

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

Параллельные и распределенные вычисления Б1.В.ДВ.9

Направление подготовки: 38.03.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Бандеров В.В.

Рецензент(ы):

Шустова Е.П.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Миссаров М. Д.

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) доцент, к.н. Бандеров В.В. кафедра анализа данных и исследования операций отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Victor.Banderov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Курс представляет собой цикл лекционных и практических занятий, позволяющих быстро освоить приемы разработки приложений с использованием суперкомпьютерных технологий. Целью данной учебной дисциплины является обучение студентов основам построения и функционирования аппаратно-программных комплексов, предназначенных для проведения параллельных вычислений.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 38.03.05 Бизнес-информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина 'Параллельные и распределенные вычисления' изучается на 4 году обучения в 7 семестре. Данная дисциплина является логическим продолжением ряда курсов, изученных студентами по программе бакалавриата направления 'Бизнес-информатика', включая 'Базы Данных', а также 'алгоритмизация и программирование'.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-17 (профессиональные компетенции)	Способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования.
ПК-18 (профессиональные компетенции)	Способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.
ПК-23 (профессиональные компетенции)	Умение консультировать заказчиков по рациональному выбору ИС и ИКТ управления бизнесом
ПК-6 (профессиональные компетенции)	управление контентом предприятия и Интернет-ресурсов, процессами создания и использования информационных сервисов (контент-сервисов);

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

понимать принципы построения и функционирования аппаратно-программных комплексов, предназначенных для проведения параллельных вычислений

2. должен уметь:

ориентироваться в аппаратном и программном обеспечении параллельных систем

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о построении и программировании параллельных систем

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к углубленному анализу проблем, постановки и обоснования задач научной и проектно-технологической деятельности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен 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. Тема 1. Архитектуры компьютеров параллельного действия: основные задачи, многопроцессорные и многомашинные системы, принципы конструирования и функционирования.	6		2	0	2	
2.	Тема 2. Тема 2. Сети межсоединений	6		2	0	2	
3.	Тема 3. Тема 3. Производительность СПВ синхронизация.	6		2	0	2	
4.	Тема 4. Тема 4. Программное обеспечение: способы построения параллельного ПО, модели управления, вычислительные парадигмы, методы коммуникации,	6		2	0	2	
5.	Тема 5. Тема 5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы.	6		2	0	2	
6.	Тема 6. Тема 6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы.	6		2	0	2	

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	
7.	Тема 7. Тема 7. ПО для многомашинных систем.	6		2	0	2	
8.	Тема 8. Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений.	6		2	0	2	
9.	Тема 9. Тема 9. Подготовка к экзамену	6		2	0	2	
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			18	0	18	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема 1. Архитектуры компьютеров параллельного действия: основные задачи, многопроцессорные и многомашинные системы, принципы конструирования и функционирования.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Модель памяти и низкоуровневые примитивы синхронизации. Барьеры доступа к памяти. Атомарные read-modify-write инструкции процессора. Условная синхронизация. Реализация схемы ?Producer-Consumer?. Потокбезопасные структуры данных. Асинхронные вычисления. Конструкции future и promise. Пул потоков. Графический конвейер.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Архитектура GPU-устройства

Тема 2. Тема 2. Сети межсоединений

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Современные технологии параллельного программирования. Типовые модели параллельного программирования и шаблоны. SPMD (Single Program Multiple Data). Loop Parallelism. Master/Worker. Рекурсивный Fork/Join.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Иерархия памяти GPU. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память

Тема 3. Тема 3. Производительность СПВ синхронизация.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Области применения и проблематика параллельных вычислений. Связь между concurrency и параллелизмом. Современные параллельные вычислительные системы. Теоретические основы параллельных вычислений. Показатели качества параллельного алгоритма. Законы Адмала и Густафсона-Барсиса.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Общие принципы построения программ для GPU. Модель программирования в общей памяти. SIMD (SIMT) модель программы.

Тема 4. Тема 4. Программное обеспечение: способы построения параллельного ПО, модели управления, вычислительные парадигмы, методы коммуникации,

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основы параллельного программирования на системах с распределенной памятью на примере технологии MPI. Развитие стандарта MPI. Модель программирования SPMD. Коммуникатор. Основные функции MPI для языка C. Запуск MPI-программ на кластере. Передача сообщений между парами процессов (точка-точка). Блокирующие, неблокирующие и совмещенные функции обмена сообщениями. Коллективные взаимодействия процессов. Пользовательские функции и типы данных. Виртуальные топологии.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Программная модель CUDA.

