

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.

_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Программирование графических процессов Б1.В.ДВ.16

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Александрова И.Л. , Плещинский Н.Б. , Тумаков Д.Н.

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 952617

Казань
2017

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 ; заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Плещинский Н.Б. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики , Nikolai.Pleshchinskii@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Тумаков Д.Н. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики , Dmitri.Tumakov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины: сформировать представление об архитектуре графических процессоров, ее отличии от архитектуры центральных процессоров; познакомить студентов с методами и технологиями программирования графических процессоров. Задачи дисциплины: приобретение студентами базового набора знаний по написанию программ для выполнения на графических процессорах и навыков работы со средствами разработки и отладки таких программ.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.16 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.04 Прикладная математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Содержание дисциплины опирается на знания, полученные студентами ранее при изучении дисциплин "Языки и методы программирования", "Архитектура компьютеров", "Основы информатики", "Дополнительные главы информатики". Считается, что студент владеет языком программирования C++, умеет разрабатывать алгоритмы для решения простейших математических задач, имеет опыт отладки и тестирования программ в любой IDE.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	Способность владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь.
ОК-11 (общекультурные компетенции)	Способность владения навыками работы с компьютером как средством управления информацией.
ОК-14 (общекультурные компетенции)	Способность использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.
ОК-9 (общекультурные компетенции)	Способность осознать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.
ПК-12 (профессиональные компетенции)	Способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы.
ПК-14 (профессиональные компетенции)	Способность владеть методикой преподавания учебных дисциплин

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.
ПК-6 (профессиональные компетенции)	Способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Архитектуру графических процессоров;
основные понятия, связанные с технологией CUDA;
основные понятия, связанные с технологией OpenACC.

2. должен уметь:

использовать средства разработки программ для графических процессоров;
использовать средства отладки и профилировки программ для графических процессоров.

3. должен владеть:

технологиями программирования графических процессоров;
методами оптимизации алгоритмов и программ для выполнения на графических процессорах.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

разработки эффективных программ для выполнения на графических процессорах;
адаптации готовых программ под графические процессоры.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 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	
	Тема 1. Введение.						

Сравнение GPU и CPU

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Обзор технологий программирования для графических процессоров	5	2	0	0	2	Презентация
3.	Тема 3. Программная модель CUDA	5	3-10	0	0	16	Письменная работа Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Иерархия памяти в CUDA	5	11-14	0	0	8	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Общие методы оптимизации CUDA-программ	5	15-16	0	0	4	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Технология программирования OpenACC	5	17-18	0	0	4	Письменная работа Письменное домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Сравнение GPU и CPU

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Производительность и параллелизм. Эволюция GPU. Сравнение архитектуры CPU и GPU.

Тема 2. Обзор технологий программирования для графических процессоров

лабораторная работа (2 часа(ов)):

OpenGL, программирование на уровне шейдеров. Технология Brook. Технологии OpenCL, CAL/IL, DirectX11.

Тема 3. Программная модель CUDA

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Знакомство с программированием на CUDA. Нити и блоки. Встроенные типы, встроенные переменные. Вызов ядра. Обмен данными. Обработка ошибок, измерение времени исполнения. Атомарные операции.

Тема 4. Иерархия памяти в CUDA

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Уровни памяти. Глобальная память. Регистровый файл, локальная память. Разделяемая память. Константная память. Текстурированная память. Pinned-память.

Тема 5. Общие методы оптимизации CUDA-программ

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Работа с профилировщиком. Оптимизация выполнения математических операций. Оптимизация доступа в память.

Тема 6. Технология программирование OpenACC

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Быстрая разработка для GPU. Основные директивы и примеры. Конфигурация ядра, распараллеливание циклов.

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. Введение. Сравнение GPU и CPU	5	1	подготовка к отчету	2	отчет
2.	Тема 2. Обзор технологий программирования для графических процессоров	5	2	подготовка к презентации	2	презентация
3.	Тема 3. Программная модель CUDA	5	3-10	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	6	письменная работа
4.	Тема 4. Иерархия памяти в CUDA	5	11-14	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
5.	Тема 5. Общие методы оптимизации CUDA-программ	5	15-16	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
6.	Тема 6. Технология программирование OpenACC	5	17-18	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	2	письменная работа
	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. Введение. Сравнение GPU и CPU

отчет , примерные вопросы:

Первые расчеты на GPU. Области применения параллельных расчетов на GPU.

