

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
Математического обеспечения ЭВМ



Абрамов Г. В.  
10.06.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.03.04 Технологии параллельного программирования**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:  
01.03.02 Прикладная математика и информатика
2. Профиль подготовки/специализация:  
Все профили
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: МО ЭВМ
6. Составители программы: Каплиева Наталья Алексеевна  
кандидат физико-математических наук, доцент
7. Рекомендована: НМС факультета ПММ, протокол № 8 от 15.04.2022

---

*отметки о продлении вносятся вручную)*

8. Учебный год: 2022/2023 Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Целями дисциплины являются: знакомство с современными технологиями высокопроизводительных вычислений и умение оценивать применимость и эффективность различных параллельных технологий и алгоритмов для решения ресурсоемких вычислительных задач.

**Задачи:**

– получение знаний в области архитектуры современных многопроцессорных вычислительных систем,

– получение практических навыков параллельной обработки информации с использованием технологий организации параллельных вычислений на многопроцессорных вычислительных комплексах с разделенной или общей оперативной памятью.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Место учебной дисциплины в структуре АОП: учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана и является дисциплиной по выбору.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен осуществить выполнение экспериментов и оформить результаты исследований и разработок.	ПК-3.2.	Применяет при обработке данных стандартное и оригинальное программное обеспечение.	<b>Знать</b> инструменты и библиотеки разработки программного обеспечения с использованием параллельных вычислений; основные подходы к разработке параллельных программ. <b>Уметь</b> строить модель выполнения параллельных вычислений, оценивать эффективности параллельных вычислений; использовать различные технологии разработки программного обеспечения с использованием параллельных вычислений. <b>Владеть</b> навыками использования различных методов межпроцессорного взаимодействия; навыками реализации параллельных программ с помощью различных технологий.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 2/72.**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) ЭКЗАМЕН.**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			5 семестр
Аудиторные занятия		32	32
в том числе:	лекции	16	16
	практические		
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа		40	40
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>Зачет</i>			
Итого:		72	72

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			Онлайн-курс «Параллельное программирование_бак» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10369">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10369</a>
1.1	Основы параллельного программирования	Концепция процесса. Определение потока. Понятие ресурса Организация параллельных программ как системы потоков	
1.2	Технология OpenMP	Структура OpenMP. Формат директив, параметры директив. Фрагмент, область, секция. Распределение вычислительной нагрузки между потоками. Управление порядком выполнения вычислений. Организация взаимoisключения при использовании общих переменных: операция редукции, атомарность, критические секции, семафоры	
1.3	Технология MPI	Понятие параллельной программы в технологии MPI. Операции передачи данных Понятие коммутатора. Передача сообщений. Прием сообщений. Синхронизация вычислений. Операция редукции	
1.4	Технология CUDA	Вычислительная модель GPU. Основные понятия: сетки, блоки, нити. Барьерная синхронизация. Принципы работы с памятью. Атомарные операции Преимущества и ограничения.	
<b>3. Лабораторные работы</b>			
3.1	Распараллеливание алгоритмов обработки больших данных с использованием средств и библиотек языка программирования (C++, C#, Java)	Разработка взаимодействующих потоков с использованием библиотек и средств языков программирования. Обеспечение взаимoisключения с использованием объектов ядра.	
3.2	Классические задачи синхронизации	«Производители-потребители». «Читатели - писатели». «Обедающие философы». «Спящий парикмахер»	
3.3	Технология OpenMP	Разработка параллельных решений с для систем с общей памятью	
3.4	Технология MPI	Разработка параллельных решений с для систем с распределенной памятью	
3.5	Технология CUDA	Разработка высокопроизводительных вычислений с использованием графического процессора.	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Основы параллельного программирования	2			4	6
2	Технология OpenMP	4		4	12	20
3	Технология MPI	4		6	12	22
4	Технология CUDA	6		6	12	24
Итого:		16		16	40	72

