

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. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Научные вычисления (Cuda и Matlab) Б1.В.ДВ.23

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Бахтиева Л.У. , Коныхов И.В.

**Рецензент(ы):**

Плещинский Н.Б.

**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 912017

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) доцент, к.н. (доцент) Бахтиева Л.У. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики , Lyalya.Bakhtieva@kpfu.ru ; ассистент, к.н. Конюхов И.В. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики , IVKonjuhov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - изучение возможностей специализированных математических пакетов, современных средств программирования графических процессоров и приобретение навыков работы с ними в научной работе.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.23 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.04 Прикладная математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Изучение основано на знаниях, приобретенных ранее при освоении курсовых 'Математический анализ',

'Алгебра и геометрия', 'Дифференциальные уравнения', 'Программирование и алгоритмические языки',

'Программирование на языке C++', а также практических навыках работы с ЭВМ.

Полученные знания будут использованы далее в научно-исследовательской работе.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	Готовность к самостоятельной работе
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	Способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на ЭВМ, отлаживать, тестировать ППО
ПК-10 (профессиональные компетенции)	Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов
ПК-11 (профессиональные компетенции)	Готовность применять знания и навыки управления информацией
ПК-12 (профессиональные компетенции)	Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	Способность и готовность настраивать, тестировать и осуществлять проверку вычислительной техники и программных средств
ПК-3 (профессиональные компетенции)	Способность и готовность демонстрировать знания современных языков программирования, операционных систем, офисных приложений, информационно-коммуникационной сети "Интернет", способов и механизмы управления данными, принципов организации, состава и схемы работы операционных систем
ПК-4 (профессиональные компетенции)	Способность и готовность решать проблемы, брать на себя ответственность

В результате освоения дисциплины студент:

2. должен уметь:

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

- использовать современные математические методы, прикладные пакеты в научно-исследовательской деятельности,

- применять различные приемы программирования графических процессоров для повышения производительности вычислительных алгоритмов

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 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. Научные вычисления в системе "Cuda"	7	1-9	0	0	36	Лабораторные работы Контрольная работа

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. Научные вычисления в системе "Matlab"	7	10-18	0	0	36	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			0	0	72	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Научные вычисления в системе "Cuda"

###### лабораторная работа (36 часа(ов)):

1. Введение в программирование графических процессоров (GPU). 2. Подготовка к работе компьютеров на базе операционных систем Ubuntu Linux и Microsoft Windows. 3. Обзор языка программирования графических процессоров CUDA C 4. Типы памяти CUDA и их особенности на примере реализации базовых алгоритмов линейной алгебры. 5. Реализация на CUDA базовых операций над массивами - reduce, scan, построения гистограмм и сортировки. 6. Особенности использования библиотек CUDA SDK на примере библиотек CUBLAS и CUDPP. 7. Взаимодействие с OpenGL.

##### Тема 2. Научные вычисления в системе "Matlab"

###### лабораторная работа (36 часа(ов)):

Решение задач в системе "Matlab".

#### 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. Научные вычисления в системе "Cuda"	7	1-9	подготовка к контрольной работе	18	контрольная работа
2.	Тема 2. Научные вычисления в системе "Matlab"	7	10-18	подготовка к контрольной работе	18	контрольная работа
	Итого				36	

#### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий

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

##### Тема 1. Научные вычисления в системе "Cuda"

контрольная работа , примерные вопросы:

Проверка знаний по темам: особенности реализации базовых алгоритмов линейной алгебры (перемножение матриц, умножение матрицы на транспонированную), реализации базовых алгоритмов обработки массивов данных (параллельная редукция, нахождение префиксной суммы, построение гистограммы, сортировка), визуализации результатов вычислений с использованием технологии CUDA параллельных вычислений на графических процессорах.

## **Тема 2. Научные вычисления в системе "Matlab"**

контрольная работа, примерные вопросы:

Решение задач по теме курсовой работы в системе Matlab

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену:

Часть 1. CUDA.

