

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

Вычислительные системы
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Электронных вычислительных машин
Учебный план	09.04.01_23_00.plx 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Квалификация	магистр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	24	24	24	24
Практические	32	32	32	32
Иная контактная работа	0,65	0,65	0,65	0,65
Консультирован ие перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	58,65	58,65	58,65	58,65
Контактная работа	58,65	58,65	58,65	58,65
Сам. работа	61,3	61,3	61,3	61,3
Часы на контроль	44,35	44,35	44,35	44,35
Письменная работа на курсе	15,7	15,7	15,7	15,7
Итого	180	180	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

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

Рабочая программа дисциплины

Вычислительные системы

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 918)

составлена на основании учебного плана:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

утвержденного учёным советом вуза от 27.01.2023 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных вычислительных машин

Протокол от 13.06.2023 г. № 11

Срок действия программы: 2023-2025 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	Целью дисциплины «Вычислительные системы» является изучение современных высокопроизводительных вычислительных систем и их компонентов, а также получение знаний и навыков в использовании этих систем.
1.2	Основными задачами дисциплины являются:
1.3	- познакомить обучающихся с современными вычислительными системами, их архитектурами, компонентами и классами решаемых ими задач;
1.4	- дать представление об основных структурных, функциональных и алгоритмических решениях направленных на повышение производительности вычислений;
1.5	- дать начальное представление о программировании таких систем;
1.6	- дать возможность на примере программирования многопроцессорных систем с общей памятью и графических процессоров, получить практический опыт эксплуатации вычислительных систем повышенной производительности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	знать: архитектуру современных компьютеров; архитектурные особенности современных процессоров; принципы организации и функционирования памяти компьютера; основы сетевых технологий; основы организации операционных систем; методы проектирования программных средств;
2.1.2	уметь: проектировать базовые программные компоненты;
2.1.3	владеть: базовыми навыками программирования на языке C/C++.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Интеллектуальные системы и мягкие вычисления
2.2.2	Разработка САПР
2.2.3	Программно-аппаратные средства высокоскоростной обработки данных
2.2.4	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-2: Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач;	
ОПК-2.1. Проектирует и разрабатывает оригинальные алгоритмы и программные средства для решения профессиональных задач	
Знать современное состояние аппаратного и программного обеспечения вычислительных систем; современные технологии программирования высокопроизводительных вычислительных систем Уметь современное состояние аппаратного и программного обеспечения вычислительных систем; современные технологии программирования высокопроизводительных вычислительных систем Владеть современными технологиями программирования многопроцессорных вычислительных систем; Владеть общей методикой разработки параллельных программ, способами оценки эффективности параллельных алгоритмов и максимально достижимого параллелизма на целевой вычислительной архитектуре	
ОПК-6: Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования;	
ОПК-6.1. Проектирует и разрабатывает компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации	