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

Работа с конспектами лекций, выполнение практических и лабораторных заданий, заданий текущей и промежуточной аттестаций.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Туральчук, К.А. Параллельное программирование с помощью языка С# / К.А. Туральчук. - 2-е изд., испр. – М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУ-ИТ», 2016. - 190 с. : – URL: <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=429098">https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=429098</a> (16.09.2016).
2	Алексеев, А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 / А.А. Алексеев. - 2-е изд., испр. – М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 332 с. – URL: <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=428829">https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=428829</a> (16.09.2016).
3	Биллиг, В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / В.А. Биллиг. - 2-е изд., испр. – М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 311 с. – URL: <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=428948">https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=428948</a> (16.09.2016).
4	Левин, М.П. Параллельное программирование с использованием OpenMP : учебное пособие / М.П. Левин. – М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 120 с. – URL: <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=233111">https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=233111</a> (16.09.2016).
5	Антонов, А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : курс / А.С. Антонов. – М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 71 с. – URL: <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=233577">https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=233577</a> (16.09.2016).

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Хьюз К. Параллельное и распределенное программирование с использованием С++ / К. Хьюз, Т. Хьюз. – М. : Вильямс, 2004. – 672 с.
7	Параллельное программирование в MPI / В.Д. Корнеев. – М. ; Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2003. – 303 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
8	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
9	Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования: учебное пособие / К.Ю. Богачёв – М. : "Лаборатория знаний", 2013. – 342 с. Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42626">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42626</a>
10	Федотов И.Е. Модели параллельного программирования. – М. : СОЛОН-Пресс, 2012. – 384 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=13807">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=13807</a>
11	Онлайн-курс «Параллельное программирование_бак». – <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10370">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10370</a>

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Энтони Уильямс Параллельное программирование на С++ в действии. Практика разработки многопоточных программ: учебное пособие. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 672 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4813">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4813</a>

## **17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При реализации дисциплины используются модульно-рейтинговая и личностно-ориентированные технологии обучения (ориентированные на индивидуальность студента, компьютерные и коммуникационные технологии). В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды лекций: информационная, лекция-визуализация, лекция с применением обратной связи.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в

## **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория должна быть оборудована учебной мебелью, компьютером, мультимедийным оборудованием (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), допускается переносное оборудование.

Практические занятия должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной учебной мебелью и персональными компьютерами с доступом в сеть Интернет (компьютерные классы, студии), мультимедийным оборудованием (мультимедийный проектор, экран, средства звуковоспроизведения), Число рабочих мест в аудитории должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном персональном компьютере.

Для самостоятельной работы необходимы компьютерные классы, помещения, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет.

Программное обеспечение:

- Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО)
- Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО)

## **19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Общая характеристика параллельных вычислительных систем.	ПК-3	ПК-3.2	КИМы для проведения текущей аттестации Задания для лабораторных работ
2.	Создание потоков.	ПК-3	ПК-3.2	
3.	Проектирование параллельных взаимодействующих процессов.	ПК-3	ПК-3.2	
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				КИМы для проведения итоговой аттестации

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## **20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса; защиты лабораторных работ, выполнения контрольных работ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета с оценкой и экзамена. Для получения положительной итоговой оценки необходимо выполнение всех лабораторных и контрольных работ.

## **20.1 Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью лабораторных и контрольных работ

### **Примеры лабораторных работ**

1. Решение задачи синхронизации доступа к разделяемым ресурсам с применением модели «Спящий парикмахер».
2. С использованием технологии OpenMP реализовать поиск максимумов по строкам в заданной матрице. Описать структуру данных, схему параллелизации вычислений.
3. С использованием технологии MPI реализовать поиск максимумов по строкам в заданной матрице. Описать структуру данных, схему параллелизации вычислений.
4. С использованием технологии CUDA реализовать поиск максимумов по строкам в заданной матрице. Описать структуру данных, схему параллелизации вычислений.
5. Распараллелить рекурсивный алгоритм поиска определителя матрицы.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Задание считается выполненным, если разработанный программный продукт полностью решает поставленную задачу, решение предусматривает динамическое определение необходимого количества потоков, равномерную загрузку системы, обеспечена синхронизация при работе с разделяемыми ресурсами, проведена оценка эффективности разработанного решения.

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса; защиты лабораторных работ, выполнения контрольных работ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета. Для получения оценки «зачтено» необходимо выполнение всех лабораторных и контрольных работ.