

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

А. В. Снытников

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ И РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов
магистратуры по направлению подготовки
09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

Рецензент:

кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной информатики ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Е. Ю. Заболотнова

Снытников, А. В.

Параллельные и распределенные вычисления: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов магистратуры по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника / А. В. Снытников. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 22 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по изучению дисциплины «Параллельные и распределенные вычисления» для студентов магистратуры по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Содержит характеристику дисциплины (цель и планируемые результаты изучения дисциплины, место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы), тематический план с описанием для каждой темы формы проведения занятия, вопросы для изучения, методические материалы к занятиям.

Табл. 4, список лит. – 6 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в учебном процессе в качестве локального электронного методического материала методической комиссией Института цифровых технологий 5 июля 2023 г., протокол № 8

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2023 г.
© Снытников А. В., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	7
2 СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	7
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	16
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	19
ПРИЛОЖЕНИЕ А	20
Экзаменационные вопросы по дисциплине.....	20

Введение

Дисциплина «Параллельные и распределенные вычисления» является частью образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника.

Целью освоения дисциплины «Параллельные и распределенные вычисления» является формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области программирования. Студенты должны иметь представление о функционировании распределенных вычислительных систем, знать и уметь использовать методы параллельного и многопоточного программирования для проектирования, создания и эксплуатации разнообразных программных решений в народном хозяйстве.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- принципы, архитектуру и технические характеристики программных средств параллельных и распределенных вычислений;

- современные инструментальные средства реализации вычислений на высокопроизводительных системах;

уметь:

- конфигурировать и адаптировать инструментальные средства реализации вычислений на высокопроизводительных системах;

владеть:

- навыками реализации вычислений на высокопроизводительных системах.

Дисциплина опирается на компетенции, полученные при изучении дисциплин «Программирование», «Операционные системы», «Высокоуровневые технологии программирования», «Программная инженерия».

К оценочным средствам для промежуточной аттестации, проводимой в форме экзамена во втором семестре, относятся экзаменационные вопросы.

В данном учебно-методическом пособии представлены методические материалы по изучению дисциплины, включающие тематический план занятий с перечнем ключевых вопросов для каждой лекции, рекомендуемой литературой, методическими указаниями и вопросами для самоконтроля. Изложены методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам. В приложении приведены экзаменационные вопросы.

Система оценок и критерии выставления оценки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из них может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи

4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи
---	---	---	--	--

1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Таблица 2 – Трудоемкость освоения дисциплины во втором семестре по очной форме обучения

№ п/п	Раздел (модуль) дисциплины	Контактная работа с преподавателем					СРС	Подготовка и аттестация в период сессии	
		ЛК	ЛР	ПР	РЭ	КА			
1	Работа на удаленной распределенной ВС	2	2						
2	Реализация на суперЭВМ готового расчетного приложения	4	4						
3	Введение в MPI	4	4						
4	Коллективные взаимодействия в MPI	4	4						
5	Введение в OpenMP	4	4						
6	Введение в CUDA	4	4						
7	Вычислительные алгоритмы на CUDA	4	4						
8	Параллельные вычисления средствами языка Python	4							
ИТОГО:		30	30		4	2,25	80	33,75	
Всего		180							

2 СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению данного курса, рекомендуется придерживаться последовательности, соответствующей тематическому плану, приведенному в данном учебно-методическом пособии.

Приходя на очередную лекцию, необходимо обязательно предварительно просмотреть конспект предыдущей лекции. В случае вынужденного пропуска лекции нужно изучить ее самостоятельно, используя список рекомендованных литературных источников, приведенный в данном учебно-методическом пособии. Ответы на возникшие при этом вопросы можно

решить с помощью рекомендованной литературы или на консультации у преподавателя.

Ниже приведен тематический план лекционных занятий.

Тематический план лекционных занятий

Таблица 3 – План лекционных занятий

Тема 1	Работа на удаленной распределенной ВС
Тема 2	Реализация на суперЭВМ готового расчетного приложения
Тема 3	Введение в MPI
Тема 4	Коллективные взаимодействия в MPI
Тема 5	Введение в OpenMP
Тема 6	Введение в CUDA
Тема 7	Вычислительные алгоритмы на CUDA
Тема 8	Параллельные вычисления средствами языка Python

Тема 1. Работа на удаленной распределенной ВС

Ключевые вопросы темы

1. Цель и задачи дисциплины.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Планируемые результаты освоения дисциплины.
4. Предмет курса параллельных вычислений.
5. Основы работы в ОС Unix/Linux.
6. Основные понятия и определения параллельных и распределенных вычислений.
7. Классификация Флинна.
8. Определение суперЭВМ.
9. Узлы и ядра. Интерконнект.
10. Система очередей.
11. Поток и процессы. Дедлок, ливлок.
12. Удаленный доступ, терминалы, протокол SSH.
13. Эффективность параллельной программы. Ускорение в сильном и слабом смысле. Закон Амдала.