Знать
основные тенденции развития параллельных архитектур, факторы, влияющие на производительность, критерии выбора программно-аппаратной платформы для решения вычислительно-сложных задач заданного класса
Уметь
планировать, организовывать и проводить научные исследования в области параллельных и высокопроизводительных вычислительных систем; преобразовывать готовые последовательные программы в их параллельные аналоги; разрабатывать многопоточные программы для систем с общей памятью OpenMP; систем с интерфейсом передачи сообщений MPI; разрабатывать программы для гетерогенных вычислительных систем с использованием технологий CUDA и OpenCL
Владеть
средствами и библиотеками программирования для вычислений с общей памятью OpenMP; для вычислений с интерфейсом передачи сообщений MPI; 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	современное состояние аппаратного и программного обеспечения вычислительных систем; современные технологии программирования высокопроизводительных вычислительных систем; основные тенденции развития параллельных архитектур
3.2	Уметь:
3.2.1	правильно выбирать структуры данных и алгоритмы для решения поставленной задачи с использованием ресурсов конкретной вычислительной системы; преобразовывать готовые последовательные программы в их параллельные аналоги; разрабатывать многопоточные программы для систем с общей памятью с использованием технологии OpenMP ; систем с интерфейсом передачи сообщений с использованием технологии MPI; разрабатывать программы для гетерогенных вычислительных систем с использованием технологий CUDA и OpenCL
3.3	Владеть:
3.3.1	современными технологиями программирования многопроцессорных вычислительных систем; Владеть общей методикой разработки параллельных программ, способами оценки эффективности параллельных алгоритмов и максимально достижимого параллелизма на целевой вычислительной архитектуре; 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)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Тенденции развития современных вычислительных систем. Технология OpenMP					
1.1	Тенденции развития современных вычислительных систем. Технология OpenMP /Тема/	1	0			Устный опрос по теме
1.2	Тенденции развития современных вычислительных систем. Технология OpenMP. Эволюция и тенденции развития архитектур современных вычислительных систем: многопоточность и многоядерность. Технология OpenMP. Основные понятия. Классы переменных. Последовательные и параллельные области. Конструкции распределения работы. Синхронизация в OpenMP /Лек/	1	4	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.1 Л1.7Л2.5 Л2.6Л3.6	Устный опрос по теме лекции
1.3	Параллельные и последовательные области. Директивы parallel, single, master /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.1 Л1.7Л3.6	Сдача практического задания
1.4	Технология OpenMP. Введение. Основные понятия. Классы переменных OpenMP /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В	Л1.1 Л1.7Л3.6	Сдача практического задания

1.5	Синхронизация в OpenMP /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В	Л1.1 Л1.7Л3.6	Сдача практического задания
1.6	Конструкции распределения работы. Исследование опции schedule /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В	Л1.1 Л1.7Л3.6	Сдача практического задания
1.7	Изучение конспекта лекций /Ср/	1	4		Л1.7Л2.5Л3. 6	Письменный опрос
1.8	Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	4		Л1.7Л3.6	Устный опрос
	Раздел 2. Вычислительные системы. Основные понятия и классификация					
2.1	Вычислительные системы. Основные понятия и классификация /Тема/	1	0			Устный опрос по теме
2.2	Понятие системы. Вычислительные системы: определение и преимущества ВС. Многомашинные и многопроцессорные ВС. Классификация ВС. Классификации архитектур вычислительных систем: классификация Флинна, классификация Ванга и Бриггса и др. /Лек/	1	4	ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.2 Л1.9 Л1.10Л2.3	Устный опрос по теме лекции
2.3	Изучение конспекта лекций и дополнительного теоретического материала /Ср/	1	3		Л1.9	Устный опрос
2.4	Подготовка к экзамену и консультации /Ср/	1	3		Л1.9	Беседа
	Раздел 3. Параллельные вычисления					
3.1	Параллельные вычисления /Тема/	1	0			Устный опрос по теме
3.2	Уровни параллелизма. Степень гранулярности. Метрики параллельных вычислений. Основные метрики параллелизма: ускорение, эффективность, избыточность и т.д. Закономерности параллельных вычислений. Закон Амдала. Закон Густафсона. Закон Сана- Ная /Лек/	1	2	ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.9	Устный опрос по теме лекции
3.3	Изучение конспекта лекций и дополнительного теоретического материала /Ср/	1	3		Л1.9	Устный опрос
3.4	Подготовка к экзамену и консультации /Ср/	1	3		Л1.9	Беседа
	Раздел 4. Вычислительные системы класса SISD. Внутри-процессорный параллелизм					
4.1	Вычислительные системы класса SISD. Внутри- процессорный параллелизм /Тема/	1	0			Устный опрос по теме
4.2	Общая характеристика систем класса SISD. Конвейеризация вычислений. Конвейер команд. Конфликты в конвейере команд. Суперконвейерные процессоры. Суперскалярность и внеочередное выполнение команд. Суперскалярные процессоры. Архитектуры VLIW и EPIC. Особенности микропроцессоров семейства Itanium (IA-64). Гиперпоточковая технология /Лек/	1	2	ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.4 Л1.9Л2.6	Устный опрос по теме лекции
4.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	1	3		Л1.9	Устный опрос
4.4	Подготовка к экзамену и консультации /Ср/	1	3		Л1.9	Устный опрос
	Раздел 5. Организация памяти вычислительных систем					
5.1	Организация памяти вычислительных систем /Тема/	1	0			

