

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
филиал ФГБОУ ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

Кафедра «Экономики и управления на предприятии природопользования»

Рабочая программа дисциплины

**РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**09.03.03 «Прикладная информатика»**

Направленность (профиль):

**Прикладные информационные системы и технологии**

Уровень:

**Бакалавриат**

Форма обучения

**Очная/заочная**

**Год набора 2021**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная информатика»

  
\_\_\_\_\_ **Майборода Е.В.**

Утверждаю  
Директор филиала ФГБОУ  
ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

  
\_\_\_\_\_ **Олейников С.А.**

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
14 июня 2023 г., протокол № 9

Руководитель кафедры \_\_\_\_\_ **Майборода Е.В.**

Авторы-разработчики:

  
\_\_\_\_\_ **Сафонова Т.В.**

Туапсе 2023

Рассмотрена и рекомендована к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год без изменений\*

**Протокол заседания кафедры №9 от 14 июня 2023 г**

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год с изменениями (см. лист изменений)\*\*

**Протокол заседания кафедры \_\_\_\_\_ от \_\_.\_\_.20\_\_ №\_\_**

\*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

\*\* Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены изменения

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины** – изучение методов и технологии параллельных вычислений и применение их для решения задач анализа данных и математического моделирования.

#### Основные задачи дисциплины:

- Изучить архитектуры параллельных вычислительных систем.
- Познакомить с концепцией параллельного программирования.
- Освоить технологии многопоточного программирования.
- Освоить технологии программирования GPU.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Распределенные вычисления и приложения» относится к дисциплинам по выбору основной профессиональной образовательной программы.

Изучение дисциплины требует входных компетенций, знаний, умений и навыков, предусмотренных следующими курсами:

- Информатика и программирование
- Операционные и телекоммуникационные системы
- Информационные системы и технологии
- Обработка, анализ и хранение данных
- Проектирование баз данных

Параллельно с дисциплиной идёт изучение дисциплин:

- Основы процессов внедрения информационных систем
- Программная инженерия
- Разработка интерфейсов
- Геоинформационное управление рисками
- Проектирование информационных систем
- Геоинформационные системы

Дисциплина является базовой для написания выпускной квалификационной работы.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции ПК-11

Таблица 1

#### Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-11. Способен проектировать программное обеспечение	ПК-11.1. Использует существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения ПК-11.2. Применяет методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов ПК-11.3. Использует принципы и виды построения архитектуры программного обеспечения	Знать: стандарты распределенных информационных систем; архитектуру современных информационных вычислительных систем; теорию документирования информационных систем основы создания параллельных алгоритмов рынок программно-технических средств Уметь: использовать нормативно-правовые

		<p>документы, международные и отечественные стандарты в области информационных систем и технологий</p> <p>использовать параллельные алгоритмы при проектировании информационных систем</p> <p>документировать процессы</p> <p>применять параллельные алгоритмы при построении проектных решений</p> <p>анализировать рынок информационных продуктов с параллельной обработкой данных</p> <p>Владеть: навыками формирования требований к информационной системе</p> <p>способностью моделировать и проектировать структуры данных и знаний, прикладные и информационные процессы</p> <p>навыками создания моделей информационных систем</p> <p>технологией многопоточного программирования</p> <p>способами анализа рынка информационных продуктов в области параллельного программирования;</p>
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 8 зачетные единицы, 288 академических часа.

Таблица 2

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	Всего часов
	очная форма обучения	заочная форма обучения
<b>Объем дисциплины</b>	<b>288</b>	<b>288</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>112</b>	<b>20</b>
в том числе:	-	-
лекции	<b>56</b>	<b>8</b>
занятия семинарского типа:		
практические занятия	<b>56</b>	<b>12</b>
<b>Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:</b>	<b>176</b>	<b>268</b>
в том числе:	-	-

курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет, Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>