Тема 2. Обзор технологий программирования для графических процессоров

презентация , примерные вопросы:

OpenGL, программирование на уровне шейдеров. Технология Brook. Технологии OpenCL, CAL/IL, DirectX11.

Тема 3. Программная модель CUDA

домашнее задание , примерные вопросы:

Написание программ, решающих стандартные задачи линейной алгебры и вычислительной математики: сложение векторов, транспонирование матриц, умножение матриц, решения СЛАУ.

письменная работа , примерные вопросы:

Написание программы для вычисления определенных интегралов по квадратурным формулам.

Тема 4. Иерархия памяти в CUDA

домашнее задание , примерные вопросы:

Реализация стандартных алгоритмов с использованием памяти разных типов.

Тема 5. Общие методы оптимизации CUDA-программ

домашнее задание , примерные вопросы:

Анализ написанных ранее программ, профилировка, оптимизация.

Тема 6. Технология программирование OpenACC

домашнее задание , примерные вопросы:

Написание программ для нахождения суммы двух векторов, умножения двух матриц, вычисления интеграла по квадратурной формуле трапеций.

письменная работа , примерные вопросы:

Написание программы решения СЛАУ

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

1. Основные отличия между GPU и CPU.
2. Архитектура GPU.
3. Что такое CUDA?
4. Нити, блоки. Варп.
5. Встроенные типы и переменные.
6. Обработка ошибок.
7. Атомарные операции.
8. Типы памяти.
9. Оптимизация CUDA программ.
10. Технология OpenACC. Основные директивы.

7.1. Основная литература:

1. Линев, Алексей Владимирович. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур: учебник для студентов высших учебных заведений/ А. В. Линев, Д. К. Боголепов, С. И. Бастраков; под ред. В. П. Гергеля; Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. Москва: Изд-во Московского университета, 2010. 148 с.

2. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью: учебник для студентов высших учебных заведений/ 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 с.

3. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 'Прикладная математика и информатика' и 010300 'Фундаментальная информатика и информационные технологии' / В. П. Гергель; Б-ка Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского. ?Москва: Изд-во Московского университета [и др.], 2010.?539, [4] с

4. Богачёв, К.Ю. Основы параллельного программирования. [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 345 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/70745>

7.2. Дополнительная литература:

1. Боресков А.В. Параллельные вычисления на GPU: архитектура и программная модель CUDA: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 'Прикладная математика и информатика' и 010300 'Фундаментальная информатика и информационные технологии' / [А. В. Боресков и др.; предисл. В. А. Садовничий]; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. ?Москва: Изд-во Московского университета, 2012.?332 с.

2. Ролдугин С.В. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие / Ролдугин С.В., Паринов А.В., Голубинский А.Н. - Воронеж: Научная книга, 2016. - 144 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=923327>

7.3. Интернет-ресурсы:

Nvidia CUDA Programming Guide - http://www.nvidia.ru/object/cuda_what_is_ru.html

NVidia CUDA Zone - <https://developer.nvidia.com/cuda-zone>

Документация OpenACC - http://www.openacc.org/sites/default/files/OpenACC.1.0_0.pdf

Курс лекций по CUDA - http://www.nvidia.ru/object/cuda_state_university_courses_new_ru.html

Портал по параллельным вычислениям - <http://parallel.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Программирование графических процессов" 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.

Наличие в компьютерах устройств, поддерживающих технологию CUDA.

Наличие установленных драйверов и библиотек для работы с CUDA.

Наличие среды разработки программ на языке C/C++.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки Математическое моделирование .

Автор(ы):

Плещинский Н.Б. _____

Тумаков Д.Н. _____

Александрова И.Л. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Бахтиева Л.У. _____

"__" _____ 201__ г.