


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 « 18 » мая 20 21 г., протокол № 4/21
 Председатель /М.А.Волков
 (подпись, расшифровка подписи)
 « 18 » мая 20 21 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Высокопроизводительные вычисления
Факультет	ФМИАТ
Кафедра	Информационные технологии (ИТ)
Курс	3

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 2021 г.

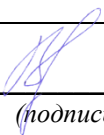
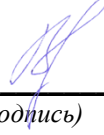
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 ____ г.


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

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой информационных технологий, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой информационных технологий
/  / <u>Волков М.А.</u> / <i>(подпись)</i> <i>(Ф.И.О.)</i>	/  / <u>Волков М.А.</u> / <i>(подпись)</i> <i>(Ф.И.О.)</i>
«18» мая 20 21 г.	«18» мая 20 21 г.

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 демонстрировать приобретает 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. знать состав библиотеки CUDA для неграфических вычислений, уметь применять эти библиотеки при разработке ПО для GPU nVidia

Знать: архитектуру высокопроизводительных процессоров, принципы параллелизма, стандарт OpenMP.

Уметь: создавать приложения для многопроцессорных систем.

Владеть: навыками проектирования распределённых приложений и проведения анализа их производительности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Б1.В.ДВ.9 «Высокопроизводительные вычисления» является дисциплиной по выбору образовательного модуля по направлению 09.03.03 - «Прикладная информатика».

Курс входит в вариативную часть профессионального цикла Основной Образовательной Программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».

Дисциплина читается в 6 семестре на 3 курсе студентам очной формы обучения и базируется на следующих дисциплинах:

- Информатика и информационные технологии;
- Информационные системы и технологии;


Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- знание базовых профессиональных понятий и определений в области информационных технологий;
- уметь использовать современные офисные приложения, быть уверенным пользователем ПК;
- способность использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук;
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования;

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

Разработка мобильных приложений

Открытые технологии разработки программного обеспечения


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

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 способность разрабатывать и адаптировать прикладное программное обеспечение	Знать: знать состав библиотеки CUDA для неграфических вычислений Уметь: Работать с новыми информационными технологиями в системе социальной защиты и информирования населения РФ, работа с БД. Владеть: навыками проектирования распределённых приложений и проведения анализа их производительности.
ПК -3 способность проектировать ИС по видам обеспечения	Знать: Компьютерную этику и компьютерное право, основные направления информатизации социальной сферы, законодательную базу РФ в сфере информатизации. Уметь: Работать с новыми информационными технологиями в системе социальной защиты и информирования населения РФ, работа с БД. Владеть: методологическим и методическим инструментариями необходимо сегодня, в конечном счете, для успешного анализа современного информационного пространства. Знаниями основных понятий, утверждений, а так же методами исследования.
ПК-7 способность настраивать, эксплуатировать и сопровождать информационные системы и сервисы	Знать: архитектуру высокопроизводительных процессоров, принципы параллелизма, стандарт OpenMP Уметь: Работать с новыми информационными технологиями в системе социальной защиты и информирования населения РФ, работа с БД. Владеть: методологическим и методическим инструментариями необходимо сегодня, в конечном счете, для успешного анализа современного информационного пространства. Знаниями основных понятий, утверждений, а так же методами исследования.

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 3

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


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

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		7
1	2	6
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	54	54
Аудиторные занятия:	36	36
лекции	18	18
Семинары и практические занятия	-	-
лабораторные работы, практикумы	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др.(не менее 2 видов)	Устный опрос. Тестирование	Устный опрос. Тестирование
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Всего часов по дисциплине	108	108

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.	2	2				1	Устный опрос
Тема 1.2.	6	2		2		3	Тестирование
Тема 1.3.	6	2		2	2	3	Устный опрос

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

Раздел 2. Программная модель CUDA							
Тема 2.1.	8	2		2		4	Устный опрос
Тема 2.2.	6	2		2	2	3	Устный опрос
Раздел 3. Высокоуровневые технологии разработки							
Тема 3.1.	2	2				1	Тестирование
Тема 3.2.	2	2				1	Тестирование
Тема 3.3.	2	2			2	1	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 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.