Тема 5. Тема 5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы: классификация Флинна, однопроцессорные системы, системы с векторными процессорами, мультипроцессорные системы с памятью общего использования, UMA SMP, когерентность кешей, UMA с кооперируемой сетью межсоединений, NUMA, COMA.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Некоторые алгоритмы обработки массивов. Параллельная редукция. Префиксная сумма

Тема 6. Тема 6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы: Многомашинные системы с передачей сообщений, массивно-параллельные системы, кластеры и сети рабочих станций, ПО для управления многомашинными системами, коммерческие сети межсоединений.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Некоторые численные алгоритмы.

Тема 7. Тема 7. ПО для многомашинных систем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Рассматривается связанное ПО для MMS, системы PVM и MPI, совместно используемая память, распределенная совместно используемая память, системы "Linda" и "Orca".

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Программная реализация алгоритма параллельного суммирование элементов одномерного массива на GPU. Сравнение производительности CPU и GPU-реализаций.

Тема 8. Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Логические и векторные часы. Согласованное глобальное состояние. Глобальные предикаты. Построение снимка. Алгоритмы взаимного исключения. Алгоритмы выборов. Отказы в распределенной системе. Обнаружение отказов. Синхронные и асинхронные распределенные системы. Консенсус в распределенных системах. Родственные консенсусу задачи. Практические реализации распределенных алгоритмов.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Программная реализация на GPU алгоритмов: - транспонирования матрицы - вычисления числа "пи" при помощи составных квадратурных формул - вычисления числа "пи" методом Монте-Карло

Тема 9. Тема 9. Подготовка к экзамену

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Самостоятельная работа. Подготовка к экзамену.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Самостоятельная работа. Подготовка к экзамену.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Тема 1. Архитектуры компьютеров параллельного действия: основные задачи, многопроцессорные и многомашинные системы, принципы конструирования и функционирования.	6		подготовка домашнего задания	4	домаш-нее задание
2.	Тема 2. Тема 2. Сети межсоединений	6		подготовка домашнего задания	4	домаш-нее задание
3.	Тема 3. Тема 3. Производительность СПВ синхронизация.	6		подготовка домашнего задания	4	домаш-нее задание
4.	Тема 4. Тема 4. Программное обеспечение: способы построения параллельного ПО, модели управления, вычислительные парадигмы, методы коммуникации,	6		подготовка домашнего задания	4	домаш-нее задание
5.	Тема 5. Тема 5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы.	6		подготовка к контрольной работе	4	контроль-ная работа
6.	Тема 6. Тема 6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы.	6		подготовка домашнего задания	4	домаш-нее задание

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Тема 7. ПО для многомашинных систем.	6		подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
8.	Тема 8. Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений.	6		подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
9.	Тема 9. Тема 9. Подготовка к экзамену	6		подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В соответствии с требованиями ФГОС удельный вес занятий, проводимых в активных и интерактивных формах, составляет не менее 40% аудиторных занятий. Так, в процессе изучения дисциплины 'Параллельные и распределенные вычисления' студенты разбирают практические ситуации, связанные с проектированием высокопроизводительных систем, решают предлагаемые кейсы, выступают со стендовыми докладами. До 50% лекционных и практических занятий проходят с использованием презентаций MS PowerPoint.

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

Тема 1. Тема 1. Архитектуры компьютеров параллельного действия: основные задачи, многопроцессорные и многомашинные системы, принципы конструирования и функционирования.

домашнее задание, примерные вопросы:

Эволюция графических ускорителей. Появление и эволюция графического конвейера. Текстуры, шейдеры. Шейдерные процессоры. Общие черты внутреннего устройства графических ускорителей разных производителей.

Тема 2. Тема 2. Сети межсоединений

домашнее задание, примерные вопросы:

Виды памяти в GPU устройствах. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память. Расположение на графическом чипе, кеширование, ограничения доступа. Обмен данными между GPU и CPU. Общее виртуальное адресное пространство

Тема 3. Тема 3. Производительность СПВ синхронизация.

домашнее задание, примерные вопросы:

Классификация Флинна. Место GPU в классификации Флинна. Отличия модели SIMT от классической SIMD-архитектуры.

Тема 4. Тема 4. Программное обеспечение: способы построения параллельного ПО, модели управления, вычислительные парадигмы, методы коммуникации,

домашнее задание, примерные вопросы:

Программная модель CUDA. Взаимодействие CPU->GPU->CPU. Взаимодействие CUDA и C/C++. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции. CUDA-библиотека времени исполнения. Атомарные операции.

Тема 5. Тема 5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы.

контрольная работа, примерные вопросы:

Установка и настройка программного обеспечения CUDA под ОС семейств Windows и Linux. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции. Атомарные операции. Компиляция CUDA-программ.

