

**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**

Утверждено
Директор Института
Математики и Информатики
Дарбинян А.А.
«18» июня 2024, протокол №15



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Основы ускоренных вычислений с использованием CUDA C/C++

Авторы: *Акопян Гагик Дживанович*

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Этот курс предоставляет студентам понимание основ и продвинутых концепций параллельного программирования. Курс охватывает теоретические аспекты, практические техники и инструменты для разработки параллельных приложений. Студенты научатся эффективно использовать многопоточность, распределенные системы и различные параллельные модели для решения вычислительных задач.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

2-ой семестр - 6 ЗЕТ- экзамен,

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Для прохождения этого курса изучение других дисциплин не требуются.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

| Код компетенции | Наименование компетенции | Код индикатора достижения компетенций | Наименование индикатора достижений компетенций |
|-----------------|--|---------------------------------------|--|
| УК-3 | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | УК-3.1 | Разрабатывает командную стратегию для достижения поставленной цели |
| | | УК-3.2 | Умеет организовывать и руководить работой команды |
| | | УК-3.3 | Демонстрирует понимание результатов работы команды и личных действий в ней |
| ПК-7 | способностью разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов | ПК-7.1 | Знает основные критерии эффективности и качества функционирования системы |
| | | ПК-7.2 | Умеет руководить выполнением коллективной деятельностью |
| | | ПК-7.3 | Владеет методами постановки задачи, |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | проведением эксперимента работоспособности системы |
|--|--|--|--|

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

- Изучить основы параллельного программирования и архитектуры.
- Понять принципы и модели параллельного выполнения.
- Овладеть методами разработки параллельных алгоритмов и программ.
- Научиться использовать современные инструменты и библиотеки для параллельного программирования.
- Развить навыки анализа производительности и оптимизации параллельных приложений.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах)

| Виды учебной работы | Всего, в акад. часах | Распределение по семестрам | | | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|
| | | I сем | II сем | III сем | IV сем | V сем | VI сем |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.: | 324 | | | | | | |
| 1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.: | 154 | | | | | | |
| 1.1.1. Лекции | 58 | 34 | | | | | |
| 1.1.2. Практические занятия, в т. ч. | 96 | 72 | | | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.: | 107 | 74 | | | | | |
| 1.3. Другие методы и формы занятий | 63 | 36 | | | | | |
| Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать) | | Экзамен | Диф.зачет | | | | |

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

| Разделы и темы дисциплины | Всего (ак. часов) | Лекции (ак. часов) | Практ. занятия (ак. часов) | Семина- ры (ак. часов) | Лабор. (ак. часов) | Друг ие виды зая ний (ак. часо в) |
|---------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------|--|
| | | | | | | |

| 1 | 2=3+4+5+6+7 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-------------|-----------|-----------|---|---|---|
| Модуль 1. | | | | | | |
| Тема 1. Основы работы с CUDA | 4 | 2 | 2 | | | |
| Тема 2. Свойства устройства | 4 | 2 | 2 | | | |
| Тема 3. Простейшая программа на CUDA | 4 | 2 | 2 | | | |
| Тема 4. Атомарные операции в CUDA | 4 | 2 | 2 | | | |
| Тема 5. Атомарные операции в CUDA | 4 | 2 | 2 | | | |
| Тема 6. Работа с матрицами | 4 | 2 | 2 | | | |
| Тема 7. Типы памяти. Разделяемая память | 4 | 2 | 2 | | | |
| Тема 8. Константная и текстурная память | 4 | 2 | 2 | | | |
| Тема 9. Пакеты для работы с векторами у матрицами | 4 | 2 | 2 | | | |
| ИТОГО | 64 | 32 | 32 | | | |

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Тема 1. Основы работы с CUDA

- Основные понятия
- Сетки, блоки, нити
- Варпы

Тема 2. Свойства устройства

- Архитектура видеокарт NVidia
- Типы видеокарт, поддерживающих CUDA
- Функция cudaGetDeviceProperties

Тема 3. Простейшая программа на CUDA

- Функция копирования
- Замер времени работы части кода программы
- Обработка ошибок

Тема 4. Атомарные операции в CUDA

- Атомарные арифметические операции
- Атомарные побитовые операции
- Дополнительные возможности Compute Capability 6.x

Тема 5. Атомарные операции в CUDA

- Сложение векторов
- Вычисление математических функций

Тема 6. Работа с матрицами

- Создание матриц
- Транспонирование матрицы
- Сложение матриц
- Умножение матриц

Тема 7. Типы памяти. Разделяемая память

- Банки данных

Тема 8. Константная и текстурная память

- Примеры использования одномерной текстуры

Тема 9. Пакеты для работы с векторами и матрицами

- Пакет cuBLAS
- Использование cuBLAS API
- Вспомогательные функции cuBLAS
- Функции BLAS
- Пакет cuBLAS-Xt
- Инициализация контекста cuBLAS-XT API
- Функции cuBLAS-Xt API Math

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Решение задач согласно пройденной на лекционном занятии темы.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютеры с интернет-браузером.

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

| | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | $\Sigma = 1$ |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|

3. Теоретический блок

3.1. Материалы по теоретической части курса

- 3.1.1. Сандерс Дж., Кэндрот Э. Технология CUDA в примерах: Введение в программирование графических процессоров. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 232 с. 3.
Cheng J., Grossman M., McKercher T. Professional CUDA C Programming. – Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc., 2014. – 528 p

4. Фонды оценочных средств.

4.1. Материалы по практической части курса

4.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

В системе ejudge

4.3. Перечень экзаменационных вопросов

1. Представление целых и вещественных чисел в двоичной форме. Прямой, обратный и дополнительный код. IEEE-754 формат. Порядок представления байтов (big and little endian). Размеры типов в языке C. Знаковые и беззнаковые числа. Приведение типов.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective, вторая глава.
- Книга Зубков С. В, первая глава
- Книга В.И. Юров: глава 4, глава 17

2. Процессор x86, регистры. Формат данных. Пересылка данных (mov). Регистр eflags. Арифметические и логические операции. Сдвиги. Переполнение. Флаги OF, CF, ZF. Отображение из C в ассемблер и наоборот.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.1 - 3.6
- Книга В.И. Юров: глава 7, 8, 9

3. Флаги OF, CF, ZF, SF. Команды передачи управления. Инструкция jmp и условный переход. Представление операторов условного перехода языка Си в ассемблере. Оператор switch.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.1 - 3.6
- Intel reference manual
- Книга В.И. Юров: глава 10

4. Организация циклов. Инструкция loop. Представление операторов цикла языка Си в ассемблере: do-while, while, for. Инструкция условной пересылки (Conditional Move Instructions)

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.1 - 3.6
- Книга В.И. Юров: глава 10

5. Представление программы в памяти. Стек и локальные переменные. Расположение глобальных и статических переменных. Организация вызова функций. Передача аргументов, адрес возврата. Фрейм стека. Различные соглашения о вызовах.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.7
- Книга Зубков С. В, 5.2, 5.3
- Книга В.И. Юров: глава 15

6. Массивы и указатели. Представление одномерных и двумерных массивов. Структуры данных в ассемблере.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.1 - 3.6
- Книга В.И. Юров: глава 13

7. Процессор x87. Организация процессора и его регистры. Основные команды процессора x87.

Литература:

- Книга В.И. Юров: Глава 17

8. RISC-V

Литература:

- <https://riscv.org/wp-content/uploads/2017/05/riscv-spec-v2.2.pdf>
- <https://github.com/riscv/riscv-bitmanip/releases/download/1.0.0/bitmanip-1.0.0.pdf>

