


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета факультета математики,
информационных и авиационных технологий
от « 21 » мая 2024 г., протокол № 5/24
Председатель /М.А.Волков
(подпись, расшифровка подписи)
« 21 » мая 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Распределённые вычисления
Факультет	ФМИАТ
Кафедра	Информационные технологии (ИТ)
Курс	4

Направление (специальность) 09.03.03 - «Прикладная информатика»
код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) Информационная сфера
полное наименование

Форма обучения очная
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » сентября 2024 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Филаткина Елена Владимировна	ИТ	к.ф.-м.н, доцент

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью дисциплины является изучение основных архитектур многопроцессорных систем и принципов разработки прикладного программного обеспечения для них.

Задачи освоения дисциплины:

Основная задача этой дисциплины заключается в том, чтобы в результате освоения дисциплины студент должен приобретать следующие знания, навыки и умения:

1. знание архитектуры современных математических и графических сопроцессоров
2. способность самостоятельно понять и изучить архитектуру вновь появляющихся ускорителей
3. знание принципов разработки ПО для современных GPU
4. ориентироваться в стеке технологий CUDA для GPU nVidia
5. знание состава библиотеки CUDA для неграфических вычислений, умение применять эти библиотеки при разработке ПО для GPU nVidia
6. знание архитектуры высокопроизводительных процессоров, принципы параллелизма, стандарт OpenMP.
7. умение создавать приложения для многопроцессорных систем.
8. владение навыками проектирования распределённых приложений и проведения анализа их производительности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Курс «Распределенные вычисления» является дисциплиной по выбору Блока 1 Основной Профессиональной Образовательной Программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».


Дисциплина читается в 7-ом семестре 3-го курса студентам очной формы обучения.

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения курсов: Технология программирования, Методы разработки программного обеспечения, Базы данных, Операционные системы, Объектно-ориентированное программирование.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении дисциплин: Обнаружение вторжения и защита информации, Интеллектуальный анализ данных, Функциональное программирование, Параллельное программирование, Современные системы автоматизации разработки информационных систем, а также при прохождении практики, выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, при подготовке к ГИА.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-2 Способен разрабатывать и адаптировать прикладное	Знать: принципы параллелизма, стандарт OpenMP, принципы разработки ПО для современных GPU, состав библиотеки CUDA для неграфических

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
программное обеспечение	вычислений; Уметь: применять библиотеки CUDA при разработке ПО для GPU nVidia; Владеть: практическими навыками создания приложений для многопроцессорных систем.
ПК-7 Способен настраивать, эксплуатировать и сопровождать информационные системы и сервисы	Знать: архитектуры высокопроизводительных процессоров, современных математических и графических сопроцессоров. Уметь: самостоятельно понять и изучить архитектуру вновь появляющихся ускорителей; Владеть: навыками проектирования распределённых приложений и проведения анализа их производительности.

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ


4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 3

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 108

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		7
Контактная работа обучающихся с преподавателем	54/54*	54/54*
Аудиторные занятия:	54/54*	54/54*
Лекции	18/18*	18/18*
практические и семинарские занятия	-	-
лабораторные работы (лабораторный практикум)	36/36*	36/36*
Самостоятельная работа	54	54
Текущий контроль (количество и вид: конт. работа, коллоквиум, реферат)	Тестирование, защита лабораторных работ	Тестирование, защита лабораторных работ
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Всего часов по дисциплине	108	108

*Количество часов работы ППС с обучающимися в дистанционном формате с применением электронного обучения

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:


Форма обучения очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		лекции	практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1 Эволюция графических ускорителей							
Тема 1.1.	8	2				6	Устный опрос
Тема 1.2.	14	2		6	3	6	Тестирование
Тема 1.3.	14	2		6	3	6	Устный опрос
Раздел 2. Программная модель CUDA							
Тема 2.1.	14	2		6	3	6	Устный опрос
Тема 2.2.	14	2		6	3	6	Устный опрос
Раздел 3. Высокоуровневые технологии разработки							
Тема 3.1.	10	2				8	Тестирование
Тема 3.2.	16	2		6	3	8	Тестирование
Тема 3.3.	18	4		6	3	8	Устный опрос
Итого	108	18	-	36	18	54	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1 Эволюция графических ускорителей

Тема 1. Графический конвейер. Архитектура GPU-устройства. Эволюция графических ускорителей. Появление и эволюция графического конвейера. Текстуры, шейдеры. Шейдерные процессоры. Общие черты внутреннего

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

устройства графических ускорителей разных производителей.

Тема 2. Иерархия памяти GPU. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память. Виды памяти в GPU устройствах. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память. Расположение на графическом чипе, кеширование, ограничения доступа. Обмен данными между GPU и CPU. Общее виртуальное адресное пространство.

Тема 3. Общие принципы построения программ для GPU. Модель программирования в общей памяти. SIMD (SIMT) модель программы. Классификация Флинна. Место GPU в классификации Флинна. Отличия модели SIMT от классической SIMD-архитектуры.

Раздел 2. Программная модель CUDA

Тема 1. Программная модель CUDA. Взаимодействие CPU->GPU->CPU. Взаимодействие CUDA и C/C++. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции. CUDA-библиотека времени исполнения. Атомарные операции.

Тема 2. Некоторые алгоритмы обработки массивов. Параллельная редукция. Префиксная сумма. Установка и настройка программного обеспечения CUDA под ОС семейств Windows и Linux. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции. CUDA-библиотека времени исполнения. Атомарные операции. Компиляция CUDA-программ.

