

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



Программа дисциплины

Параллельные и распределенные вычисления Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Бандеров В.В.

Рецензент(ы):

Фофанов В.Б. , Миссаров М.Д.

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 94516

Казань

2016

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) заместитель директора по научной деятельности Бандеров В.В. Директорат Института ВМ и ИТ Институт вычислительной математики и информационных технологий, Victor.Banderov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

В рамках курса "Параллельные вычисления" предлагается изучение аппаратной и программной части многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем, классификация такого рода систем, а также разбор некоторых типовых задач.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору.

Читается на 3 курсе в 6 семестре для студентов обучающихся по направлению "Бизнес-информатика". Предварительно студенты должны иметь знания по курсам "Программирование", "Операционные системы, среды и оболочки" и "Вычислительные системы, сети и телекоммуникации". Полученные знания студенты могут использовать при написании курсовых и дипломных работ, при прохождении производственной практики.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-19 (профессиональные компетенции)	использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования;
ПК-20 (профессиональные компетенции)	использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.

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. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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. Архитектуры компьютеров параллельного действия: основные задачи, многопроцессорные и многомашинные системы, принципы конструирования и функционирования.	3	1-2	1	1	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Сети межсоединений.	3	3-4	1	1	0	домашнее задание устный опрос
3.	Тема 3. Производительность СПВ.	3	5-6	2	2	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Программное обеспечение: способы построения параллельного ПО, модели управления, вычислительные парадигмы, методы коммуникации, синхронизация.	3	7-9	2	2	0	контрольная работа домашнее задание
5.	Тема 5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы.	3	10-11	2	2	0	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	
6.	Тема 6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы.	3	12-13	2	2	0	устный опрос домашнее задание
7.	Тема 7. ПО для многомашинных систем.:	3	14-16	2	2	0	домашнее задание
8.	Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений.	3	17-18	2	2	0	контрольная работа
9.	Тема 9. Подготовка к экзамену	3		0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			14	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

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

лекционное занятие (1 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

практическое занятие (1 часа(ов)):

Понятие одновременности (concurrency). Области применения и проблематика. Способы реализации одновременных систем, процессы и потоки, программный инструментарий. Основы многопоточного программирования на языке C++. Типичные ошибки многопоточного программирования. Состояние гонки (race condition). Безопасность (safety). Взаимное исключение. Взаимная блокировка (dealock). Живучесть (liveness)

Тема 2. Сети межсоединений.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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

практическое занятие (1 часа(ов)):

Изучаются построение сетей межсоединений: построение эффективных сетей передачи данных для осуществления взаимодействия вычислительных устройств и памяти в СПВ.

Тема 3. Производительность СПВ.

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.

практическое 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.

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

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.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Феномен Big Data, проблемы хранения и обработки больших объемов данных. Подсчет частоты вхождения слов в набор документов. Построение инвертированного индекса. Модель программирования MapReduce. Функции map, reduce, partition, combine и compare. Принципы параллельной реализации вычислений. Область применения и примеры задач. Принципы распределенной реализации MapReduce на кластерных системах. Google MapReduce.

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 коопируемой сетью межсоединений, NUMA, COMA.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Приемы и стратегии реализации MapReduce-программ. Ограничения и возможности MapReduce. Локальная агрегация промежуточных данных. Прием in-mapper combining. Стратегии pairs и stripes. Прием order inversion. Сложные типы ключей и значений. Объединение (join) массивов данных. Выбор числа map- и reduce-задач.

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.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Ограничения модели MapReduce, расширения и альтернативные подходы. Вычисления в оперативной памяти (in-memory computing). Система Apache Spark. Обработка больших графов. Модель Bulk Synchronous Parallel. Система Google Pregel и ее аналоги. Интерактивный анализ больших данных. Обработка потоков данных. Система Apache Storm.

Тема 7. ПО для многомашинных систем.:

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

практическое занятие (2 часа(ов)):

Области применения, характерные особенности и виды распределенных систем. Проблемы построения распределенных систем. Теоретические основы распределенных вычислений, примеры распределенных алгоритмов. Способы взаимодействия распределенных процессов, сетевые протоколы. Технологии распределенного программирования.

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.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Рассматриваются климатические и аэродинамические модели, цикл моделирования, граф алгоритма.

Тема 9. Подготовка к экзамену

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. Архитектуры компьютеров параллельного действия: основные задачи, многопроцессорные и многомашинные системы, принципы конструирования и функционирования.	3	1-2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Сети межсоединений.	3	3-4	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Производительность СПВ.	3	5-6	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Программное обеспечение: способы построения параллельного ПО, модели управления, вычислительные парадигмы, методы коммуникации, синхронизация.	3	7-9	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
5.	Тема 5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы.	3	10-11	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы.	3	12-13	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
7.	Тема 7. ПО для многомашинных систем.:	3	14-16	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
8.	Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений.	3	17-18	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи зачета минимум и дополнительная литература.

Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины "Системы параллельных вычислений" на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы.

Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к зачету. При подготовке к сдаче зачета весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

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

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

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к практическим занятиям -доработка заданий, выполняемых на практических занятиях
Перечень вопросов: Разработать программный продукт вычисления суммы двух массивов с применением технологии CUDA
Архитектура параллельных вычислительных систем
основные задачи, многопроцессорные и многомашинные системы, принципы конструирования и функционирования.

Тема 2. Сети межсоединений.

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к практическим занятиям -доработка заданий, выполняемых на практических занятиях
Отличительные особенности векторно-конвейерных систем и векторно-параллельных (SIMD-системы)
Классификация SIMD-вычислительных систем

устный опрос , примерные вопросы:

Многопроцессорные системы (MIMD-системы)
Классификация MIMD-систем
Многопроцессорные системы (MIMD-системы).
Вычислительные кластеры
Классификация вычислительных кластеров

Тема 3. Производительность СПВ.

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к практическим занятиям -доработка заданий, выполняемых на практических занятиях
В качестве домашнего задания требуется разработать программу вычисляющую скалярное произведение двух массивов с применением технологии CUDA

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

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к практическим занятиям -доработка заданий, выполняемых на практических занятиях

контрольная работа , примерные вопросы:

Разработать программу реализующую метод простой итерации с применением технологии CUDA

Тема 5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы.

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к практическим занятиям -доработка заданий, выполняемых на практических занятиях

Тема 6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы.

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к практическим занятиям -доработка заданий, выполняемых на практических занятиях

устный опрос , примерные вопросы:

опросы по классификации компьютеров параллельного действия, по многомашинным системам

Тема 7. ПО для многомашинных систем.:

домашнее задание , примерные вопросы:

-подготовка к практическим занятиям -доработка заданий, выполняемых на практических занятиях
Вопросы: Что такое Альтернативные протоколы
Что такое Многопроцессорные системы с локальной памятью и многомашинные системы

Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений.

контрольная работа , примерные вопросы:

Разработка программ по большим задачам параллельных вычислений.

Тема 9. Подготовка к экзамену

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

По данной дисциплине предусмотрено проведение экзамена.

Примерные вопросы для экзамена:

Архитектура параллельных вычислительных систем

Основные классы параллельных вычислительных систем

Классификация параллельных вычислительных систем

Классификация вычислительных систем по типу строения памяти

Векторно-конвейерные системы и векторно-параллельные (SIMD-системы)

Классификация SIMD-вычислительных систем

Многопроцессорные системы (MIMD-системы)

Классификация MIMD-систем

Многопроцессорные системы (MIMD-системы). Вычислительные кластеры

Классификация вычислительных кластеров

Производительность параллельных вычислительных систем

Основные меры производительности параллельных вычислительных систем

Коммуникационная среда параллельных вычислительных систем

Компоненты коммуникационной среды

Топологии коммуникационных сетей

Расстояние между процессорами и диаметр и коммуникационной сети

Типовые топологии коммуникационной сети

Сетевые коммутаторы

Классификация сетевых коммутаторов

Основные характеристики коммуникационных сетей

Основные параметры коммуникационной сети

Параллельные системы нетрадиционной архитектуры

Нейросетевые вычислительные системы

Тест: Определение искусственного нейрона

Тест: Классификация нейронных сетей

Вычислительные машины потока данных и ассоциативные вычислительные машины

Формат команды машины потока данных

Структура ассоциативного запоминающего устройства

Программное обеспечение параллельных вычислительных систем

Классификация и основные понятия операционных систем параллельных вычислительных систем

Классификация мультипроцессорных операционных систем

Основные понятия многопроцессорных операционных систем

Основные функции операционных систем MVC

Понятия процесса, контекста процесса, потока (нити)

Операционные системы параллельных вычислительных систем. Синхронизация и коммуникации процессов.

