте-Карло.

Тема 5. Эффективность параллельных программ

1. Опишите подход к изучению информационных зависимостей алгоритма на основе графа «операции-операнды». Определите понятия «вершина ввода», «входные и выходные вершины», «ярус», «ширина яруса». Ответ проиллюстрируйте примером.

2. Сформулируйте основные теоретические оценки и связи между временем выполнения алгоритма на одном процессоре, минимально возможным временем выполнения параллельного алгоритма при использовании неограниченного количества процессоров и временем выполнения параллельного алгоритма на конечном числе процессоров. Ответ проиллюстрируйте примером.

3. Определите понятие ускорения, получаемого при использовании параллельного алгоритма для p процессов, по сравнению с последовательным вариантом выполнения вычислений. В каком случае говорят о линейном ускорении?

4. Определите понятие ускорения, получаемого при использовании параллельного алгоритма для th нитей, по сравнению с последовательным ва-

риантом выполнения вычислений. В каком случае говорят линейном ускорении?

5. Определите понятие ускорения, получаемого при использовании параллельного алгоритма для p процессов по th нитей для SMP-узлов кластера, по сравнению с последовательным вариантом выполнения вычислений. В каком случае совмещение технологии MPI+OpenMP будет эффективнее использования чистой технологии MPI?

6. Каковы могут быть причины возникновения сверхлинейного ускорения параллельного алгоритма?

7. Определите понятие эффективности использования параллельным алгоритмом вычислительных устройств. В каком случае говорят о хорошей масштабируемости параллельного алгоритма?

8. Сформулируйте закон Амдала, его следствие и закон Гюставсона-Барсиса. В чем сходства и различия оценок ускорения в этих законах.

9. Проиллюстрируйте понятия ускорения и эффективности выполнения параллельного алгоритма на примере задачи о суммировании n чисел.

10. Расскажите о возможных решениях проблемы распределенности данных в ВС с распределенной памятью. Ответ проиллюстрируйте примерами.

11. Опишите проблемы замера времени выполнения программы в многопоточной программе. Как измерить время выполнения последовательной программы на языке Си? Как измерить время выполнения OpenMP-программы?

12. Опишите проблемы замера времени выполнения программы в распределенной программе. Как измерить время выполнения последовательной программы на языке Си? Как измерить время выполнения MPI-программы?

13. Что такое оптимизация компилятора? Какие основные ключи оптимизации для компиляторов gcc и icc вы знаете. Что происходит с возможностями оптимизации кода при компиляции при подключении библиотек OpenMP и MPI?

Перечень типовых задач, выносимых на экзамен

1. В чем специфика реализации параллельного алгоритма нахождения произведения матриц для архитектуры с общей памятью? Ответ проиллюстрировать OpenMP-программой.

2. Каковы могут быть варианты алгоритма нахождения произведения матриц для архитектуры с распределенной памятью? Ответ проиллюстрировать MPI-программой.

3. Каковы могут быть варианты алгоритма нахождения произведения матрицы на вектор для SMP-узлов кластера? Ответ проиллюстрировать MPI+OpenMP-программой.

4. В каком случае возможно применение рекурсивного параллелизма. Ответ проиллюстрируйте OpenMP-программой вычисления интеграла методом адаптивной квадратуры.

5. Какова специфика реализации метода портфеля задач в технологии OpenMP? Ответ проиллюстрировать OpenMP-программой нахождения максимума каждой строки прямоугольной матрицы.

6. Какова специфика реализации метода портфеля задач в технологии OpenMP? Ответ проиллюстрировать OpenMP-программой нахождения произведения прямоугольных матриц.

7. Сформулируйте подходящий для распараллеливания алгоритм вычисления площади прямоугольника по заданным координатам его диагонали. Постройте граф его информационных зависимостей, вычислите T_1 , T_∞ , T_p .

8. Каковы особенности написания параллельных программ для SMP-узлов кластера. Ответ проиллюстрируйте на примере вычисления числа π с помощью интеграла.

9. Какова специфика реализации метода портфеля задач в технологии MPI? Ответ проиллюстрировать MPI-программой нахождения максимума каждой строки прямоугольной матрицы.

10. Какова специфика реализации метода портфеля задач в технологии MPI? Ответ проиллюстрировать MPI-программой нахождения произведения прямоугольных матриц.