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

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	№	
ПК-1	1	Эволюция GPU. Современный графический конвейер.
ПК-3	2	Архитектура графического ускорителя nVidia. Шейдер. Шейдерный процессор. Управление потоком инструкций и данных.
ПК-3, ПК-7	3	Виды памяти GPU. Константная, глобальная, текстурная, разделяемая память. Расположение на графическом чипе, кеширование, ограничения доступа.
ПК-3, ПК-7	4	Программная модель CUDA. Расширение языка C/C++. Встроенные типы данных, дополнительные языковые конструкции.
ПК-3, ПК-7	5	Программная модель CUDA. Расширение языка C/C++. CUDA-библиотека времени исполнения. Атомарные операции.
ПК-3, ПК-7	6	Предназначение и структура библиотек CUBLAS, CUSPARSE, CURAND.
ПК-3, ПК-7	7	Библиотека Thrust. Идеология. Детали реализации вычислительных алгоритмов с использованием Thrust.

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

		Функтор, итератор, zip-итератор.
ПК-3, ПК-2	8	Опишите структуру графического процессора G80.
ПК-3, ПК-7	9	Каковы основные вычислительные возможности нитевых ядер?
ПК-3, 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. Подготовка к сдаче зачета	4	устный опрос
Раздел 2. Программная модель CUDA	Проработка учебного материала Подготовка к сдаче зачета	6	Устный опрос, контрольная работа
Раздел 3. Высокоуровневые технологии разработки	Проработка учебного материала Подготовка к сдаче зачета	20	Устный опрос, контрольная работа

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

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

Основная литература:

1. Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие / К. Е. Афанасьев, С. Ю. Завозкин, С. Н. Трофимов, А. Ю. Власенко. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Том 1 : Высокопроизводительные вычислительные системы — 2011. — 228 с. — ISBN 978-5-8353-1098-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/30123>
2. Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие / К. Е. Афанасьев, С. В. Стуколов, В. В. Малышенко, С. Н. Карабцев. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Том II : Технологии параллельного программирования — 2012. — 412 с. — ISBN 978-5-8353-1246-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/44309>
3. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий openmp, cuda, opencl, mpi : учебное пособие для вузов / А. А. Малявко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 135 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14116-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/467800>

Дополнительная литература:

1. Параллельные вычислительные системы : учебное пособие / Н. Ю. Сиротина, О. В. Непомнящий, К. В. Коршун, В. С. Васильев. — Красноярск : СФУ, 2019. — 178 с. — ISBN 978-5-7638-4180-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157580>
2. Кубенский, А. А. Функциональное программирование : учебник и практикум для вузов / А. А. Кубенский. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 348 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9242-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469863>

Учебно-методическая:

Филаткина Е. В. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Высокопроизводительные вычисления» для направлений подготовки 02.03.03 - «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», 09.03.03 - «Прикладная информатика» / Е. В. Филаткина; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 308 КБ). - Текст : электронный. - <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/8401>

Согласовано:

ДИРЕКТОР НБ / БУРХАНОВА М. М. / 2021 / 2021
Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись дата


б) Программное обеспечение

MS Office

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . - Электрон. дан. - Саратов , [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.

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

1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

1.3. **Консультант студента** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.

1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

1.5. **Znanium.com** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://znanium.com>.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система / Компания «Консультант Плюс». – Электрон. дан. – Москва : КонсультантПлюс, [2019].

3. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс] : электронные журналы / ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.

4. **Национальная электронная библиотека** [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.

5. **Электронная библиотека диссертаций РГБ** [Электронный ресурс]: электронная библиотека / ФГБУ РГБ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Информационная система Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Режим доступа: <http://window.edu.ru>

6.2. Федеральный портал Российское образование. Режим доступа: <http://www.edu.ru>

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа : <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>

Согласовано:

зам. нач. УИТ
_____ / _____
должность сотрудника УИТ

Киселева НВ
_____ / _____
ФИО

[Подпись]
_____ / _____
подпись

_____ / _____
дата


12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для лабораторного практикума и самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

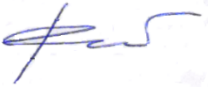
В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

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

– 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.

Разработчик  _____ доцент _____ Филаткина Е.В.
подпись _____ должность _____ ФИО _____