5.2	Модели архитектур памяти ВС. Физически разделяемая память UMA с шинной организацией и коммутацией. Физически разделенная разделяемая память: NUMA (ccNUMA, nccNUMA); COMA; DSM. Распределенная память NORMA. Мультипроцессорная когерентность кэш-памяти. Проблема когерентности. Программные и аппаратные средства решения проблемы когерентности. Возможности для поддержания когерентности. Разделяемая кэш-память. Некэшируемые данные. Широковещательная запись. Протоколы наблюдения. Протокол сквозной записи. Протокол обратной записи. Протокол однократной записи. Протокол MESI. Протокол на основе справочника. Полный справочник. Ограниченный справочник. Сцепленный справочник /Лек/	1	2	ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.5 Л1.9	Устный опрос по теме лекции
5.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	1	2		Л1.9	Письменный опрос
5.4	Подготовка к экзамену и консультации /Ср/	1	3		Л1.9	Устный опрос
	Раздел 6. Вычислительные системы класса SIMD					
6.1	Вычислительные системы класса SIMD /Тема/	1	0			Устный опрос по теме
6.2	Общая характеристика систем класса SIMD. Векторные вычислительные системы. Понятие векторного процессора. Архитектуры векторной обработки. Структура векторного процессора. Структура векторной вычислительной системы. Матричные вычислительные системы. Контроллер массива процессорных элементов. Массив процессорных элементов. Структура процессорного элемента. Ассоциативные вычислительные системы. Ассоциативная память. Ассоциативные процессоры. Ассоциативные многопроцессорные системы. Вычислительные системы с систолической структурой. Классификация систолических структур. Топология систолических структур. Структура процессорного элемента. Процессоры потоков данных. SIMD-расширение в SISD-системе. Технологии MMX, SSE, AVX /Лек/	1	2	ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.2 Л1.9	Устный опрос по теме лекции
6.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	1	3		Л1.9	Письменный опрос
6.4	Подготовка к экзамену и консультации /Ср/	1	3		Л1.9	Устный опрос
	Раздел 7. Гетерогенные вычисления					
7.1	Гетерогенные вычисления /Тема/	1	0			

7.2	Вычисления общего назначения на графических процессорах (GPU). Архитектура графического процессора. Гибридная модель вычислений. Средства программирования для GPU. Архитектура параллельных вычислений CUDA. Программная модель CUDA. Понятие потока, блока, сети блоков. Функция-ядро. Иерархия памяти. Регистры и локальная память. Глобальная память. CUDA-потoki. Разделяемая память. Константная память. Текстуриная память. . OpenCL – открытый язык параллельных вычислений для гетерогенных ВС. Архитектура OpenCL: модель платформы; модель исполнения; модель памяти; модель программирования. Типы данных и функции OpenCL /Лек/	1	4	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.3 Л1.8Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Л3.4 Л3.5	Устный опрос по теме лекции
7.3	Основные понятия и определения в CUDA. Работа с глобальной памятью. Способы распараллеливания программ в CUDA /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л3.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.4	Сдача практического задания
7.4	Работа с разделяемой памятью /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.4	Сдача практического задания
7.5	Атомарные операции. Вычисление гистограммы на CPU /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л2.1 Л2.2Л3.4	Сдача практического задания
7.6	Параллельная редукция /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.3Л2.2Л3.4	Сдача практического задания
7.7	Разработка приложения с отображением входного и выходного изображений /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.3Л2.2Л3.4	Сдача практического задания
7.8	Генерация изображений с помощью CUDA /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.3Л3.4	Сдача практического задания
7.9	Введение в OpenCL. Архитектура OpenCL. Создание и конфигурирование OpenCL проекта в Visual Studio /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.8Л3.3	Сдача практического задания

