

Проект комиссии Президента
по модернизации и технологическому развитию экономики России
«Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров
в области суперкомпьютерных технологий и
специализированного программного обеспечения»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель экспертного совета
системы НОЦ СКТ, член-корр. РАН
В.В. Воеводин

" _____ " _____ 201__ г.

Программа дисциплины

«Высокопроизводительные вычислительные системы»

Программа переподготовки
в области суперкомпьютерных технологий
для укрупнённой группы специальностей и направлений подготовки
090000 "Информационная безопасность"

Разработчик: д.т.н., профессор Агибалов Г.П.
Рецензент: д.т.н., профессор Старченко А.В.

Москва

Учебно-методический план курса лекций

«ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»

АГИБАЛОВ Г.П.

1. Аннотация курса

Постоянно возрастающая потребность в решении все более сложных задач с большим объемом вычислений и ограниченность максимального быстродействия ЭВМ построенных по «классической» схеме фон Неймана привели к необходимости изменения архитектуры центрального процессора, с целью повышения быстродействия, а так же к появлению многопроцессорных вычислительных систем.

В курсе излагаются архитектуры современных высокопроизводительных вычислительных систем, математические основы параллельных вычислений, понятия ускорения, эффективности и производительности, технологии и модели программирования на основе стандартов MPI, Open MP.

Целями освоения дисциплины «Высокопроизводительные вычислительные системы» являются:

- изучение фундаментальных принципов и инженерных решений, используемых при построении высокопроизводительных вычислительных систем;
- изучение архитектуры современных многопроцессорных вычислительных систем;
- изучение и овладение программным обеспечением многопроцессорных вычислительных систем.

Курс разработан на кафедре защиты информации и криптографии факультета прикладной математики и кибернетики Томского государственного университета.

Автор программы д.т.н. Агибалов Геннадий Петрович. При чтении лекций используются компьютерные презентации.

2. Место дисциплины в учебном плане.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- Знать основные архитектуры многопроцессорных вычислительных систем и подходы, используемые при их построении;
- Знать наиболее распространенные параллельные программные пакеты;
- Уметь использовать полученные знания в своей профессиональной деятельности и практической работе;

3. Содержание дисциплины.

В курсе «Архитектура и программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем» излагаются основы построения компьютерных систем, методы и способы повышения производительности центральных процессоров, основы построения многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью.

4. Перечень разделов курса

Высокопроизводительные вычислительные системы

- 1.1. Архитектуры параллельных вычислительных систем
 - 1.1.1. Кластерные и распределённые системы
 - 1.1.2. Архитектуры SMP, NUMA, ccNUMA
 - 1.1.3. Векторно-конвейерные компьютеры
 - 1.1.4. Архитектуры с параллелизмом на уровне машинных команд
 - 1.1.5. Графические процессоры
 - 1.1.6. FPGA-компьютеры
 - 1.1.7. Компьютеры потоков данных
 - 1.1.8. Однородные вычислительные среды
 - 1.1.9. Клеточные автоматы
 - 1.1.10. Грид-технологии
 - 1.1.11. Облачные вычисления
 - 1.1.12. Популяции конечных автоматов
- 1.2. Математические основы параллельных вычислений
- 1.3. Понятия ускорения, эффективности и производительности
- 1.4. Технологии и модели параллельного программирования
 - 1.4.1. Программирование многопроцессорных систем с локальной памятью на основе стандарта MPI
 - 1.4.2. Программирование многопроцессорных систем с разделяемой памятью на основе стандарта OpenMP. Оптимизирующие компиляторы с поддержкой OpenMP
 - 1.4.3. Особенности программирования современных микропроцессоров с глубокой иерархией памяти. Библиотеки BLAS, ATLAS, LAPACK
 - 1.4.4. Современные технологии разработки параллельных программ для задач линейной алгебры: библиотеки BLACS, PBLAS, ScaLAPACK

Введение. История развития вычислительной техники и высокопроизводительных ЭВМ.

Архитектуры параллельных вычислительных систем. Центральный процессор. Классическая схема фон Неймана. Основные элементы

центрального процессора. Иерархическая организация памяти. Сети передачи данных.

Параллелизм на уровне архитектуры процессоров. CISC и RISC процессоры, векторные и конвейерные центральные процессоры, суперскалярные процессоры, VLIW.