Источники

[1, с. 11–21],

Методические рекомендации

В начале изучения дисциплины «Параллельные и распределенные вычисления» необходимо понять цели и задачи изучения этой дисциплины, ее

место в структуре образовательной программы, планируемые результаты освоения дисциплины.

Дисциплина состоит из трех разделов: «MPI», «OpenMP» и «CUDA». Изучение начинается с вводной части, в которой описывается порядок работы с удаленной распределенной вычислительной системой.

Далее следует ознакомиться с порядком работы на удаленных ВС, освоить базовый набор команд для работы в терминальной UNIX, компиляцией и запуском программ, а также спецификой отладки программ и хранения данных в условиях удаленного доступа по SSH.

Вопросы для самоконтроля

1. Что изучает дисциплина «Параллельные и распределенные вычисления»?
2. Из каких разделов она состоит?
3. Какое действие производят и как запускаются команды `cd`, `pwd`, `ls`, `mkdir`, `mv`, `cp`, `vi`, `mc`, `cat`, `find`, `ssh`, `scp`?
4. Что изучает раздел «MPI»?
5. Что такое суперЭВМ?
6. В чем разница между потоком и процессом?
7. Какую систему называют распределенной?
8. Как распределяются суперЭВМ по классификации Флинна?

Источники

[2, с. 13–65].

Тема 2. Реализация на суперЭВМ готового расчетного приложения

Ключевые вопросы темы

1. Постановка задачи: смысл и цель реализации приложения на суперЭВМ.
2. Профилировка.
3. Выбор инструмента для распараллеливания.
4. Верификация параллельного приложения.
5. Измерение полученного ускорения.

Методические рекомендации

При изучении данной темы необходимо обратить особое внимание на важность четкой формулировки цели, которая должна быть достигнута путем

реализации расчетного приложения на суперЭВМ – ускорение счета или повышение точности или другая цель.

Далее следует ознакомиться с понятием профилировки, смыслом этой части работы и доступными инструментами для ее выполнения, в частности с IntelTraceAnalyzer&Collector.

Следующий вопрос – это выбор инструмента для параллельной реализации. Необходимо понять, каким образом выбор инструмента следует из цели работы, измеренных в ходе профилировки свойств приложения.

В завершение следует научиться измерять полученное при распараллеливании ускорение и таким образом показывать достижение поставленной цели.

Вопросы для самоконтроля

9. Почему важно зафиксировать требования к расчетному приложению перед началом работ по его реализации на суперЭВМ?

10. Какой может быть цель реализации приложения на суперЭВМ?

11. Что такое профилировка?

12. Перечислите наиболее часто используемые инструменты для профилировки.

13. Каким образом осуществляется выбор инструмента для реализации приложения на суперЭВМ? Как проводится верификация параллельного приложения?

14. Может ли результат работы расчетного приложения на суперЭВМ отличаться от результата работы его последовательного варианта?

15. Как доказать, что реализованное на суперЭВМ расчетное приложение работает правильно?

Источники

[2, с. 25–41].

Тема 3. Введение в MPI

Ключевые вопросы темы

1. Модель программирования MPI.
2. Процессы, сообщения, области видимости переменных.
3. Возможности отладки MPI-программ.
4. Инициализация и завершение MPI-блока в программе.
5. Парные взаимодействия в MPI.
6. Асинхронные сообщения.
7. Свойства сообщения.

Методические рекомендации

В рамках данной темы студентам необходимо изучить, что такое модель программирования MPI, как и в какой момент происходит преобразование последовательной программы в параллельную.

Следует разобраться, как придавать разную функциональность отдельным MPI-процессам и как проверять правильность выполнения пересылок.

Далее следует ознакомиться с различными видами парных взаимодействий и условиями их применения.

Особое внимание при изучении темы обратить на недопущение дедлока при парном взаимодействии процессов и нарушений правил эксплуатации суперЭВМ при выполнении учебных заданий.

Вопросы для самоконтроля

1. С вызова какой функции начинается параллельная часть MPI-программы?
2. В чем смысл каждого из параметров функций, осуществляющих парное взаимодействие?
3. Можно ли одному из процессов в MPI-программе выполнить запись в переменную, находящуюся в адресном пространстве другого процесса?