Операционные системы мультипроцессоров. Синхронизация процессов

Необходимость синхронизации процессов

: Критическая область (критическая секция)

Понятия семафора, двоичного семафора

Понятия спин-блокировки и двоичного экспоненциального отката

Операционные системы мультикомпьютеров. Коммуникации процессов

Варианты реализации обмена данными между процессами посредством передачи сообщений

Обмен данными между процессами посредством передачи сообщений. Вызов удаленной процедуры

Обмен данными между процессами посредством передачи сообщений. Простое рандеву
Операционные системы мультимикомпьютеров. Управление распределенной памятью
Преимущества модели обмена данными через общую память
Основные функции подсистемы управления распределенной памятью в ОС
мультимикомпьютеров
Миграционный алгоритм управления распределенной памятью
Алгоритм репликации для управления распределенной памятью
Алгоритм полного размножения для управления распределенной памятью
Операционные системы параллельных вычислительных систем. Планирование процессов
Задача оптимального отображения параллельных процессов на архитектуру
многопроцессорной вычислительной системы
Постановка задачи оптимального отображения
Балансировка загрузки
Статическая и динамическая балансировка загрузки
Динамическая балансировка загрузки
Операционные системы мультипроцессоров. Планирование процессов
Планирование процессов в мультипроцессоре
Планирование независимых процессов
Планирование зависимых процессов
Операционные системы мультимикомпьютеров. Планирование процессов
Балансировка загрузки, инициируемая отправителем
Балансировка загрузки, инициируемая получателем
Иерархический графовый алгоритм балансировки загрузки
Рекурсивное огрубление графа на основе паросочетаний
Рекурсивное огрубление графа на основе паросочетаний из тяжелых клик
Рекурсивная бисекция графа
Языки высокого уровня для программирования векторно-конвейерных и
векторно-параллельных вычислительных систем
Степени параллелизма. Статическое и динамическое распараллеливание последовательных
программ
Распараллеливание ациклических участков
Особенности распараллеливание выражений
Задача распараллеливания выражений
Распараллеливание циклических фрагментов программ

7.1. Основная литература:

1.Соколинский, Леонид Борисович. Параллельные системы баз данных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика " и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / Л. Б. Соколинский; Нац. исслед. Юж.-Урал. гос. ун-т. Москва: Изд-во Московского университета, 2013. 182 с.: ил.; 21 см. (Серия "Суперкомпьютерное образование"). (Суперкомпьютерный консорциум университетов России). Содерж., рез. парал. рус., англ. Библиогр.: с. 175-176 (29 назв.). Предм. указ.: с. 177-179. ISBN 978-5-211-06482-9((в пер.)), 1800

- 2.Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоузловых вычислительных машин : [учебное пособие] / Джереми Кепнер ; науч. ред. Д. В. Дубров .? Москва : Изд-во Московского университета, 2013 .? 292, [2] с. : ил. ; 25 .? (Серия "Суперкомпьютерное образование") (Суперкомпьютерный консорциум университетов России)
- 3.INMOST- программная платформа и графическая среда для разработки параллельных численных моделей на сетках общего вида: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика " и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / Ю. В. Василевский [и др.]; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова.?Москва: Изд-во Московского университета, 2013.?138, [2] с.: ил., цв. ил.; 21.?(Серия "Суперкомпьютерное образование").?(Суперкомпьютерный консорциум университетов России).?Содерж., рез. парал. рус., англ..?Библиогр.: с. 132-137.?Предм. указ.: с. 138.?ISBN 978-5-211-06480-5((в пер.)), 2000.
4. Богачёв К. Ю. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. Ю. Богачёв. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 342 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42626

7.2. Дополнительная литература:

- 1.Солов, Евгений Львович. Введение в цифровую обработку изображений и параллельные вычисления: [учеб. пособие] / Е. Л. Солов; Казан. гос. ун-т.?Казань: [КГУ], 2006.?67, [1] с.
- 2.Параллельное программирование в MPI / В.Д.Корнеев .? М. ; Ижевск : Ин-т. компьютерных исслед., 2003 .? 303с. ? Библиогр.: с.302-303 .? ISBN 5-93972-239-3.
3. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / К.В. Корняков, В.Д. Кустикова, И.Б. Мееров [и др.] ; под ред. проф. В.П. Гергеля ; Нижегород. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского, Координац. совет Системы науч.-образоват. центров суперкомпьютер. технологий .? 2-е изд., испр. и доп. ? Москва : Изд-во Московского университета, 2010 .? 262, [4] с. : ил. ; 25 .? (Серия "Суперкомпьютерное образование" : СКО / Суперкомпьютерный консорциум университетов России) .? Рез. на англ. яз. ? Библиогр. в конце тем. ? ISBN 978-5-211-05931-3 ((в пер.)) , 1750.
- 4.Демидович Б.П. Марон И.А.Основы вычислительной математики/Лань, 2011-672с.
<http://e.lanbook.com/view/book/2025/>

7.3. Интернет-ресурсы:

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

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.

Лекции по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером), практические занятия по дисциплине проводятся в компьютерном классе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Анализ данных и его приложения .

Автор(ы):

Бандеров В.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Фофанов В.Б. _____

Миссаров М.Д. _____

"__" _____ 201__ г.