

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Корячко

Параллельное программирование рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электронных вычислительных машин**

Учебный план 02.03.03_23_00.plx
02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	32	32	32	32
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	64,25	64,25	64,25	64,25
Контактная работа	64,25	64,25	64,25	64,25
Сам. работа	35	35	35	35
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Елесина Светлана Ивановна

Рабочая программа дисциплины

Параллельное программирование

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 809)

составлена на основании учебного плана:

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных вычислительных машин

Протокол от 13.06.2023 г. № 11

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Костров Борис Васильевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Цель дисциплины: формирование у студентов теоретических знаний и навыков разработки и отладки параллельных программ для различных современных архитектур.
1.2	Задачами данного курса являются:
1.3	- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области параллельного программирования;
1.4	- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области параллельного программирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Основы алгоритмизации и объектно-ориентированное программирование
2.1.2	Архитектура ЭВМ и вычислительных систем
2.1.3	Сети и телекоммуникации
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Инструментальные средства разработки программного обеспечения
2.2.2	Машинное обучение
2.2.3	Проектирование моделей данных
2.2.4	Производственная практика
2.2.5	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.2.6	Прикладные информационные системы
2.2.7	Промышленная разработка программного обеспечения
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.9	Преддипломная практика
2.2.10	Программирование Web-приложений
2.2.11	Программирование распределенных систем
2.2.12	Производственная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1: Способен проектировать программное обеспечение с использованием современных инструментальных средств	
ПК-1.1. Проектирует и разрабатывает программное обеспечение	
Знать современное состояние программного обеспечения параллельных вычислительных систем; основные понятия и методы параллельного программирования; современные технологии параллельного программирования.	
Уметь правильно выбирать структуры данных и алгоритмы для решения поставленной задачи с использованием программных ресурсов конкретной параллельной вычислительной системы.	
Владеть современными технологиями параллельного программирования; владеть общей методикой разработки параллельных программ, способами оценки эффективности параллельных алгоритмов и максимально достижимого параллелизма на целевой вычислительной архитектуре.	
ПК-1.2. Применяет современные инструментальные средства при разработке программного обеспечения	

Знать

современные инструментальные средства проектирования и разработки программного обеспечения на основе парадигмы параллельного программирования.

Уметь

преобразовывать готовые последовательные программы в их параллельные аналоги; разрабатывать многопоточные программы в интегрированной среде разработки программного обеспечения Visual Studio (Visual C++) для систем с общей памятью OpenMP, систем с интерфейсом передачи сообщений MPI и разрабатывать программы для гетерогенных вычислительных систем с использованием технологий CUDA (OpenCL).

Владеть

средствами и библиотеками программирования для вычислений с общей памятью OpenMP; для кластерных вычислений с интерфейсом передачи сообщений MPI; для вычислений на графическом процессоре CUDA; инструментами разработки и отладки параллельных программ; работы с базовым набором средств разработки параллельных программ для вычислительных систем, построенных как на базе стандартной вычислительной архитектуры (x86), так и с применением графических процессоров (NVidia).

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	современные понятия, методы и технологии параллельного программирования; современные инструментальные средства проектирования и разработки программного обеспечения на основе парадигмы параллельного программирования.
3.2	Уметь:
3.2.1	правильно выбирать структуры данных и алгоритмы для решения поставленной задачи с использованием программных ресурсов конкретной параллельной вычислительной системы; преобразовывать готовые последовательные программы в их параллельные аналоги; разрабатывать многопоточные программы.
3.3	Владеть:
3.3.1	современными технологиями параллельного программирования; владеть общей методикой разработки параллельных программ, способами оценки эффективности параллельных алгоритмов и программ.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Общая характеристика параллельных вычислительных систем					
1.1	Общая характеристика параллельных вычислительных систем /Тема/	5	0			Беседа по материалу
1.2	Общая характеристика параллельных вычислительных систем /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.7	Беседа по материалу лекции
1.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.7	Беседа по материалу для самостоятельной работы
	Раздел 2. Параллельные вычисления					
2.1	Параллельные вычисления /Тема/	5	0			Беседа по материалу
2.2	Параллельные вычисления /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.7	Беседа по материалу лекции
2.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.7	Беседа по материалу для самостоятельной работы
	Раздел 3. Технология параллельного программирования OpenMP					
3.1	Технология параллельного программирования OpenMP /Тема/	5	0			Беседа по материалу, сдача практического задания и лабораторной работы

