

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Параллельные вычисления БЗ.ДВ.4**

Направление подготовки: 010400.62 - Прикладная математика и информатика  
Профиль подготовки: Системное программирование, математическое моделирование  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: второе высшее  
Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Александрова И.Л.

**Рецензент(ы):**

Бахтиева Л.У.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Плещинский Н. Б.

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 970714

Казань  
2014

## 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, б/с Александрова И.Л. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики ,  
1Irina.Alexandrova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

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

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.4 Профессиональный" основной образовательной программы 010400.62 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данный курс предназначен для студентов 5 курса (9 семестр) и 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.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций
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:

решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

3. должен владеть:

технологиями параллельного программирования MPI и OpenMP, CUDA.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

навыки программирования с использованием технологии MPI, OpenMP.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

архитектуру параллельных компьютеров

4. должен демонстрировать способность и готовность:

архитектуру параллельных компьютеров

4. должен демонстрировать способность и готовность:

технологиями параллельного программирования MPI и OpenMP, CUDA.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Архитектура параллельных компьютеров.	9	1-2	0	0	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Параллелизм и его использование.	9	3-5	0	0	6	контрольная работа
3.	Тема 3. Технологии параллельного программирования.	9	6	0	0	2	домашнее задание
4.	Тема 4. Технология программирования MPI.	9	7-9	0	0	6	контрольная работа
5.	Тема 5. Технология программирования OpenMP	9	10-11	0	0	4	домашнее задание
6.	Тема 6. Графические ускорители.	9	12-13	0	0	4	домашнее задание
7.	Тема 7. Технология программирования Nvidia CUDA	9	14-18	0	0	10	научный доклад
	Тема . Итоговая форма контроля	3		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

### **Тема 3. Технологии параллельного программирования.**

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Краткий обзор существующих технологий: DVM, OpenMP, HPF, MPI. Технология MPI. Примеры программ с использованием технологии MPI

### **Тема 4. Технология программирования MPI.**

#### **лабораторная работа (6 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. Технология программирования OpenMP**

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

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

### **Тема 6. Графические ускорители.**

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Архитектура GP GPU, мультипроцессор (SM), кластер (GPC), сравнение CPU и GPU.

### **Тема 7. Технология программирования Nvidia CUDA**

#### **лабораторная работа (10 часа(ов)):**

Модель программирования: ядро, нить, блок, решетка. Модель памяти: регистры, разделяемая память, константная память, локальная память, глобальная память, текстурная память. Вызов функций, объявление переменных.

## **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Архитектура параллельных компьютеров.	9	1-2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Параллелизм и его использование.	9	3-5	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
3.	Тема 3. Технологии параллельного программирования.	9	6	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Технология программирования MPI.	9	7-9	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Технология программирования OpenMP	9	10-11	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
6.	Тема 6. Графические ускорители.	9	12-13	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
7.	Тема 7. Технология программирования Nvidia CUDA	9	14-18		10	научный доклад
	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.

контрольная работа , примерные вопросы:

Построение графа информационных зависимостей Параллельные алгоритмы вычисления определенных интегралов

### Тема 3. Технологии параллельного программирования.

домашнее задание , примерные вопросы:

Работа с литературой, выбор необходимой технологии для решения конкретной задачи

### Тема 4. Технология программирования MPI.

контрольная работа , примерные вопросы:

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

### Тема 5. Технология программирования OpenMP

домашнее задание , примерные вопросы:

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

### Тема 6. Графические ускорители.

домашнее задание , примерные вопросы:

Работа с литературой, изучение архитектуры GPU, иерархии памяти.

### Тема 7. Технология программирования Nvidia CUDA

научный доклад , примерные вопросы:

Модели работы с памятью, реализация операции редукции

### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

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. Архитектура GP GPU
15. Технология CUDA (программная модель, иерархия памяти)

### 7.1. Основная литература:

1. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования: учебное пособие. - 2-е (эл.). - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 342 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42626](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42626)
2. А. В. Линев, Д. К. Боголепов, С. И. Бастраков. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур: учебник для студентов высших учебных заведений. Нижегород. гос. ун - т им. Н. И. Лобачевского. – М.: Изд - во Московского университета, 2010. - 148 с.
3. Соколинский Л. Б. "Параллельные системы баз данных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений" - М.: Изд - во Московского университета, 2013 . - 182 с.
4. К.В. Корняков, В.Д. Кустикова, И.Б. Мееров. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью: учебник для студентов высших учебных заведений. Нижегород. гос. ун - т им. Н.И. Лобачевского, Координац. совет Системы науч. - образоват. центров суперкомпьютер. технологий. - 2 - е изд., испр. и доп.. - М.: Изд - во Московского университета, 2010. - 262 с.
5. Машнин Т. С. Современные Java-технологии на практике. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2010. ? 560 с. ? (Профессиональное программирование). - ISBN 978-5-9775-0561-1.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=351236>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Немнюгие С.А., Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=356524>
2. Математические модели и методы в параллельных процессах / В. В. Воеводин .? Москва : Наука, 1986 .? 296 с. : ил. ; 22 см.

### 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 "Параллельные вычисления" 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.

компьютерный класс, оснащенный видеокартами NVidia с поддержкой технологии CUDA

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.62 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Системное программирование, математическое моделирование .



Автор(ы):

Александрова И.Л. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Бахтиева Л.У. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.