


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт автоматки и процессов управления
Дальневосточного отделения Российской академии наук»
(ИАПУ ДВО РАН)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель направления
подготовки аспирантов
09.06.01 «Информатика и
вычислительная техника», д.т.н.


В.В. Грибова
« 14 / » 2014 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по научно-
образовательной и инновационной
деятельности, д.ф.-м.н.


Н.Г. Галкин
« 14 / » 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)

Параллельное программирование

Направление подготовки – 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»
профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ»

Образовательная программа «Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ»

Форма подготовки (очная)

Междисциплинарная кафедра подготовки кадров высшей квалификации (МК ПКВК)

курс 2 семестр 4
лекции 18 час. / 0,5 з.е.
практические занятия 36 час. / 1 з.е.
лабораторные работы - нет
всего часов аудиторной нагрузки 54 час. / 1,5 з.е.
самостоятельная работа 45 час. / 1,25 з.е.
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 875.

Рабочая программа обсуждена на заседании МК ПКВК, протокол № 1 от «14» августа 2014 г.

Заведующий кафедрой: д-р физ.- мат. наук, профессор Н.Г. Галкин

Составитель: к.ф.-м.н., н.с. лаб. интеллектуальных систем ИАПУ ДВО РАН А.С. Величко

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Параллельное программирование» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профили «Системный анализ, управление и обработка информации», «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, учебный план подготовки аспирантов по профилям «Системный анализ, управление и обработка информации», «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Цель – способность и готовность разрабатывать программное обеспечение для многопроцессорной вычислительной техники, осуществлять высокопроизводительные вычисления.

Задачи:

1. Освоить научные задачи в области современной суперкомпьютерной техники, вычислительных машин, комплексов, систем и сетей, математическое, информационное, программное обеспечение средств вычислительной техники в области информационных, вычислительных, проектирующих и управляющих систем; технологии разработки технических средств вычислительной техники и программных продуктов.

2. Уметь использовать полученные знания и умения в сфере науки, техники, технологии и педагогики, включая развитие теории, создание, внедрение и эксплуатация перспективных компьютерных систем, сетей и комплексов, математического и программного обеспечения в научно-производственной и социально-экономической сфере.

Компетенции выпускника, формируемые в результате изучения дисциплины

Профессиональные компетенции:

- способность разрабатывать новые математические модели объектов и явлений, развивать аналитические и численные методы их исследования (ПК-2);

- способность применять высокопроизводительные вычисления на современной многопроцессорной и суперкомпьютерной технике для решения практических задач (ПК-5).

Требования к уровню усвоения содержания дисциплины

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

Знать:

- основные архитектуры многопроцессорных вычислительных систем и средства поддержки параллельных вычислений в прикладных и научных областях, методы анализа математических моделей.

Уметь:

- создавать параллельные программы и разрабатывать программные проекты для распределенных систем.

Владеть:

- методами и средствами параллельного программирования, разработки высокопараллельных вычислительных сред и технологий их программирования, программных приложений, ориентированных на реализацию распределенной обработки данных в сетях общего пользования.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Многопроцессорные вычислительные системы (МВС) и основы параллельной обработки данных (2 час.)

Классификация ЭВМ Флинна, МВС с общей (разделяемой) и распределенной (индивидуальной) памятью, сетевые топологии. Эффективность параллельных программ и законы Амдала. Модели параллельного программирования и обзор программных средств разработки.

Раздел 2. Основы параллельного программирования с использованием OpenMP (2 час.)

Принципиальная схема программирования. Основные правила применения директив OpenMP для описания данных и организации параллельных вычислений. Видимость данных и корректность доступа к данным. Методы распараллеливания циклов и контроля распределения работы между процессорами. Способы балансировки работы процессоров. Загрузка, синхронизация и балансировка параллельных потоков в OpenMP. Переменные окружения. Организация передачи данных. Блокировки в OpenMP. Отладка программ в OpenMP. Настройка и ускорение программ в OpenMP. Средства автоматизированного распараллеливания программ.

Раздел 3. Основы параллельного программирования GPU с использованием CUDA (4 час.)

Гибридная модель вычислений. Архитектура графического процессора (GPU). Программная модель CUDA. Понятие потока, блока, сети блоков. Функция как параллельный код на GPU. Иерархия памяти на GPU. Регистры и локальная память. Глобальная память. Шаблон работы с глобальной памятью. CUDA-потоки. Объединение запросов. Массивы с выравниванием. Разделяемая память. Шаблон работы с разделяемой памятью. Оптимизация

работы с разделяемой памятью. Статические переменные. Константная память ПО. Текстуриная память.

Раздел 4. Основы параллельного программирования с использованием операций библиотеки функций MPI (2 час.)

Основы работы в ОС Linux. Программирование операций межточечных взаимодействий в MPI. Коллективные операции в MPI. Распределенные операции в MPI.

Раздел 5. Алгоритмы и разработка параллельных программ (8 час.)

Алгоритмы и разработка параллельных программ суммирования и численного интегрирования. Алгоритмы и разработка параллельных программ для векторно-матричных операций. Алгоритмы и разработка параллельных программ численного решения дифференциальных уравнений. Алгоритмы и разработка параллельных программ для численных методов решения задач безусловной оптимизации.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1. Способы оценки и измерения эффективности параллельных программ (4 час.).

Количественные методы и подходы к формальной оценке эффективности параллельных программ (общий обзор). Методы оценки эффективности в абсолютных шкалах. Методы оценки эффективности в относительных шкалах. Сопоставительные и сравнительные оценки эффективности. Особенности и параметры функции определения числа

процессов в области связи. Особенности и параметры функции определения номера процесса. Особенности и параметры функции отсчета времени.

