

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Введение в параллельные алгоритмы Б1.В.ДВ.23

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Системное программирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Кадыров Р.Ф.

Рецензент(ы):

Задворнов О.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Задворнов О. А.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, к.н. Кадыров Р.Ф. кафедра вычислительной математики отделение прикладной математики и информатики, Rafael.Kadyrov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины - познакомить студентов с технологиями параллельного программирования, разобрать архитектуру параллельных вычислительных систем, познакомить студентов с основными принципами распараллеливания программ, привить студентам навыки программирования с использованием технологии MPI, OpenMP.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.23 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина относится к профессиональному циклу дисциплин. Опирается на знания, полученные студентами по программированию, численным методам, операционным системам. Считается, что студент хорошо владеет языком программирования C++, умеет разрабатывать алгоритмы для решения простейших математических задач, знаком с технологией CUDA.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способность решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

архитектуру параллельных компьютеров

2. должен уметь:

разбивать программу на независимые процессы

3. должен владеть:

технологиями параллельного программирования MPI и OpenMP.

4. должен демонстрировать способность и готовность:
разработки эффективных программ для выполнения на многопроцессорных системах;
адаптации готовых программ под многопроцессорные системы.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Архитектура параллельных компьютеров	6	1-2	0	0	4	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Параллелизм и его использование	6	3-5	0	0	6	Письменное домашнее задание Контрольная работа
3.	Тема 3. Технология программирования OpenMP	6	6-10	0	0	10	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Технология программирования MPI	6	11-15	0	0	10	Контрольная работа Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Гибридная модель параллельного программирования	6	16-18	0	0	6	Письменное домашнее задание
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Архитектура параллельных компьютеров

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Обзор современных вычислительных систем для параллельных вычислений. Способы параллельной обработки данных. Компьютеры с общей памятью, компьютеры с распределенной памятью

Тема 2. Параллелизм и его использование

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Графы информационных зависимостей. Концепция неограниченного параллелизма. Крупноблочное распараллеливание. Низкоуровневое распараллеливание. Оценка эффективности параллельных вычислений. Параллельные алгоритмы решения задач линейной алгебры.

Тема 3. Технология программирования OpenMP

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Основные конструкции, работа с переменными, распараллеливание циклов, параллельные секции, критические секции, атомарные операции, операции синхронизации.

Тема 4. Технология программирования MPI

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Общие функции, функции приема/передачи сообщений между процессами. Функции коллективного взаимодействия процессов, создания пользовательских операций, работа с группами процессов. Пересылка разнотипных данных, производные типы данных, упаковка данных.

Тема 5. Гибридная модель параллельного программирования

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Совместное использование технологий программирования MPI, OpenMP и CUDA

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Архитектура параллельных					

КОМПЬЮТЕРОВ

6

1-2

подготовка домашнего задания

задание

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Параллелизм и его использование	6	3-5	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
3.	Тема 3. Технология программирования OpenMP	6	6-10	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
4.	Тема 4. Технология программирования MPI	6	11-15	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
5.	Тема 5. Гибридная модель параллельного программирования	6	16-18	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
Итого					36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Архитектура параллельных компьютеров

домашнее задание , примерные вопросы:

Работа с литературой, изучение команд `linux` для работы на кластере

Тема 2. Параллелизм и его использование

домашнее задание , примерные вопросы:

Построение графа информационных зависимостей Параллельные алгоритмы вычисления определенных интегралов

контрольная работа , примерные вопросы:

Параллельный алгоритм умножения двух матриц, алгоритм Фокса

Тема 3. Технология программирования OpenMP

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания на общие и защищенные переменные, разграничение доступа к переменным, конструкции разделения работ не итерационного типа, конструкции разделения работ итерационного типа, операции синхронизации работ.

Тема 4. Технология программирования MPI

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания на взаимодействие процессов типа "точка-точка", коллективное взаимодействие процессов, группы коммутаторов, пересылку разнотипных данных

контрольная работа , примерные вопросы:

Написание параллельных программ с использованием технологии OpenMP/MPI, реализующий квадратурную формулы вычисления определенного интеграла.

Тема 5. Гибридная модель параллельного программирования

домашнее задание , примерные вопросы:

Алгоритм численного решения двумерного уравнения Лапласа методом Якоби

Итоговая форма контроля

зачет (в 6 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1. Способы параллельной обработки данных.
2. Закон Амдала, гипотеза Минского.
3. Ускорение и эффективность.
4. Компьютеры с общей памятью.
5. Компьютеры с распределенной памятью.
6. Векторно-конвейерные компьютеры.
7. Grid-системы и метакомпьютинг.
8. Информационная зависимость. Граф информационных зависимостей.
9. Концепция неограниченного параллелизма.
10. Крупноблочное распараллеливание.
11. Низкоуровневое распараллеливание. Разбиение итераций цикла.

12. Технология программирования OpenMP.

13. Система программирования MPI. (Общие функции. Функции передачи сообщений. Тупиковые ситуации. Коллективные взаимодействия процессов. Пересылка разнотипных данных.)

14. Гибридная модель параллельного программирования.

7.1. Основная литература:

1. Линев, Алексей Владимирович. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур: учебник для студентов высших учебных заведений/ А. В. Линев, Д. К. Боголепов, С. И. Бастраков; под ред. В. П. Гергеля; Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. - Москва: Изд-во Московского университета, 2010. - 148 с.

2. Бабенко Л.К., Параллельные алгоритмы для решения задач защиты информации [Электронный ресурс] / Бабенко Л.К., Ищукова Е.А., Сидоров И.Д. - 2-е изд., стереотип. - М. : Горячая линия - Телеком, 2014. - 304 с. - ISBN 978-5-9912-0439-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204392.html>

7.2. Дополнительная литература:

1. Богачёв, К.Ю. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.Ю. Богачёв. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 345 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70745>

2. Боресков А.В. Параллельные вычисления на GPU : архитектура и программная модель CUDA : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 'Прикладная математика и информатика' и 010300 'Фундаментальная информатика и информационные технологии' / [А. В. Боресков и др. ; предисл. В. А. Садовничий] ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова .- Москва : Изд-во Московского университета, 2012 .- 332, [1] с.

3. Корнеев В.Д. Параллельное программирование в MPI / В.Д. Корнеев .- М. ; Ижевск : Ин-т. компьютерных исслед., 2003 .- 303с.

7.3. Интернет-ресурсы:

CUDA developer zone - <http://developer.nvidia.com/category/zone/cuda-zone>

MPI Documents, user's guide - <http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html>

OpenMP Specifications - <http://openmp.org/>

The Message Passing Interface (MPI) standard - <http://www.mcs.anl.gov/mpi/index.html>

Портал по параллельным вычислениям - <http://parallel.ru/>

Суперкомпьютеры - <http://supercomputers.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Введение в параллельные алгоритмы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Наличие в компьютерном классе среды разработки программ на языке C/C++.

Наличие в компьютерном классе установленного пакета mpich или HPC Pack.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Системное программирование .

Автор(ы):

Кадыров Р.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Задворнов О.А. _____

"__" _____ 201__ г.