11. Каковы могут быть варианты алгоритма нахождения максимума каждой строки прямоугольной матрицы для SMP-узлов кластера? Ответ проиллюстрировать MPI+OpenMP-программой.

10. *Распределенное казино.* Два человека, находящихся в разных городах играют в кости по телефону. Чтобы избежать обмана, они сообщают результаты бросков своему товарищу, который определяет победителя и сообщает каждому из них о результате. Написать MPI-программу, моделирующую поведение игроков и посредника. Каждый процесс должен предоставить в виде файла протокол игры с указанием номеров партий, результатов бросков и победителя.

11. *Кто быстрее?* Несколько MPI-процессов независимо друг от друга складывают по 1000000 чисел. Требуется определить номер самого быстрого процесса и время, затраченное каждым процессом на решение задачи.

12. Автобусный билет называется счастливым, если сумма трех первых цифр его номера равна сумме трех последних. Напишите OpenMP+MPI программу, подсчитывающую количество счастливых билетов в бабине.

13. Написать MPI-программу приближенного вычисления интеграла $\int_a^b f(x)dx$ с помощью квадратурной формулы метода трапеций. Входные данные: границы интегрирования a и b . Вычисление значений функции $f(x)$ оформить отдельной функцией.

14. *Задача о производстве булавок.* В цехе по заточке булавок все необходимые операции осуществляются тремя рабочими. Первый из них берет булавку и проверяет ее на предмет кривизны. Если булавка не кривая, то рабочий передает ее своему напарнику. Напарник осуществляет собственно заточку и передает заточенную булавку третьему рабочему, который осуществляет контроль качества операции. Написать MPI-программу, моделирующей работу цеха.

15. *Задача о Винни-Пухе и неправильных пчелах.* Неправильные пчелы, подсчитав в конце месяца убытки от наличия в лесу Винни-Пуха, решили разыскать его и наказать в назидание всем другим любителям сладкого. Для поисков медведя они поделили лес на участки, каждый из которых прочесывает одна стая неправильных пчел. В случае нахождения медведя на своем участке стая сообщает всем остальным о местонахождении виновника, после чего стая проводит показательное наказание бедного Винни и возвращается в улей. Если участок прочесан, а Винни-Пух на нем не обнаружен, стая также возвращается в улей и ждет сигнала от других пчел. Напишите OpenMP-программу, моделирующую действия пчел. При решении использовать парадигму портфеля задач.

15. *Задача о Винни-Пухе и неправильных пчелах.* Неправильные пчелы, подсчитав в конце месяца убытки от наличия в лесу Винни-Пуха, решили разыскать его и наказать в назидание всем другим любителям сладкого. Для поисков медведя они поделили лес на участки, каждый из которых прочесывает одна стая неправильных пчел. В случае нахождения медведя на своем участке стая сообщает всем остальным о местонахождении виновника, после чего стая проводит показательное наказание бедного Винни и возвращается в улей. Если участок прочесан, а Винни-Пух на нем не обнаружен, стая также возвращается в улей и ждет сигнала от других пчел. Напишите MPI-программу, моделирующую действия пчел.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт математики и фундаментальной информатики

Билет № 0

По дисциплине: Математическое моделирование с применением
высокопроизводительных вычислений.

Направление: 010200.68 Математика и компьютерные науки

Программа: 010200.68.01 Математическое и компьютерное моделирование

1. Назовите основные виды архитектур параллельных вычислительных систем. Ответ проиллюстрируйте примерами.
2. Перечислите функции глобальные функции связи в MPI. Ответ проиллюстрируйте примерами.
3. Сформулируйте закон Амдала, его следствие и закон Гюставсона-Барсиса. В чем сходства и различия оценок ускорения в этих законах.
4. Напишите MPI+OpenMP-программу нахождения максимума каждой строки прямоугольной матрицы для SMP-узлового кластера.

Шкала максимальных баллов для ответов билета

№ задачи	1	2	3	4
максимальное количество баллов	10	20	20	50

Составил:
доцент базовой кафедры ВиИТ _____ Карпова Е.Д.

Утверждаю
Зав. кафедрой ВиИТ _____ В.В. Шайдуров