

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Математического обеспечения ЭВМ



Абрамов Г. В.
21.06.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.08 Параллельное программирование

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:
01.04.02 Прикладная математика и информатика
2. Профиль подготовки/специализация:
Все профили
3. Квалификация выпускника: магистр
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 № 10 от 15.05.2021

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2021/2022 Семестр(ы): 1

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: Дисциплина «Параллельное программирование» входит в обязательную часть. Для освоения курса необходимы знания дисциплин: «Информатика и программирование», «Языки и методы программирования», «Объектно-ориентированное программирование» изучаемых в рамках программы подготовки бакалавра.

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
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-4.1.	Демонстрирует знания основных методов поиска, сбора, хранения, обработки, представления и распространения информации	<p><i>Знать:</i> инструменты и библиотеки разработки программного обеспечения с использованием параллельных вычислений; основные подходы к разработке параллельных программ.</p> <p><i>Уметь:</i> строить модель выполнения параллельных вычислений, оценивать эффективности параллельных вычислений; использовать различные технологии разработки программного обеспечения с использованием параллельных вычислений.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками использования различных методов межпроцессорного взаимодействия; навыками реализации параллельных программ с помощью различных технологий.</p>
		ОПК-4.2.	Решает задачи по эффективной организации информационного процесса для снижения затрат ресурсов.	
		ОПК-4.3.	Решает задачи профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности.	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4/144.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1 семестр
Аудиторные занятия			
в том числе:	лекции	32	32
	практические		
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа		96	96
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – _ час.)			
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Основы параллельного программирования	Концепция процесса. Определение потока. Понятие ресурса Организация параллельных программ как системы потоков	Онлайн-курс «Параллельное программирование_магистры». – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10371
1.2	Взаимодействие и взаимoisключение потоков	Разработка алгоритма взаимoisключения. Семафоры. Мониторы	
	Синхронизация потоков	Условные переменные. Барьерная синхронизация	
	Взаимоблокировка потоков	Модель программы в виде графа «поток-ресурс». Описание возможных изменений состояния программы. Обнаружение и исключение тупика	
	Методы повышения эффективности параллельных программ	Описание возможных изменений состояния программы. Минимизация взаимодействия потоков. Оптимизация работы с памятью.	
	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	
	Технология MPI	Понятие параллельной программы. Операции передачи данных Понятие коммуникатора. Передача сообщений. Прием сообщений. Синхронизация вычислений. Операция редукции	
	Технология CUDA	Вычислительная модель GPU. Основные понятия: сетки, блоки, нити. Барьерная синхронизация. Принципы работы с памятью. Атомарные операции Преимущества и ограничения.	
2. Лабораторные занятия			
2.1	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.	
2.2	Классические задачи синхронизации	«Производители-потребители». «Читатели - писатели». «Обедающие философы». «Спящий парикмахер»	
2.3	Технология OpenMP	Разработка параллельных решений с для систем с общей памятью	
2.4	Технология MPI	Разработка параллельных решений с для систем с распределенной памятью	
2.5	Технология CUDA	Разработка высокопроизводительных вычислений с использованием графического процессора.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
	Основы параллельного программирования	2		6	8
	Взаимодействие и взаимoisключение потоков	2	2	6	10
	Синхронизация потоков	4	2	12	18
	Взаимоблокировка потоков	4		12	16

Методы повышения эффективности параллельных программ	2		6	8
Технология OpenMP	6	4	18	28
Технология MPI	6	4	18	28
Технология CUDA	6	4	18	28
Итого:	32	16	96	144

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 C# / К.А. Туральчук. - 2-е изд., испр. – М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУ-ИТ», 2016. - 190 с. : – URL: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=429098 (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: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=428829 (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: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=428948 (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: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=233111 (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: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=233577 (16.09.2016).

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Хьюз К. Параллельное и распределенное программирование с использованием C++ / 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 (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
8	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
9	Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования: учебное пособие / К.Ю. Богачёв – М. : "Лаборатория знаний", 2013. – 342 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42626
10	Федотов И.Е. Модели параллельного программирования. – М. : СОЛОН-Пресс, 2012. – 384 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=13807
11	Онлайн-курс «Параллельное программирование_магистры». – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10371

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

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

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

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 занятий рекомендован онлайн-курс «Параллельное программирование_магистры», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также 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:

- Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО)
- NetBeans IDE (свободное и/или бесплатное ПО)
- Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО)
- Jet Brains PyCharm Community Edition (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.	Распараллеливание алгоритмов обработки больших данных с использованием средств и библиотек языка программирования (C++, C#, Java)	ОПК-4	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Задания для лабораторных работ
2.	Классические задачи синхронизации	ОПК-4	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Задания для лабораторных работ
	Технология OpenMP	ОПК-4	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Задания для лабораторных работ
	Технология MPI	ОПК-4	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Задания для лабораторных работ
	Технология CUDA	ОПК-4	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Задания для лабораторных работ
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью лабораторных работ

Примеры заданий.

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.