3.2	Технология параллельного программирования OpenMP /Лек/	5	4	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.9 Л1.8 Э1	Беседа по материалу лекции
3.3	Модель вычислений и классы переменных /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л3.2 Э1	Сдача и защита практического задания
3.4	Параллельные и последовательные области /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.8Л3.2 Э1	Сдача и защита практического задания
3.5	Конструкции распределения работы /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.8Л3.2 Э1	Сдача и защита практического задания
3.6	Синхронизация потоков /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.8Л3.2 Э1	Сдача и защита практического задания
3.7	Решение типовых задач /Пр/	5	4	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л3.2	Сдача и защита практического задания
3.8	Параллельные методы сортировки массивов /Лаб/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.9	Сдача и защита лабораторной работы
3.9	Параллельные методы матричного умножения /Лаб/	5	4	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.9	Сдача и защита лабораторной работы
3.10	Исследование параллельного алгоритма решения системы линейных уравнений /Лаб/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В		Сдача и защита лабораторной работы
3.11	Задачи оптимизации /Лаб/	5	4	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.6	Сдача и защита лабораторной работы
3.12	Изучение конспекта лекций Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам /Ср/	5	12	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.9 Л1.8 Э1	Беседа по материалу для самостоятельной работы
	Раздел 4. Технология параллельного программирования для графических процессоров CUDA					
4.1	Технология параллельного программирования для графических процессоров CUDA /Тема/	5	0			Беседа по материалу, сдача практического задания и лабораторной работы
4.2	Технология параллельного программирования для графических процессоров CUDA /Лек/	5	4	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	Беседа по материалу лекции
4.3	Работа с глобальной памятью. Способы распараллеливания программ в CUDA. Отладчик CUDA-кода в Visual Studio /Пр/	5	4	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У	Л1.2Л3.1	Сдача и защита практического задания

4.4	Работа с разделяемой памятью /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.2Л3.1	Сдача и защита практического задания
4.5	Атомарные операции. Вычисление гистограммы на CPU. /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.2Л3.1	Сдача и защита практического задания
4.6	Параллельная редукция /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В		Сдача и защита практического задания
4.7	Работа с CUDA-потоками и pinned- памятью /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В		Сдача и защита практического задания
4.8	Работа с текстурной памятью /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В		Сдача и защита практического задания
4.9	Работа с текстурной памятью /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В		Сдача и защита практического задания
4.10	Параллельные методы матричного умножения /Лаб/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.2Л1.9	Сдача и защита лабораторной работы
4.11	Задачи оптимизации /Лаб/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.6	Сдача и защита лабораторной работы
4.12	Изучение конспекта лекций Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам /Ср/	5	11	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.2 Л1.3 Л1.9Л3.1	Беседа по материалу для самостоятельной работы
	Раздел 5. Технология параллельного программирования MPI					
5.1	Технология параллельного программирования MPI /Тема/	5	0			Беседа по материалу, сдача практического задания
5.2	Технология параллельного программирования MPI /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.4 Л1.9 Э2	Беседа по материалу лекции
5.3	Передача и прием сообщений с блокировкой и без блокировки /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.4 Л1.9Л3.3 Э2	Сдача и защита практического задания
5.4	Понятие тупиковых ситуаций. Неблокирующие операции обмена сообщениями. Коллективные операции /Пр/	5	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.4 Л1.9Л3.3 Э2	Сдача и защита практического задания
5.5	Изучение конспекта лекций Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам /Ср/	5	6	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.4 Л1.9 Э2	Беседа по материалу для самостоятельной работы
	Раздел 6. Перспективные направления в параллельном программировании					

6.1	Перспективные направления в параллельном программировании /Тема/	5	0			Беседа по материалу
6.2	Перспективные направления в параллельном программировании /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Л1.4 Л1.5	Беседа по материалу лекции
6.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В		Беседа по материалу для самостоятельной работы
	Раздел 7. Промежуточная аттестация					
7.1	Промежуточная аттестация /Тема/	5	0			Беседа по материалу, сдача зачета
7.2	Иная контактная работа /ИКР/	5	0,25			Беседа по материалу
7.3	Зачет /Зачёт/	5	8,75	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В		Письменный ответ на вопросы