Источники

[1, с. 26–30], [2, с. 13–15].

Тема 4. Коллективные взаимодействия в MPI

Ключевые вопросы темы

1. Типы коллективных взаимодействий в MPI.
2. Возможности и ограничения коллективных взаимодействий.
3. Использование коллективных взаимодействий для отладки.
4. Повышение эффективности приложений, использующих коллективные взаимодействия.

Источники

[2, с. 13–15] [3, с. 9–24].

Методические рекомендации

Начинать изучение данной темы следует с демонстрации различных видов коллективных взаимодействий и с объяснением того, какой результат достигается с помощью каждого из них.

Затем рассмотреть ограничения, которые накладывает использование коллективных взаимодействий.

Далее изучение данной темы продолжить рассмотрением того, как коллективные взаимодействия могут быть использованы для отладки приложений в силу принудительной синхронизации процессов.

Завершить изучение данной темы рассмотрением примера повышения параллельной эффективности приложения, созданного с использованием коллективных взаимодействий.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды коллективных взаимодействий существуют в MPI?
2. Как архитектура суперЭВМ определяет возможность использования коллективных взаимодействий?
3. Как повлияет на время работы приложения замена использования коллективных функций MPI?
4. Почему коллективные функции могут быть полезны для отладки?
5. Как можно повысить эффективность параллельной программы на MPI?

Тема 5. Введение в OpenMP

Ключевые вопросы темы

8. Модель программирования OpenMP.
9. Поток, директивы, области видимости переменных.
10. Возможности отладки OpenMP-программ.
11. Инициализация и завершение OpenMP-блока в программе.
12. Директивы компилятора, библиотечные функции, переменные окружения.
13. Разделение вычислений между потоками.
14. Критические секции.

Источники

[1, с. 22–26], [4].

Методические рекомендации

В рамках данной темы студентам необходимо изучить, что такое модель программирования OpenMP, как и в какой момент происходит преобразование последовательной программы в параллельную и обратно, и в чем отличия от модели MPI. На этом этапе следует ознакомиться с основными директивами OpenMP и отработать их применение.

Следует разобраться, как организовывать взаимодействие потоков OpenMP, не нарушая целостности данных и корректности вычислений и как проверять правильность выполнения программы в целом.

Далее следует ознакомиться с различными видами областей видимости и условиями их применения.

Особое внимание при изучении темы обратить на недопущение дедлока, ошибок типа «гонки данных» и нарушений правил эксплуатации суперЭВМ при выполнении учебных заданий.

Вопросы для самоконтроля

1. Как компилируется и как запускается OpenMP-программа?
2. Что такое поток OpenMP, каковы его возможности и ограничения?
3. Как задать и как узнать количество потоков?
4. Какое действие производят и как запускаются директивы parallel, single, reduce, private, lastprivate, firstprivate, barrier, atomic.
5. Какие возможны варианты разделения задач между потоками с помощью директивы schedule?
6. Какие возможны варианты области видимости переменных?

Тема 6. Введение в CUDA

Ключевые вопросы темы

1. Модель программирования CUDA.
2. Язык программирования CUDA C.
3. Графические ускорители, поддерживающие CUDA.
4. Потоки, блоки потоков и сетка. Виды памяти в CUDA.
5. Профилировка приложений на CUDA.

Источники

[5, с. 17–69].

Методические рекомендации

Изучение данной темы необходимо начинать с понимания принципиальной асинхронности и многопоточности исполнения программ на CUDA.

Важно ознакомиться со свойствами графических ускорителей, поддерживающих программирование на CUDA. Понять суть числа, обозначающего уровень вычислительных возможностей графического ускорителя.

Затем следует рассмотреть организацию множества потоков в CUDA: сетку и потоковые блоки, понять, как задавать оптимальную конфигурацию, исходя из свойств решаемой задачи и возможностей графического ускорителя.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие графические ускорители позволяют работать с технологией CUDA?
2. К какому типу данных принадлежат стандартные глобальные переменные CUDA?
3. Что такое потоковый блок CUDA?
4. Возможен ли вывод на консоль непосредственно из программы, выполняемой на графическом ускорителе?
5. Как вывести на консоль результат, полученный на графическом ускорителе с помощью CUDA?
6. Чем определяется максимальное количество потоков в сетке (grid) потоковых блоков в CUDA?
7. Какую константу нужно задать в качестве параметра функции `cudaMemcpy` для копирования данных из оперативной памяти компьютера в память графического ускорителя?
8. Есть ли в CUDA эквивалент директивы `OptimizeForAtomic`?