Основы многопроцессорных вычислительных систем. Понятие суперкомпьютера. Классификация Флинна. Детализация класса MIMD. Виды параллельных вычислительных систем.

Многопроцессорные вычислительные системы с общей памятью. Системы с однородной общей памятью. Системы с неоднородной общей памятью: NUMA, ccNUMA. Преимущества и недостатки системы

Многопроцессорные вычислительные системы с распределенной памятью. MPP-системы и вычислительные кластеры. Высокопроизводительные системы гибридной архитектуры. Преимущества и недостатки архитектуры.

Оценка производительности многопроцессорных вычислительных систем. Характеристики эффективности. Оценка производительности. Рейтинги. Закон Амдала, Густавсона-Барсиса. Тесты производительности.

Программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем. Операционные системы параллельных вычислительных систем. Компиляторы, отладчики, инструментальные среды для разработки параллельных программ. Системы управления заданиями, планирования распределения вычислительной нагрузки. Параллельные проблемно-ориентированные библиотеки: BLAS, Lapack, Scalapack, FFTW, PETSc, MKL.

5. Тематический план курса.

Распределение часов курса по темам и видам работ представлено в таблице 1

Таблица 1

№ п/п	Наименование тем и разделов	Всего (часов)	Лекции (часов)
1	Введение	2	2
2	Архитектуры параллельных вычислительных систем	6	6
3	Параллелизм на уровне архитектуры процессоров	4	4
4	Основы многопроцессорных вычислительных систем	2	2

	ных систем		
5	Многопроцессорные вычислительные системы с общей памятью	4	4
6	Многопроцессорные вычислительные системы с распределенной памятью	4	4
7	Оценка производительности многопроцессорных вычислительных систем	2	2
8	Программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем	4	4
9	Проверка знаний	4	
	ИТОГО:	32	28

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы слушателей.

Темы лабораторных работ для слушателей:

- 1) Знакомство с операционной системой семейства Unix. Запуск параллельных программ с использованием системы управления заданиями.
- 2) Решение задач линейной алгебры с использованием параллельной проблемно-ориентированной библиотеки.

При реализации образовательного процесса по дисциплине «Архитектура и программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем» используются следующие образовательные технологии:

- компьютерные презентации лекций, в которые включены компьютерные симуляции, ситуации, требующие принятия решения от обучаемого. Презентации других авторов, распространяемые по программе интернет-образования;
- наглядное изучение архитектур;
- интернет-лекции и видеоконференции ведущих представителей российской и зарубежной науки в области параллельных вычислений.

6. Литература

Рекомендуемая литература (основная)

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
2. Малышкин В.Э. Введение в параллельное программирование мультимедийных компьютеров. Новосибирск, 2003. — 293 с.
3. Антонов А.С. Введение в параллельные вычисления. М.: Изд. МГУ, 2002.
4. Шпаковский Г.И. , Серикова Н.В. Программирование для

- многопроцессорных вычислительных систем в стандарте MPI. Минск: Изд. БГУ, 2002. — 323 с.
5. Гергель В.П., Стронгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. Учебное пособие. — Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2000. — 176 с.
 6. Корнеев В.Д. Параллельное программирование в MPI. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 2002. — 214 с.
 7. Малышкин В.Э. Параллельное программирование мультимикрокомпьютеров: Учебное пособие. — Ярославль: Яросл. гос. ун-т, 1999. — 135 с.
 8. Агибалов Г. П., Беляев В. А. Технология решения комбинаторно-логических задач методом сокращённого обхода дерева поиска. — Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1981. — 125 с.
 9. Сачков В.Н. Введение в комбинаторные методы дискретной математики. — М.: МЦНМО, 2004. — 424 с.
 10. Агибалов Г.П. Логические уравнения в криптоанализе генераторов ключевого потока // Вестник ТГУ. Приложение. — 2003. № 6. — С. 31– 41.
 11. Агибалов Г.П. Методы решения систем полиномиальных уравнений над конечным полем // Вестник ТГУ. Приложение. № 17. — С. 4 - 9.
 12. Семенов В.В. Алгоритмы параллельного перечисления разбиений множества // Третья Сибирская школа-семинар по параллельным вычислениям / Под ред. А. В. Старченко. — Томск: изд-во Том. ун-та, 2006. — С. 73 – 76.

Список дополнительной литературы устанавливается кафедрой.