Тема 6. Тема 6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы.

домашнее задание, примерные вопросы:

Программная реализация алгоритма параллельного суммирование элементов одномерного массива на GPU. Сравнение производительности CPU и GPU-реализаций

Тема 7. Тема 7. ПО для многомашинных систем.

домашнее задание, примерные вопросы:

Программная реализация на GPU алгоритмов: - транспонирования матрицы - вычисления числа "пи" при помощи составных квадратурных формул - вычисления числа "пи" методом Монте-Карло.

Тема 8. Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений.

домашнее задание, примерные вопросы:

Введение в шаблоны C++. Функтор, итератор. Их реализация на C++. ZIP-итератор. Общая идеология Thrust. Примеры использования. Взаимодействие Thrust и CUDA Plain C.

Тема 9. Тема 9. Подготовка к экзамену

домашнее задание, примерные вопросы:

Самостоятельная работа. Подготовка к экзамену.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 6 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1. Эволюция GPU. Современный графический конвейер.
2. Архитектура графического ускорителя nVidia. Шейдер. Шейдерный процессор. Управление потоком инструкций и данных.
3. Виды памяти GPU. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память. Расположение на графическом чипе, кеширование, ограничения доступа.
4. Программная модель CUDA. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции.
5. Программная модель CUDA. Расширение языка C/C++. CUDA-библиотека времени исполнения. Атомарные операции.
6. Предназначение и структура библиотек CUBLAS, CUSPARSE, CURAND.
7. Библиотека Thrust. Идеология. Детали реализации вычислительных алгоритмов с использованием Thrust.
Функтор, итератор, zip-итератор.
8. Опишите структуру графического процессора G80.
9. Каковы основные вычислительные возможности нитевых ядер?
10. Опишите структуру потокового мультипроцессора.
11. Как должны быть организованы вычисления в процессоре G80?
12. В чем состоят принципы организации и функционирования массива взаимодействующих нитей?
13. В соответствии с техникой массива взаимодействующих нитей распишите один из известных вам алгоритмов численного интегрирования.

7.1. Основная литература:

- 1) Базы данных. В 2-х кн. Кн. 2. Распределенные и удаленные базы данных: Учебник / В.П. Агальцов. - М.: ИДФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 272 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/bookread.php?book=372740>
- 2) Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 672 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2025>
- 3) Соколинский Л.Б., Параллельные системы баз данных [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Соколинский Л. Б. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2013. - 184 с. (Серия 'Суперкомпьютерное образование') - ISBN 978-5-211-06482-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211064829.html>
- 4) Зорин, А.В. Методы Монте-Карло для параллельных вычислений : учебное пособие / А.В. Зорин, М.А.Федоткин. - Москва : Издательство Московского университета, 2013. - 192 с., ил. - (Суперкомпьютерное образование). - ISBN 978-5-211-06530-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1022874>
- 5) Параллельные вычисления: Пособие / Воеводин В.В., Воеводин В.В. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 603 с. ISBN 978-5-9775-1860-4 -Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=940115>
- 6) Параллельные вычисления общего назначения на графических процессорах: Учебное пособие / Некрасов К.А., Поташников С.И., Боярченков А.С., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 102 с. ISBN 978-5-9765-3182-6 - Режим доступа: <https://znanium.com/bookread2.php?book=949717>

7.2. Дополнительная литература:

- 1) Богачёв, К.Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие / К.Ю. Богачёв. - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 345 с. - ISBN 978-5-9963-2995-3. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70745>
- 2) Методы и вычислительные приемы в линейном программировании [Текст: электронный ресурс] : [учебное пособие для студентов вузов] / И. Я. Заботин, Я. И. Заботин ; Казан. федер. ун-т . - Электронные данные (1 файл:0,84 Мб) . - (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) . - Загл. с экрана . - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2014 . - Режим доступа: открытый. Оригинал копии: Методы и вычислительные приемы в линейном программировании : [учебное пособие для 38 студентов вузов] / И. Я. Заботин, Я. И. Заботин . - Казань : [Издательство Казанского университета], 2014 . - 115 с. - Режим доступа: <https://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-809497.pdf>

7.3. Интернет-ресурсы:

- сайт - Nvidia.com
сайт - <http://www.gpgpu.ru/>
сайт - <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=Parallel/base.cou>
сайт - http://www.hpcc.unn.ru/files/HTML_Version/
сайт - <https://parallel.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Параллельные и распределенные 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, 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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 38.03.05 "Бизнес-информатика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Бандеров В.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Шустова Е.П. _____

"__" _____ 201__ г.