Тема 7. Вычислительные алгоритмы на CUDA

Ключевые вопросы темы

1. Преимущества технологии CUDA и GPU по сравнению с другими вариантами решения задач на суперЭВМ.
2. Решение SIAU на CUDA.
3. Эмуляция квантового компьютера на CUDA.
4. Реализация на CUDA базовых операций над массивами.
5. Реализация простой нейронной сети на GPU.
6. Метод частиц в ячейках на GPU.

Источники

[5, с. 12–62], [6, с. 13–22].

Методические рекомендации

Начать погружение в данную тему необходимо с изучения законов преимуществ, которые дает технология CUDA и GPU.

Далее следует последовательно рассмотреть примеры решения на CUDA задач вычислительной математики, начиная с наиболее часто возникающих, таких как решение СЛАУ, и заканчивая эмуляцией квантовых вычислений.

Вопросы для самоконтроля

1. Для каких задач технология CUDA дает преимущества по сравнению с OpenMP и MPI?
2. Какой метод решения СЛАУ является оптимальным для CUDA?
3. Как реализовать на CUDA операцию редукции массива?
4. На чем основана возможность эмуляции квантовых вычислений на CUDA?
5. В чем трудности реализации метода частиц в ячейках на GPU и какова оптимальная стратегия?
6. Как можно оптимизировать реализацию нейронной сети на GPU?

Тема 8. Параллельные вычисления средствами языка Python

Ключевые вопросы темы

1. Модель пула задач.
2. Модель вероятного будущего (concurrentfutures).
3. MPI для Python.
4. GPU-параллелизм для нейросетевых библиотек.

Вопросы для самоконтроля

1. По каким критериям следует выбирать инструмент распараллеливания для решения конкретной задачи?
2. Что означает вероятное будущее?
3. Как определить совместимость методов распараллеливания с основными библиотеками Python?
4. Как перенести вычисления с помощью PyTorch на GPU?

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы проводятся с целью формирования у студентов знаний, умений и навыков, а также соответствующих компетенций.

Ниже представлен краткий план лабораторных работ с основными вопросами. Подготовку к лабораторным работам можно осуществлять с помощью рекомендованных литературных источников.

Тематический план лабораторных работ

Таблица 4 – План лабораторных работ

Тема 1	Работа на удаленной распределенной ВС
Тема 2	Реализация на суперЭВМ готового расчетного приложения
Тема 3	Введение в MPI
Тема 4	Коллективные взаимодействия в MPI
Тема 5	Введение в OpenMP
Тема 6	Введение в CUDA
Тема 7	Вычислительные алгоритмы на CUDA
Тема 8	Параллельные вычисления средствами языка Python

Тема 1. Работа на удаленной распределенной ВС

Ключевые вопросы

1. Основы работы в ОС Unix/Linux.
2. Определение суперЭВМ.
3. Узлы и ядра. Интерконнект.
4. Система очередей.
5. Удаленный доступ, терминалы, протокол SSH.

Источники

[1, с. 11–21].

Тема 2. Реализация на суперЭВМ готового расчетного приложения

Ключевые вопросы темы

1. Постановка задачи: смысл и цель реализации приложения на суперЭВМ.
2. Профилировка.
3. Верификация параллельного приложения.
4. Измерение полученного ускорения.

Источники

[2, с. 25–41].

Тема 3. Введение в MPI

Ключевые вопросы темы

1. Модель программирования MPI.
2. Процессы, сообщения, области видимости переменных.
3. Возможности отладки MPI-программ.
4. Инициализация и завершение MPI-блока в программе.
5. Парные взаимодействия в MPI.
6. Асинхронные сообщения.
7. Свойства сообщения.

Источники

[1, с. 26–30], [2, с. 13–15].

Тема 4. Коллективные взаимодействия в MPI

Ключевые вопросы темы

1. Типы коллективных взаимодействий в MPI.
2. Возможности и ограничения коллективных взаимодействий.
3. Использование коллективных взаимодействий для отладки.
4. Повышение эффективности приложений, использующих коллективные взаимодействия.

Источники

[1, с. 13–15] [3, с. 9–24].

Тема 5. Введение в OpenMP

Ключевые вопросы темы

1. Модель программирования OpenMP.
2. Поток, директивы, области видимости переменных.
3. Возможности отладки OpenMP-программ.
4. Инициализация и завершение OpenMP-блока в программе.
5. Разделение вычислений между потоками.

Источники

[1, с. 22–26], [4].