#### 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1.	Введение в основы параллелизма	7	4	6	28	Конспект Реферат (презентация)	ПК-11	ПК-11.2.
2.	Многопоточное программирование	7	12	10	30	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа	ПК-11	ПК-11.1.
3.	Параллельное программирование на основе технологии OpenMP	7	12	12	30	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа	ПК-11	ПК-11.1.
4.	Параллельное программирование на основе технологии MPI	8	8	8	28	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа	ПК-11	ПК-11.2.
5.	Программирование для GPU	8	10	10	30	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа	ПК-11	ПК-11.2.
6.	Тенденции развития современных инфраструктурных решений	8	10	10	30	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа Итоговый тест	ПК-11	ПК-11.3.
<b>ИТОГО</b>		-	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>176</b>	-	-	-

Таблица 3.1

## Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Введение в основы параллелизма	4	1	2	44	Конспект Реферат (презентация)	ПК-11	ПК-11.2.
2	Многопоточное программирование	4	1	2	44	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа	ПК-11	ПК-11.1.
3	Параллельное программирование на основе технологии OpenMP	4	2	2	45	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа	ПК-11	ПК-11.1.
4	Параллельное программирование на основе технологии MPI	4	1	2	45	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа	ПК-11	ПК-11.2.
5	Программирование для GPU	4	1	2	45	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа	ПК-11	ПК-11.2.
6	Тенденции развития современных инфраструктурных решений	4	2	2	45	Конспект Реферат (презентация) Практическая работа Итоговый тест	ПК-11	ПК-11.3.
<b>ИТОГО</b>		-	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>268</b>	-	-	-

**4.3. Содержание разделов дисциплины****Введение в основы параллелизма**

Основные принципы и особенности распределенных систем. Технологии распределенных приложений. Классификация и история развития распределенных вычислительных систем. Требования к средствам и методам распределенных вычислений.

Математические основы параллельных вычислений. Архитектура современных параллельных вычислительных систем. Аспекты параллелизма в операционных системах. Понятия последовательного и параллельного алгоритма, последовательной и параллельной программы. Закон Амдала.

**Многопоточное программирование**

Базовые распределенные алгоритмы. Алгоритмы распространения информации. Проверка связности графа. Алгоритм вычисления кратчайших расстояний.

Распределенные алгоритмы на графах. Алгоритмы вычисления минимального остовного дерева. Алгоритм поиска максимального потока в сети.

Процессы и потоки в операционной системе. Многопоточное программирование. Недетерминированность параллельных программ. Гонки данных. Блокировки. Взаимоблокировки. Методы борьбы с взаимоблокировками.

Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью. Модель конвейерной системы. Представление алгоритма в виде графа потока данных. Расписание параллельных вычислений. Показатель временной сложности алгоритма. Основные понятия теории сетей Петри. Использование сетей Петри для описания параллельных вычислений. Понятие процесса. Синхронизация параллельных процессов. Аппарат событий. Пример реализации в операционной системе. Многозадачный режим работы ЭВМ как частный случай параллельной обработки.

### **Параллельное программирование на основе технологии OpenMP**

OpenMP как стандарт параллельного программирования для систем с общей памятью. Принципы организации параллелизма. Составные части OpenMP. Директивы компилятора, функции run-time библиотеки. Основные директивы OpenMP. Формат записи. Области видимости. Типы директив. Распределение вычислений между потоками. Управление областью видимости данных. Синхронизация как задача параллельного программирования. Средства синхронизации в OpenMP. Библиотека функций OpenMP. Особенности использования общей памяти. Понятие потока. Директивы OpenMP. Распределение работы между потоками. Синхронизация потоков. Функции и переменные окружения. Сравнительная характеристика подходов параллельного программирования для систем с распределенной и общей памятью.

### **Параллельное программирование на основе технологии MPI**

MPI как стандарт параллельного программирования для систем с распределенной памятью. История развития MPI (в виде стандарта и в виде практических реализаций). Структура программы на MPI, принципы организации параллелизма. Настройка средств разработки, способы запуска. Состав MPI. Поддержка модели взаимодействия параллельных вычислителей при помощи передачи сообщений. Основные программные примитивы системы MPI. Пример использования. Организация вычислений на многопроцессорной системе. Использование технологии кросс эмуляции при разработке параллельных программ.