1. Параллельные вычисления на центральных (CPU) и графических процессорах (GPU). Сравнение архитектур CPU и GPU.
2. Подготовка к работе компьютера на базе операционных систем Ms Windows и Ubuntu Linux.
3. Расширения языка C: спецификаторы функций и переменных добавленные типы, добавленные переменные, директива вызова ядра, добавленные функции, основы CUDA host API, CUDA driver API, CUDA runtime API. (Показать на примере программы сложения двух массивов).
4. Пример программы опроса устройств. Технические характеристики графических процессоров.
5. Замеры времени на GPU, CUDA events.
6. Обзор различных типов памяти CUDA. Работа с константной памятью. Работа с глобальной памятью. Работа с разделяемой памятью.
7. Пример: построение таблицы значений функции с заданным шагом. Пример: транспонирование матрицы.
8. Оптимизация работы с глобальной памятью: задача об N телах.
9. Работа с разделяемой памятью: оптимизация задачи об N телах.
10. Пример: перемножение матриц.
11. Пример: умножение матрицы на транспонированную.
12. Параллельная редукция (reduce)
13. Реализация нахождения префиксной суммы (scan)
14. Построение гистограммы
15. Сортировка
16. Использование библиотеки CUBLAS на примере перемножения двух матриц.
17. Использование библиотеки CUDPP на примере параллельной редукции.
18. Взаимодействие с библиотекой OpenGL на примере визуализации множества Жулия.

Часть 2. Matlab.

1. Главное меню системы "Matlab"
2. Справочная система пакета "Matlab"
3. Преобразование многочленов
4. Решение алгебраических уравнений
5. Дифференцирование и интегрирование
6. Решение дифференциальных уравнений
7. Вычисление пределов и суммирование рядов
8. Графика
9. Работа с матрицами
10. Программирование в системе "Matlab"

## 11. Научные вычисления в системе "Matlab"

### 7.1. Основная литература:

1. Боресков, А. В. Основы работы с технологией CUDA [Электронный ресурс] / А. В. Боресков, А. А. Харламов. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 232 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=408395>
2. Дьяконов, В. П. MATLAB R2007/2008/2009 для радиоинженеров [Электронный ресурс] / В. П. Дьяконов. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 976 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=408051>
3. Галушкин Н.Е. Высокоуровневые методы программирования. Язык программирования MatLab. Часть 1: учебник / Н.Е. Галушкин. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2011. - 182 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=550402>
4. Кепнер, Джереми. 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.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Параллельное программирование в MPI / В.Д.Корнеев .? М. ; Ижевск : Ин-т. компьютерных исслед., 2003 .? 303с.
2. Matlab как система программирования научно-технических расчетов : учебник / В. Е. Кондрашов, С. Б. Королев  
.? Москва : Мир : Институт стратегической стабильности Минатома РФ, 2002 .? 350 с.
3. Конюхов♦В.М., Чекалин♦А.Н., Конюхов♦И.В. Численное моделирование и метод планирования вычислительных экспериментов.  
Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]. - Казань, Казанский федеральный университет, 2016. - 30 с.  
[http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F758432210/MM\\_BE\\_2016.pdf](http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F758432210/MM_BE_2016.pdf)

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Nvidia CUDA ? неграфические вычисления на графических процессорах -  
<http://www.ixbt.com/video3/cuda-1.shtml>
- Операторы системы Matlab - [http://studopedia.ru/9\\_169335\\_obshchie-svedeniya-o-MATLAB.html](http://studopedia.ru/9_169335_obshchie-svedeniya-o-MATLAB.html)
- Параллельные вычисления Cuda - <http://www.nvidia.ru/object/cuda-parallel-computing-ru.html>
- Cuda: начало - <https://habrahabr.ru/post/54330/>
- Система математических расчетов MATLAB -  
[http://mirznanii.com/info/a312033\\_sistema-matematicheskikh-raschetov-matlab](http://mirznanii.com/info/a312033_sistema-matematicheskikh-raschetov-matlab)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Научные вычисления (Cuda и Matlab)" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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.

Аудитория, оснащенная современной компьютерной техникой на базе графических сопроцессоров Nvidia

с установленными средствами разработки Mircsft Visual Studi, Nvidia CUDA Tlkit, прикладными пакетами Mathematica и Matlab и доступом в сеть интернет.

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):

Бахтиева Л.У. \_\_\_\_\_

Колюхов И.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Плещинский Н.Б. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.