7.10	Язык OpenCL C: типы данных; квалификаторы; встроенные функции. Функции OpenCL /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.8Л3.3	Сдача практического задания
7.11	Объекты памяти BUFFER и IMAGE. Работа с Image в OpenCL. Обработка изображения с использованием OpenCL /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.8Л3.3	Сдача практического задания
7.12	Изучение конспекта лекций /Ср/	1	5			Письменный опрос
7.13	Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	5		Л1.3Л2.2Л3.3	Устный опрос
7.14	Подготовка к экзамену и консультации /Ср/	1	4,3		Л1.3Л2.2Л3.3	Устный опрос
	Раздел 8. Вычислительные системы класса MIMD					
8.1	Вычислительные системы класса MIMD /Тема/	1	0			Устный опрос по теме
8.2	Общая характеристика систем класса MIMD. MIMD-системы с разделяемой памятью. Симметричные мультимикропроцессорные системы (SMP). Параллельные векторные системы. Вычислительные системы с неоднородным доступом к памяти. MIMD-системы с распределенной памятью. Системы с массовой параллельной обработкой (MPP). Кластерные вычислительные системы. Технология MPI. Кластеры больших SMP-систем. Суперкомпьютеры /Лек/	1	4	ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.2 Л1.5 Л1.9Л3.7	Устный опрос по теме лекции
8.3	Основные понятие технологии параллельного программирования MPI. Установка MS MPI. Разработка простейшего приложения /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.6 Л1.7Л3.7	Сдача практического задания
8.4	Передача и прием сообщений с блокировкой и без блокировки /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.6 Л1.7Л2.4Л3.7	Сдача практического задания
8.5	Понятие тупиковых ситуаций. Неблокирующие операции обмена сообщениями. Коллективные операции /Пр/	1	2	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	Л1.6 Л1.7Л2.4Л3.7	Сдача практического задания
8.6	Изучение конспекта лекций /Ср/	1	3		Л1.9Л3.7	Письменный опрос
8.7	Изучение методических указаний, подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	3		Л1.6Л3.7	Устный опрос
8.8	Подготовка к экзамену и консультации /Ср/	1	4			Устный опрос
	Раздел 9. Промежуточная аттестация					
9.1	Промежуточная аттестация /Тема/	1	0			

9.2	Иная контактная работа /ИКР/	1	0,65	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В		Беседа
9.3	Курсовое проектирование /КПКР/	1	15,7	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В	ЛЗ.2	Сдача и защита пояснительной записки по курсовому проекту
9.4	Консультирование перед экзаменом и практикой /Кнс/	1	2			Консультация, разбор возникающих вопросов
9.5	Экзамен /Экзамен/	1	44,35	ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-6.1-3 ОПК-6.1-У ОПК-6.1-В		Итоговый контроль: экзамен по курсу

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Вычислительные системы»»).

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	Федотов И. Е.	Приемы параллельного программирования : учебное пособие	Москва: Российский новый университет, 2009, 184 с.	978-5-89789-048-4, http://www.iprbookshop.ru/21300.html
Л1.2	Бохан К.А.	Вычислительные машины и системы : учеб. пособие	Рязань, 2013, 95с.	, 1
Л1.3	Мищенко В. К.	Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013, 40 с.	978-5-7782-2365-3, http://www.iprbookshop.ru/44898.html
Л1.4	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