Занятие 2. Основы работы в ОС Linux (4 час.).

Особенности операционной системы. Связи с ОС Unix. Ядро системы. Основные команды и параметры системы. Запуск и контроль исполняемых задач и процессов.

Занятие 3. Практические аспекты программирования операций межточечных взаимодействий в MPI (4 час.).

1. Практические особенности работы функции инициализации MPI_Init.

2. Практические особенности работы функции завершения MPI_Finalize.

3. Практические особенности работы функции определения числа процессов в области связи MPI_Comm_size

4. Практические особенности работы функции передачи сообщения MPI_Send.

5. Практические особенности работы функции приема сообщения MPI_Recv.

Занятие 4. Практические аспекты программирования коллективных операций в MPI (4 час.).

1. Практические особенности работы функции рассылки информации (MPI_Bcast).

2. Практические особенности работы функции сборки распределенного по процессам массива (MPI_Gather, MPI_Gatherv).

3. Практические особенности работы функции сборки распределенного массива с его рассылкой (MPI_Allgather, MPI_Allgatherv).

4. Практические особенности работы функции разбиения массива и рассылки его фрагментов (MPI_Scatter, MPI_Scatterv).

5. Практические особенности работы прочих функций коллективных операций (MPI_Alltoall, MPI_Alltoallv).

Занятие 5. Практические аспекты программирования распределенных операций в MPI (2 час.).

1. Практические особенности работы функции редукции с сохранением результата в адресном пространстве одного процесса (MPI_Reduce).

2. Практические особенности работы функции редукции с сохранением результата в адресном пространстве всех процессов (MPI_Allreduce).

Занятие 6. Алгоритмы и разработка параллельных программ суммирования и численного интегрирования (4 час.).

Занятие 7. Алгоритмы и разработка параллельных программ для векторно-матричных операций (4 час.).

Занятие 8. Алгоритмы и разработка параллельных программ для численных методов решения дифференциальных уравнений (5 час.).

Занятие 9. Алгоритмы и разработка параллельных программ для численных методов решения задач безусловной оптимизации (5 час.).

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Фонд оценочных средств прилагается.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Федотов И.Е. Модели параллельного программирования [Электронный ресурс]/ Федотов И.Е. - Электрон. текстовые данные. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012 - 384 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20877>.

2. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богачев К.Ю. - Электрон. текстовые данные. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 342 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20702>.

3. Алексеев А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 [Электронный ресурс]/ Алексеев А.А. - Электрон. текстовые данные. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2013. - 138 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16714>.

Дополнительная литература

1. Антонов А.С. Введение в параллельные вычисления. Методическое пособие. - М.: Изд-во МГУ, 2002. - 70 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/980/23980>.

2. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI. Учебное пособие. - М.: Изд-во МГУ, 2004. - 71 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/979/23979>.

3. Гергель В.П., Фурсов В.А. Лекции по параллельным вычислениям: Учебное пособие. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. - 164 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/552/72552>.

4. Сальников А.М. Ярошенко Е.А. Гребенник О.С. Спиридонов С.В. Введение в параллельные вычисления. Основы программирования на языке Си с использованием интерфейса MPI. – М. : Институт проблем управления РАН, 2010. – 123 с.

5. Шпаковский Г.И. Параллельное программирование и аппаратура. - Минск: БГУ, 2012. - 184 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/944/76944>.

6. Баркалов К.А. Методы параллельных вычислений: методическое пособие. - Н. Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, 2011. - 124 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/852/79852>.

7. Баканов В.М. Параллельные вычисления: Учебное пособие. - М.: МГУПИ, 2006. - 124 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/184/58184>.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Букатов А.А., Дацюк В.Н., Жегуло А.И. Многопроцессорные системы и параллельное программирование / РГГУ. - Ростов, 2003. URL: <http://rsusu1.rnd.runnet.ru/tutor/method/index.html>.

2. Богданов А.В., Станкова Е.Н., Мареев В.В., Корхов В.В. Архитектуры и топологии МВС / Интернет-университет информационных технологий. - М., 2004. URL: <http://www.intuit.ru/department/hardware/atmcs/>.

3. Воеводин Вл.В. Параллельная обработка данных / НИВЦ МГУ. URL: <http://www.parallel.ru/vvv/>.

4. Высокопроизводительные вычисления на кластерах : Учебн. пособие / Под ред. А.В. Старченко. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 2008. URL: <http://skif.tsu.ru/lit/parallel.pdf>.

5. Гергель В.П. Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование / НижГу. - Нижний Новгород. URL: <http://www.software.unn.ac.ru/ccam/?doc=14>.

6. Немнюгин С.А. Средства программирования для многопроцессорных вычислительных систем / СПбГУ. - СПб., 2007. URL: <http://www.phys.spbu.ru/library/studentlectures/nemnugin/nemnugin>.
7. Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности / Под редакцией: академика В.А. Садовниченко, академика Г.И. Савина, чл.-корр. РАН Вл.В. Воеводина. - М.: Издательство Московского университета, 2009. URL: http://hpc-russia.ru/book_ready.html.
8. Шпаковский Г.И. и др. Применение технологии MPI в GRID. - Мн.: БГУ, 2008. URL: <http://www.cluster.bsu.by/download/ShakovskiLectArchHPC.pdf>.
9. Шпаковский Г.И., Серикова Н.В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI. - Минск : БГУ, 2002. URL: http://www.cluster.bsu.by/download/book_PDF.pdf.
10. Bertsekas D.P., Tsitsiklis J.N. Parallel and Distributed Computation : Numerical Methods. Athena Scientific, 1997. URL: <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/3719>.