### **Программирование для GPU**

Архитектура ускорителей вычислений GPU. Сравнение GPU и CPU. Технологии программирования для GPU CUDA и OpenACC

### **Тенденции развития современных инфраструктурных решений**

Обзор современных методов и средств организации распределенных вычислений. Грид-системы. Задача построения Грид-систем. История развития Грид-систем. Обзор инструментария Globus Toolkit для построения Грид-систем.

Облачные вычисления. Понятие облачных вычислений. Область применения облачных технологий. Обзор средств организации облачных вычислений

Распределенные системы высокой пропускной способности. Высокпроизводительные вычислительные распределенные системы. Распределенные системы хранения данных. Живучесть распределенных систем.

#### 4.4. Содержание практических работ

Таблица 4

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов
1	Архитектура параллельных вычислительных систем	6
2	Разработка многопоточных программ	10
3	Разработка параллельных программ на OpenMP	12
4	Разработка параллельных программ на MPI	8
5	Разработка параллельных программ на GPU	10
6	Создание приватного облачного хранилища при помощи OWNCLOUD	10

Таблица 4.1

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов
1	Архитектура параллельных вычислительных систем	2
2	Разработка многопоточных программ	2
3	Разработка параллельных программ на OpenMP	2
4	Разработка параллельных программ на MPI	2
5	Разработка параллельных программ на GPU	2
6	Создание приватного облачного хранилища при помощи OWNCLOUD	2

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические материалы по дисциплине представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Распределенные вычисления и приложения».

#### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля -60;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30
- максимальное количество дополнительных баллов - 15

##### 6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине

##### 6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет, экзамен.**

Форма проведения зачета: *устно по вопросам*

**ПК-11**

**Перечень вопросов для подготовки к зачету:**



- 1) Математические основы параллельных вычислений.
- 2) Архитектура современных параллельных вычислительных систем.
- 3) Аспекты параллелизма в операционных системах.
- 4) Понятия последовательного и параллельного алгоритма, последовательной и параллельной программы.
- 5) Закон Амдаля.
- 6) Процессы и потоки в операционной системе.
- 7) Многопоточное программирование.
- 8) Недетерминированность параллельных программ.
- 9) Гонки данных.
- 10) Блокировки. Взаимоблокировки.
- 11) Методы борьбы с взаимоблокировками.
- 12) OpenMP как стандарт параллельного программирования для систем с общей памятью. Принципы организации параллелизма.
- 13) Составные части OpenMP. Директивы компилятора, функции run-time библиотеки.
- 14) Основные директивы OpenMP. Формат записи. Области видимости. Типы директив.
- 15) Распределение вычислений между потоками.
- 16) Управление областью видимости данных.
- 17) Синхронизация как задача параллельного программирования. Средства синхронизации в OpenMP.
- 18) Библиотека функций OpenMP.

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

ПК-11

- 1) Основные принципы и особенности распределенных систем.
- 2) Требования к средствам и методам распределенных вычислений.
- 3) Понятия последовательного и параллельного алгоритма, последовательной и параллельной программы.
- 4) Базовые распределенные алгоритмы.
- 5) Алгоритмы распространения информации.
- 6) Многопоточное программирование.
- 7) Недетерминированность параллельных программ.
- 8) Блокировки. Взаимоблокировки. Методы борьбы с взаимоблокировками.
- 9) Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью.
- 10) Стандарт параллельного программирования для систем с общей памятью OpenMP
- 11) Синхронизация параллельных процессов.
- 12) Принципы организации параллелизма.
- 13) Распределение вычислений между потоками.
- 14) Синхронизация как задача параллельного программирования.
- 15) Средства синхронизации в OpenMP.
- 16) Понятие потока. Распределение работы между потоками.
- 17) Стандарт параллельного программирования для систем с распределенной памятью MPI.
- 18) Структура программы на MPI, принципы организации параллелизма.
- 19) Настройка средств разработки, способы запуска. Состав MPI.
- 20) Архитектура ускорителей вычислений GPU.
- 21) Сравнение GPU и CPU.
- 22) Технологии программирования для GPU CUDA и OpenACC
- 23) Задача построения Грид-систем.
- 24) Облачные вычисления.