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.5	Ершова Н. Ю., Соловьев А. В.	Организация вычислительных систем	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, 224 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/73687.html
Л1.6	Богданов А. В., Корхов В. В., Мареев В. В., Станкова Е. Н.	Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем : учебник	Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020, 135 с.	978-5-4497-0322-4, http://www.iprbookshop.ru/89420.html
Л1.7	Гергель В. П.	Теория и практика параллельных вычислений	Москва: ИНТУИТ, 2016, 500 с.	978-5-94774-645-7, https://e.lanbook.com/book/100527
Л1.8	Гергель В. П., Воеводин В. В., Сысоев А. В., Баркалов К. А.	Intel Parallel Programming Professional (Introduction)	Москва: ИНТУИТ, 2016, 568 с.	, https://e.lanbook.com/book/100606
Л1.9	Елесина С.И., Муратов Е.Р.	Обработка информации с использованием технологии OPENCL : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2015,	, https://elibrsr.ru/ebs/download/1326
Л1.10	Цилькер Б.Я., Орлов С.А.	Организация ЭВМ и систем : Учеб.для вузов	СПб.:Питер, 2006, 667с.	5-94723-759-8, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Николаев Е. И.	Параллельные вычисления : учебное пособие	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016, 185 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/66086.html
Л2.2	Некрасов К. А., Поташников С. И., Боярченко 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
Л2.3	Барский А. Б.	Архитектура параллельных вычислительных систем	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, 297 с.	978-5-94774-546-7, http://www.iprbookshop.ru/73821.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.4	Куликов И. М.	Технологии разработки программного обеспечения для математического моделирования физических процессов. Часть 1. Использование суперкомпьютеров, оснащенных графическими ускорителями : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013, 40 с.	978-5-7782-2195-6, http://www.iprbookshop.ru/45044.html
Л2.5	Левин М. П.	Параллельное программирование с использованием OpenMP	Москва: ИНТУИТ, 2016, 133 с.	978-5-94774-857-4, https://e.lanbook.com/book/100358
Л2.6	Калачев А. В.	Многоядерные процессоры	Москва: ИНТУИТ, 2016, 369 с.	78-5-9963-0349-6, https://e.lanbook.com/book/100654
6.1.3. Методические разработки				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Коробицын В. В., Фролова Ю. В., Кудияров Р. В., Лыфарь Д. А., Собинов Д. И., Суравикин А. Ю.	Модель программирования CUDA : учебник	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2012, 256 с.	978-5-7779-1489-7, http://www.iprbookshop.ru/24903.html
Л3.2	Елесина С.И.	Вычислительные системы: метод. указ. к курсовому проекту : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2020,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/2745
Л3.3	Елесина С.И., Савин А.В.	Основы работы с технологией параллельных вычислений OpenCL: метод. указ. к практ. занятиям : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2020,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/2746
Л3.4	Елесина С.И.	Основы работы с технологией параллельных вычислений CUDA: учеб. пособие : Учебное пособие	Рязань: , 2020,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/2793
Л3.5	Елесина С.И., Пронькин А.В.	Применение C++ AMP в параллельных вычислениях: метод. указ. к лаб. работам и практ. занятиям : Методические указания	Рязань: , 2020,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/2865
Л3.6	Елесина С.И.	Технология параллельного программирования OpenMP: учеб. пособие : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2021,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/2936
Л3.7	Елесина С.И., Тарасова В.Ю., Геращенко Е.С.	Технология параллельного программирования MPI : метод. указ.	Рязань, 2021, 40с.	, 1

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
Microsoft VISIO - Microsoft DreamSpark Membership ID 700565239	
Microsoft Visual Studio 12.0	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019
Microsoft Office Visio	Microsoft Imagine: Номер подписки 700102019, бессрочно
OpenCL Studio - Runtime	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
2	209 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 14 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 48 мест, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска
3	210 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 12 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 44 места, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска
4	02/1-БИ бизнес-инкубатор. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 12 компьютеров (CPU Intel Core i5-3470, 8 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 64 мест, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Вычислительные системы»»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Костров Борис
Васильевич, Заведующий кафедрой ЭВМ**30.08.23** 11:47 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Костров Борис
Васильевич, Заведующий кафедрой ЭВМ**30.08.23** 11:47 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе**30.08.23** 14:22 (MSK)

Простая подпись