

## Параллельное программирование для высокопроизводительных систем

Автор(ы):

**Попова Нина Николаевна**, доцент, к.ф.м.н,

**Бахтин Владимир Александрович**, ассистент, к.ф.м.н

Введение.

Обзор проблематики высокопроизводительных параллельных вычислений. Цели и содержание спецкурса. Современные направления развития параллельных вычислительных систем. Принципы построения параллельных вычислительных систем с разделяемой и распределенной памятью. Многоядерные процессоры. Архитектура и программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем МГУ: BlueGene/P, СКИФ «Чебышев», «Ломоносов».

Основы параллельных вычислений.

Понятие о модели параллельных вычислений. Обзор базовых параллельных алгоритмов линейной алгебры, включая векторно-матричные операции (плотные и разреженные матрицы), решение систем линейных уравнений, параллельную сортировку данных.

Методы оценки эффективности параллельных программ. Понятие эффективности параллельных программ, методы оценки эффективности, закон Амдаля.

Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP.

OpenMP - модель параллелизма по управлению. Выполнение OpenMP-программы (Fork and Join Model). Модель памяти. Понятие консистентности памяти. Консистентность памяти в OpenMP (weak ordering). Классы переменных. Основные понятия: директивы и клаузы. Понятие структурного блока. Компиляция OpenMP-программы. Параллельная область. Понятие задачи. Конструкции распределения работы. Конструкции для синхронизации нитей. Система поддержки выполнения OpenMP-программ. Переменные окружения, управляющие выполнением OpenMP-программы. Наиболее часто встречаемые ошибки в OpenMP-программах. Функциональная отладка OpenMP-программ. Отладка эффективности OpenMP-программ. Использование OpenMP на кластере. Технология Intel Cluster OpenMP.

Основы параллельного программирования с использованием технологии MPI.

Принципы построения параллельных программ с использованием модели передачи сообщений. Стандарты MPI-1, MPI-2 и их реализации: MPICH, Lam MPI, OpenMPI.

Основные понятия MPI: сообщение, коммутатор, двусторонние и коллективные передачи, режимы передачи сообщений. Особенности трансляции и запуска MPI-программ в конкретных операционных средах. Организация двухсторонних взаимодействий в MPI.

Основные функции MPI для поддержки двухсторонних передач сообщений. Понятие о коллективных операциях. Функции MPI поддержки коллективных операций. Реализация параллельных алгоритмов линейной алгебры с использованием двухсторонних и коллективных операций. Группировка данных для организации коммуникаций. Производные типы данных в MPI. Конструкторы производных типов.

Упаковка данных. Примеры использования производных типов для реализации векторно-матричных операций. Операции над коммутаторами. Виртуальные топологии.

Примеры реализации параллельных программ с использованием базовых операций MPI.

Особенности реализации библиотеки MPI для вычислительной системы BlueGene/P.

Дополнительные функции для работы с коммутаторами. Параметры настройки

протоколов передачи данных. Реализация отображения структуры параллельных программ на архитектуру BlueGene/P.

Методы и системы отладки и настройки эффективности параллельных программ.

Параллельное программирование с использованием MPI-2,3

Технология программирования DVM.

Методы разработки параллельных программ с использованием параллельных математических библиотек.

Параллельное программирование с использованием OpenACC.

Разработка и исследование параллельных программ с использованием изученных технологий.