- 25) Область применения облачных технологий.
- 26) Обзор средств организации облачных вычислений
- 27) Распределенные системы высокой пропускной способности.
- 28) Высокопроизводительные вычислительные распределенные системы.
- 29) Распределенные системы хранения данных.
- 30) Живучесть распределенных систем.

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5

Распределение баллов по видам учебной работы

<b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b>	<b>Баллы</b>
Посещение лекционных занятий	0-10
Конспект	0-5
Реферат (презентация)	0-10
Тестирование	0-10
Выполнение практических работ	0-35
Промежуточная аттестация	0-30
<b>ИТОГО</b>	<b>0-100</b>

Таблица 6

Распределение дополнительных баллов

<b>Дополнительные баллы</b> (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	<b>Баллы</b>
Участие в НИРС	0-13
Активность на учебных занятиях	0-2
<b>ИТОГО</b>	<b>0-15</b>

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 7

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

<b>Оценка</b>	<b>Баллы</b>
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

Таблица 8

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

<b>Оценка</b>	<b>Баллы</b>
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

### 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Распределенные вычисления и приложения»

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### **Основная литература**

1. Бабичев, С. Л. Распределенные системы : учебное пособие для вузов / С. Л. Бабичев, К. А. Коньков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 507 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11380-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/457005>
2. 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 // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/467800>

#### **Дополнительная литература**

1. Архитектура информационных систем [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. В. Рыбальченко ; Юж. федер. ун-т. - Москва : Юрайт, 2018. - 89, [2] с. - (Университеты России). - Библиогр.: с. 89. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/1E3097D3-2594-4FFA-A033-3A7FF7C31065/arhitektura-informacionnyh-sistem#page/1>
2. Колбина О.Н., Сковородников А.П., Слесарева Л.С. Информационные системы: Учебное пособие. СПб.: ООО «Андреевский издательский дом», 2015 г. - 195 стр. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_c74f4cf8dcb44fe7a9c2081c41936959.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_c74f4cf8dcb44fe7a9c2081c41936959.pdf)

### **8.2. Перечень программного обеспечения**

1. Операционная система Windows XP, Microsoft Office 2007
2. Программы электронных таблиц Excel
3. Текстовый редактор Word
4. Программа для создания презентаций Power Point
5. Программа распознавания текста FineReader

### **8.3. Перечень информационных справочных систем**

1. Консультант Плюс.

### **8.4. Электронные библиотечные ресурсы:**

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн- <http://elib.rshu.ru/>
2. Информация электронной библиотечной системы <http://znanium.com/>
3. Электронный каталог библиотеки РГГМУ [http://lib.rshu.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108](http://lib.rshu.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108)
4. Издательство ЮРАИТ <https://biblio-online.ru/>

### **8.5. Перечень профессиональных баз данных**

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Федеральная государственная информационная система Национальная электронная библиотека (НЭБ). <https://rusneb.ru/>
3. Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных Scopus компании Elsevier <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>
4. Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных Web of Science компании Clarivate Analytics [http://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=F4DWwm8nvkgneH3Gu7t&preferencesSaved=](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=F4DWwm8nvkgneH3Gu7t&preferencesSaved=)

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов лекционных, практических занятий и самостоятельной работы бакалавров.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, доступом к электронно-библиотечным системам.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа - укомплектована специализированной мебелью (ученические столы, стулья, компьютерные столы), компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), доской меловой, мультимедиа проектором, аудиоколонками, учебно-наглядными пособиями, программным обеспечением.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций – укомплектована специализированной мебелью (ученические столы, стулья), доской меловой, компьютером с доступом в сеть Интернет, мультимедиа проектором, аудиоколонками, учебно-наглядными пособиями.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной мебелью (ученические столы, стулья), доской меловой, компьютером с доступом в сеть Интернет, мультимедиа проектором, аудиоколонками, учебно-наглядными пособиями.

Помещение для самостоятельной работы укомплектовано специализированной мебелью (ученические столы, стулья, компьютерные столы), компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), доской меловой, мультимедиа проектором, аудиоколонками, учебно-наглядными пособиями, программным обеспечением.

## **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

## **11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий