**Вопросы к экзамену**

по курсу **«Параллельное программирование для высокопроизводительных вычислительных систем»**

сентябрь – декабрь 2021 г.

Лектор: Попова Н.Н.

1. Архитектура и тенденции развития современных процессоров.

Типы процессоров. Методы организации параллелизма на уровне инструкций процессора.

1. Организация векторной обработки данных в современных процессорах.

Векторные инструкции. Векторизация программ.

1. Архитектура подсистемы памяти в современных процессорах. Методы организации кэш-памяти. Показатели производительности кэш-памяти. Закон Литтла.
2. Методы оптимизации доступа к данным в последовательных программах на примере алгоритма матричного умножения. Оценка промахов КЭШа.
3. Классы архитектур современных процессоров. Понятие одновременной многопоточности.
4. Оценка производительности последовательных программ с использованием аппаратных счетчиков. Организация работы с библиотекой PAPI.
5. Этапы разработки параллельных программ. Стратегии декомпозиции параллельных алгоритмов. Мэппинг параллельных процессов на архитектуру суперкомпьютеров.
6. Основные характеристики модели передачи сообщений. Схема и режимы выполнения операций передачи сообщений MPI. Использование системного буфера для оптимизации выполнения операций передачи данных. Понятие коммуникатора, сообщения, тэга сообщения.
7. Методы организации двухточечных обменов в MPI: основные функции, режимы реализации передачи сообщений. Примеры использования. Профилировочный интерфейс MPI.
8. Неблокирующие операции передачи сообщений MPI. Назначение, примеры использования. Примеры тупиковых ситуаций, возникающих при передаче данных с использованием двухточечных операций. Методы ликвидации тупиковых ситуаций.
9. Организация коллективных передач в MPI. Общая характеристика, синтаксис, назначение функций коллективных передач. Параметр ***MPI\_*IN\_PLACE.** Функции ***MPI\_Barrier, MPI\_Bcast, MPI\_Scatter, MPI\_Scattevr, MPI\_Gather, MPI\_Gatherv, MPI\_Gather, MPI\_Allgather, MPI\_Alltoall, MPI\_Reduce.*** Примеры использования.
10. Виртуальные топологии MPI. Типы виртуальных топологий. Основные функции для работы с топологиями типа многомерных решеток. Примеры использования.
11. Модели оценки коммуникационных операций. Оценка времени выполнения коллективных операций MPI.
12. Параллельные алгоритмы умножения матрицы на вектор. Стратегии распараллеливания. Оценка сложности.
13. Блочные параллельные алгоритмы матричного умножения. Алгоритм Фокса, оценка эффективности .
14. Блочные параллельные алгоритмы матричного умножения. Алгоритм Кеннона, оценка эффективности .
15. Параллельные алгоритмы матричного умножения. Блочный алгоритм SUMMA, оценка эффективности .
16. 3D параллельный алгоритм матричного умножения. Оценка сложности.
17. Производные типы данных MPI. Понятие карты типа. Характеристики производных типов. Понятия: протяженность типа, верхняя и нижняя граница типа, размер типа. Функции определения характеристик типа данных. Основной сценарий работы с производными типами данных. Типы конструкторов производных типов. Непрерывный, векторный и индексный производные типы MPI. Примеры.
18. Структурный производный тип данных MPI. Функции MPI для работы с упакованными типами. Назначение, примеры.
19. Организация параллельной работы с файлами в MPI. Понятия элементарного типа, файлового вида. Базовый алгоритм параллельного доступа к файлам. Основные функции для параллельной работы с файлами.
20. Использование типа данных MPI\_Type\_subarray для параллельной работы с файлами. Функции коллективного доступа к файлам. Обработка ошибок при параллельной работе с файлами в MPI-2.

Проблемы синхронизации доступа параллельных процессов к файлам. Методы реализации. Примеры.

1. Общая характеристика модели программирования OpenMP. Компоненты OpenMP. Основные понятия. Директивы и клаузы. Понятие структурного блока. Классы памяти. Конструкции для изменения класса памяти.
2. Модель потоков в pthreads/планирование.
3. Методы блокировки в pthreads.

**Литература.**

1. Презентации лекций.
2. [Антонов А.С.](https://www.parallel.ru/russia/people/antonov.html) Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: Учеб. пособие. Предисл.: В.А.Садовничий. - М.: Издательство Московского университета, 2012.-344 с.-(Серия "Суперкомпьютерное образование"). ISBN 978-5-211-06343-3.
3. В.В.Воеводин, Вл.В.Воеводин "Параллельные вычисления", БХВ-Петербург, 2002, 608 стр.
4. Интернет ресурсы.