Раздел 3. Высокоуровневые технологии разработки

Тема 1. Некоторые численные алгоритмы.

Программная реализация алгоритма параллельного суммирование элементов одномерного массива на GPU. Сравнение производительности CPU и GPU-реализаций.

Тема 2. Прикладные математические библиотеки: CUBLAS, CUSPARSE, CUFFT, CURAND.

Программная реализация на GPU алгоритмов: - транспонирования матрицы - вычисления числа "пи" при помощи составных квадратурных формул - вычисления числа "пи" методом Монте-Карло.

Тема 3. Высокоуровневые технологии разработки. Введение в Thrust. Реализация вычисления числа "пи" составными квадратурными формулами при помощи Thrust. Сравнение производительности. Введение в шаблоны C++. Функтор, итератор. Их реализация на C++. ZIP-итератор. Общая идеология Thrust. Примеры использования. Взаимодействие Thrust и CUDA Plain C.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ


Данный вид работы не предусмотрен УП

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Лабораторная работа 1: Общие черты внутреннего устройства графических ускорителей разных производителей.

Лабораторная работа 2: Виды памяти в GPU устройствах. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память. Расположение на графическом чипе, кеширование, ограничения доступа. Обмен данными между GPU и CPU. Общее виртуальное адресное пространство.

Лабораторная работа 3: Классификация Флинна. Место GPU в классификации

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Флинна. Отличия модели SIMT от классической SIMD-архитектуры.

Лабораторная работа 4: Программная модель CUDA. Взаимодействие CPU->GPU->CPU. Взаимодействие CUDA и C/C++. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции. CUDA-библиотека времени исполнения. Атомарные операции.

Лабораторная работа 5: Программная реализация алгоритма параллельного суммирование элементов одномерного массива на GPU


Лабораторная работа 6: Введение в шаблоны C++. Функтор, итератор. Их реализация на C++. ZIP-итератор.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Выполнение курсовых работ и контрольных не предусмотрено учебным планом.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

Индекс компетенции	№	Формулировка вопроса
ПК-2	1	Эволюция GPU. Современный графический конвейер.
ПК-7	2	Архитектура графического ускорителя nVidia. Шейдер. Шейдерный процессор. Управление потоком инструкций и данных.
ПК-2, ПК-7	3	Виды памяти GPU. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память. Расположение на графическом чипе, кеширование, ограничения доступа.
ПК-2, ПК-7	4	Программная модель CUDA. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции.
ПК-2, ПК-7	5	Программная модель CUDA. Расширение языка C/C++. CUDA-библиотека времени исполнения. Атомарные операции.
ПК-2, ПК-7	6	Предназначение и структура библиотек CUBLAS, CUSPARSE, CURAND.
ПК-2, ПК-7	7	Библиотека Thrust. Идеология. Детали реализации вычислительных алгоритмов с использованием Thrust. Функтор, итератор, zip-итератор.
ПК-2, ПК-2	8	Опишите структуру графического процессора G80.
ПК-2, ПК-7	9	Каковы основные вычислительные возможности нитевых ядер?

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ПК-2, ПК-7	10	Опишите структуру потокового мультипроцессора.
ПК-2	11	Как должны быть организованы вычисления в процессоре G80?
ПК-2, ПК-7	12	В чем состоят принципы организации и функционирования массива взаимодействующих нитей?
ПК-2, ПК-7	13	В соответствии с техникой массива взаимодействующих нитей распишите один из известных вам алгоритмов численного интегрирования.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения _____ очная _____


Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Раздел 1 Эволюция графических ускорителей	Проработка учебного материала, выполнение лабораторных работ, подготовка к сдаче зачета	18	Тестирование, проверка лабораторных работ
Раздел 2. Программная модель CUDA	Проработка учебного материала, выполнение лабораторных работ, подготовка к сдаче зачета	12	Тестирование, проверка лабораторных работ
Раздел 3. Высокоуровневые технологии разработки	Проработка учебного материала, выполнение лабораторных работ, подготовка к сдаче зачета	24	Тестирование, проверка лабораторных работ

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. *Малявко, А. А.* Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Малявко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 129 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11827-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/446247>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

2. *Бабичев, С. Л.* Распределенные системы: учебное пособие для вузов / С. Л. Бабичев, К. А. Коньков. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 507 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11380-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/445188>
3. *Косяков М.С.* Введение в распределенные вычисления / Косяков М.С.. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2014. — 155 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65816.html>

Дополнительная литература:

1. *Мищенко В.К.* Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем : учебное пособие / Мищенко В.К.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 40 с. — ISBN 978-5-7782-2365-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/44898.html>
2. *Боресков А.В.* Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : учебное пособие / А.В. Боресков [и др.]. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015. — 336 с. — ISBN 978-5-19-011058-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/54647.html>
3. *Соснин В.В.* Введение в параллельные вычисления / Соснин В.В., Балакшин П.В.. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 54 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68646.html>

Учебно-методическая литература

1. *Филаткина Е. В.* Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Распределённые вычисления» для бакалавриата по направлению 09.03.03 - «Прикладная информатика» / Е. В. Филаткина. - 2019. - 10 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/11060>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный.


б) Программное обеспечение

1. MS Windows
2. MS Office
3. Visual Studio Code
4. Eclipse
5. Visual Studio

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

- 1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.
- 1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

3. **eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

4. **Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.


5. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. **Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинаров и лабораторных занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение по ОПОП ВО обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся. Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и отдельно. В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

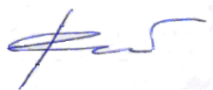
– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации».

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



подпись

доцент

должность

Филаткина Е.В.

ФИО