


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	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 2021 г.

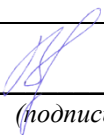
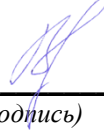
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.


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> / (подпись) (Ф.И.О.)	/  / <u>Волков М.А.</u> / (подпись) (Ф.И.О.)
«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:

«Распределённые 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 7 семестре на 4 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	<b>Знать:</b> знать состав библиотеки CUDA для неграфических вычислений <b>Уметь:</b> Работать с новыми информационными технологиями в системе социальной защиты и информирования населения РФ, работа с БД. <b>Владеть:</b> навыками проектирования распределённых приложений и проведения анализа их производительности.
ПК -3 способность проектировать ИС по видам обеспечения	<b>Знать:</b> Компьютерную этику и компьютерное право, основные направления информатизации социальной сферы, законодательную базу РФ в сфере информатизации. <b>Уметь:</b> Работать с новыми информационными технологиями в системе социальной защиты и информирования населения РФ, работа с БД. <b>Владеть:</b> 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	<b>Знать:</b> архитектуру высокопроизводительных процессоров, принципы параллелизма, стандарт OpenMP <b>Уметь:</b> Работать с новыми информационными технологиями в системе социальной защиты и информирования населения РФ, работа с БД. <b>Владеть:</b> 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) 5

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
Контактная работа обучающихся с преподавателем	72	72
Аудиторные занятия:	72	72
Лекции	36	36
практические и семинарские занятия	-	-
лабораторные работы (лабораторный практикум)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Текущий контроль (количество и вид: конт. работа, коллоквиум, реферат)	Тестирование, защита лабораторных работ	Тестирование, защита лабораторных работ
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен (36)	экзамен (36)
Всего часов по дисциплине	180	180

#### 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
<b>Раздел 1 Эволюция графических ускорителей</b>							
Тема 1.1.	10	6				4	Устный опрос
Тема 1.2.	11	6		2		3	Тестирование
Тема 1.3.	9	4		2	2	3	Устный опрос

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

<b>Раздел 2. Программная модель CUDA</b>							
Тема 2.1.	10	4		2		4	Устный опрос
Тема 2.2.	9	4		2	2	3	Устный опрос
<b>Раздел 3. Высокоуровневые технологии разработки</b>							
Тема 3.1.	10	4				6	Тестирование
Тема 3.2.	10	4				6	Тестирование
Тема 3.3.	10	4			2	6	Устный опрос
Экзамен	36						
Итого	180	36		36	18	72	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (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

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

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.

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

**Лабораторная работа 3:** Классификация Флинна. Место GPU в классификации 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

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

		вычислительных алгоритмов с использованием Thrust. 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



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

## а) Список рекомендуемой литературы

### Основная литература:

1. 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>
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. Параллельные вычислительные системы : учебное пособие / Н. Ю. Сиротинина, 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>
4. 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 литература

### Учебно-методическая:

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. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - 10 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/11060>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/11060>

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

Согласовано:

ДИРЕКТОР НБ / БУРХАНОВА М.М. / 10.06.2019  
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>.

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 / Киселева Н.В. / 10.06.2019  
должность сотрудника УИТ ФИО подпись дата

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, для выполнения лабораторных работ и

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

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:

– 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



подпись

доцент

должность

Филаткина Е.В.

ФИО