Тема 6. Введение в CUDA

Ключевые вопросы темы

6. Модель программирования CUDA.
7. Язык программирования CUDA C.
8. Потoki, блоки потоков и сетка. Виды памяти в CUDA.
9. Профилировка приложений на CUDA.

Источники

[5, с. 17–69].

Тема 7. Вычислительные алгоритмы на CUDA

Ключевые вопросы темы

1. Решение СЛАУ на CUDA.
2. Эмуляция квантового компьютера на CUDA.
3. Реализация на CUDA базовых операций над массивами.

Источники

[5, с. 12–62], [6, с. 13–22].

Тема 8. Параллельные вычисления средствами языка Python

Ключевые вопросы темы

5. Модель пула задач.
6. Модель вероятного будущего (concurrentfutures).
7. GPU-параллелизм для нейросетевых библиотек.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малявко, А. А. Суперкомпьютеры и системы: построение вычислительных кластеров: учебное пособие / А. А. Малявко, С. А. Менжулин. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 96 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574846> (дата обращения: 23.02.2023). – ISBN 978-5-7782-3633-2. – Текст: электронный.

2. Парфенов, Д. В. Параллельные и распределенные вычисления: учебное пособие / Д. В. Парфенов, Д. А. Петрусевич. – Москва: РТУ МИРЭА, 2022. – 92 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/265658> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

3. Основы работы с технологией параллельных вычислений CUDA: учебное пособие / составитель С. И. Елесина. – Рязань: РГРТУ, 2020. – 80 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/220436> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

4. Николаев, Е. И. Параллельные вычисления: учебное пособие / Е. И. Николаев; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 185 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459124> (дата обращения: 03.03.2022). – Текст: электронный.

5. Малявко, А. А. Суперкомпьютеры и системы: мультипроцессоры: учебное пособие / А. А. Малявко, С. А. Менжулин; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 64 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576417> (дата обращения: 23.02.2023). – ISBN 978-5-7782-3295-2. – Текст: электронный.

6. Малявко, А. А. Суперкомпьютеры и системы: мультикомпьютеры: учебное пособие / А. А. Малявко, С. А. Менжулин. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 64 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576416> (дата обращения: 23.02.2023). – ISBN 978-5-7782-3294-5. – Текст: электронный.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Экзаменационные вопросы по дисциплине

1. Основные понятия и определения параллельных и распределенных вычислений.
2. Классификация Флинна.
3. Определение суперЭВМ.
4. Узлы и ядра. Интерконнект.
5. Система очередей.
6. Потоки и процессы. Дедлок, ливлок.
7. Удаленный доступ, терминалы, протокол SSH.
8. Эффективность параллельной программы. Ускорение в сильном и слабом смысле. Закон Амдала.
9. Профилировка. Выбор инструмента для распараллеливания.
10. Верификация параллельного приложения. Измерение полученного ускорения.
11. Модель программирования MPI.
12. Процессы, сообщения, области видимости переменных.
13. Возможности отладки MPI-программ.
14. Инициализация и завершение MPI-блока в программе.
15. Парные взаимодействия в MPI.
16. Асинхронные сообщения.
17. Типы коллективных взаимодействий в MPI.
18. Возможности и ограничения коллективных взаимодействий.
19. Использование коллективных взаимодействий для отладки.
20. Повышение эффективности приложений, использующих коллективные взаимодействия.
21. Модель программирования OpenMP.
22. Потоки, директивы, области видимости переменных.
23. Возможности отладки OpenMP-программ.
24. Инициализация и завершение OpenMP-блока в программе.
25. Директивы компилятора, библиотечные функции, переменные окружения.
26. Разделение вычислений между потоками.
27. Модель программирования CUDA.
28. Язык программирования CUDA C.
29. Графические ускорители, поддерживающие CUDA.
30. Потоки, блоки потоков и сетка. Виды памяти в CUDA.
31. Профилировка приложений на CUDA.

- 32.Преимущества технологии CUDA и GPU по сравнению с другими вариантами решения задач на суперЭВМ.
- 33.Решение СЛАУ на CUDA.
- 34.Эмуляция квантового компьютера на CUDA.
- 35.Реализация на CUDA базовых операций над массивами.
- 36.Реализация простой нейронной сети на GPU.
- 37.Метод частиц в ячейках на GPU.
- 38.Модель пула задач.
- 39.Модель вероятного будущего (concurrentfutures).
- 40.MPI для Python.
- 41.GPU-параллелизм для нейросетевых библиотек.

Локальный электронный методический материал

Алексей Владимирович Снытников

Параллельные и распределенные вычисления

Редактор М. А. Дмитриева

Уч.-изд. л. 1,0. Печ. л. 1,4.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1