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине "Параллельное программирование"»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Боресков А. В., Харламов А. А., Марковский Н. Д., Микушин Д. Н., Мортиков Е. В., Мыльцев А. А., Сахарных Н. А., Фролов В. А.	Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : учебное пособие	Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015, 336 с.	978-5-19-011058-6, http://www.iprbookshop.ru/54647.html
Л1.2	Николаев Е. И.	Параллельные вычисления : учебное пособие	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016, 185 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/66086.html
Л1.3	Некрасов К. А., Поташников С. И., Боярченков А. С., Купряжкин А. Я.	Параллельные вычисления общего назначения на графических процессорах : учебное пособие	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016, 104 с.	978-5-7996-1722-6, http://www.iprbookshop.ru/69657.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.4	Гергель В. П., Воеводин В. В., Сысоев А. В., Баркалов К. А., Линев А. В., Кудин А. В., Кустикова В. Д., Козинов Е. А., Сиднев А. А., Мееров И. Б.	Intel Parallel Programming Professional (Introduction) : учебное пособие	Москва, Саратов: Интернет- Университет Информационн ых Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020, 567 с.	978-5-4497- 0297-5, http://www.iprbookshop.ru/89408.html
Л1.5	Калачев А. В.	Многоядерные процессоры : учебное пособие	Москва: Интернет- Университет Информационн ых Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020, 351 с.	978-5-4497- 0550-1, http://www.iprbookshop.ru/94853.html
Л1.6	Елесина С.И., Логинов А.А., Никифоров М.Б.	Математическое и алгоритмическое обеспечение методов глобальной оптимизации при совмещении изображений : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2014,	, https://elibrsru.ru/ebs/download/2214
Л1.7	Цилькер Б.Я., Орлов С.А.	Организация ЭВМ и систем : Учеб.для вузов	СПб.:Питер, 2006, 667с.	5-94723-759- 8, 1
Л1.8	Левин, М. П.	Параллельное программирование с использованием OpenMP : учебное пособие	Москва: Интернет- Университет Информационн ых Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020, 133 с.	978-5-4497- 0685-0, http://www.iprbookshop.ru/97572.html
Л1.9	Гергель В. П.	Теория и практика параллельных вычислений : учебное пособие	Москва, Саратов: Интернет- Университет Информационн ых Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020, 500 с.	978-5-4497- 0389-7, http://www.iprbookshop.ru/89478.html
6.1.3. Методические разработки				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Елесина С.И.	Основы работы с технологией параллельных вычислений CUDA: учеб. пособие : Учебное пособие	Рязань: , 2020,	, https://elibrsru.ru/ebs/download/2793

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.2	Елесина С.И.	Технология параллельного программирования OpenMP: учеб. пособие : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2021,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2936
ЛЗ.3	Елесина С.И., Тарасова В.Ю., Геращенко Е.С.	Технология параллельного программирования MPI : метод. указ.	Рязань, 2021, 40с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Елесина С.И. Технология параллельного программирования OpenMP: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Елесина С.И. - Рязань: РИЦ РГРТУ, 2021, - https://elib.rsreu.ru/ebs
Э2	Елесина С.И., Тарасова В.Ю., Геращенко Е.С. Технология параллельного программирования MPI: Методические указания [Электронный ресурс] / Елесина С.И., Тарасова В.Ю., Геращенко Е.С. - Рязань: РИЦ РГРТУ, 2021, - https://elib.rsreu.ru/ebs

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Visual studio community	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.2	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	122 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 10 компьютеров (CPU AMD Phenom II X4 955, 4 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 56 мест, мультимедиа проектор, интерактивная доска, компьютер, специализированная мебель, доска
---	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Параллельное программирование").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Костров Борис
Васильевич, Заведующий кафедрой ЭВМ

21.08.23 15:31 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Костров Борис
Васильевич, Заведующий кафедрой ЭВМ

21.08.23 15:31 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе

22.08.23 10:12 (MSK)

Простая подпись