

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

ПОиАИС

Артемов М. А.



02.04.2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.09 Параллельное программирование

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

**02.04.03 Математическое обеспечение
и администрирование информационных систем**

2. Профиль подготовки/специализация:

Управление проектированием и разработкой информационных систем

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: ПОиАИС

**6. Составители программы: Артемов М.А., профессор / доктор физико-
математических наук, Верлин А.А., преподаватель**

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ, протокол №5 от 22.03.2024

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины - познакомить студентов с технологиями параллельного программирования, разобрать архитектуру параллельных вычислительных систем, познакомить студентов с основными принципами распараллеливания программ, привить студентам навыки программирования с использованием технологии MPI, OpenMP.

Основными **задачами** изучения дисциплины являются:

- знакомство с областью параллельных вычислений, историей развития, задачами и основными проблемами.
- изучение основных инструментов реализации приложений в распределенных системах.
- знакомство с парадигмой передачи сообщений в распределенных системах.
- использование инструментов библиотек параллельного программирования для разработки и развертывания приложений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Параллельное программирование» входит в основную часть программы магистратуры, изучается в 1 семестре и относится к Б1.О.09. Опирается на знания, полученные студентами по программированию, алгоритмам и структурам данным, алгебре и геометрии, численным методам, информатике. Считается, что студент хорошо владеет одним из языков программирования, умеет разрабатывать алгоритмы для решения простейших математических задач.

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	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-2; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.3;	Владение основными концептуальными положениями функционального, рекурсивного, логического, объектноориентированного и визуального направлений программирования, методами и средствами разработки программ в рамках этих направлений	Понимание основ облачных технологий, умение применять инструменты на практике.	Знать: концептуальные основы параллельных вычислений, способы разработки параллельных программ в распределенных системах; Уметь: реализовывать алгоритмы в рамках подхода параллельного программирования, самостоятельно исследовать и решать проблемы, возникающие при реализации и запуске параллельных программ в распределенных системах; Владеть (иметь навык(и)): теоретическими и практическими навыками разработки программного обеспечения в парадигме параллельного программирования и работы программ в распределенных системах.
ОПК-6; ОПК-10	Владение навыками использования основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях	Умение на практике развертывать программное обеспечение в распределенной среде.	Знать: теоретические основы проектирования и разработки масштабируемого программного обеспечения; Уметь: разрабатывать и развертывать параллельные программы в распределенной системе; Владеть (иметь навык(и)): средствами разработки и отладки приложений в парадигме параллельных вычислений.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 4/144.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) ЭКЗАМЕН

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1 семестр
Аудиторные занятия		64	64
в том числе:	лекции	32	32
	практические	0	0
	лабораторные	32	32
	курсовая работа		
Самостоятельная работа		80	80
Промежуточная аттестация (для экзамена)		36	экзамен
Итого:		180	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	Введение в параллельное программирование	Основные понятия и история развития.	Курс «Параллельное программирование» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10738
1.2	MPI – «Интерфейс передачи сообщений»	Организация MPI, OpenMPI. Привязка к языку C/C++. Коды завершения. Организации MPI-программ. Создание программы в Visual Studio.	
1.3	Двухточечный обмен сообщениями	Понятие двухточечного обмена. Блокирующие операции обмена. Стандартный обмен, синхронный обмен, буферизованный обмен, обмен по готовности. Совместные прием и передача. Неблокирующие операции обмена. Инициализация неблокирующего обмена. Проверка выполнения обмена.	
1.4	Коллективный обмен данными	Широковещательная рассылка. Обмен с синхронизацией. Сбор данных, сбор данных(векторный вариант). Разброс данных, разброс данных(векторный вариант)	
1.5	Операции приведения и сканирования	Рассмотрение различных операций приведения и механизмы реализации собственных функций приведения.	
1.6	Типы, определяемые пользователем	Строители типов. Строитель смежных типов данных CONTIGUOUS. Векторный строитель типов данных VEKTOR. Векторный строитель типов данных HVEKTOR. Строитель типов данных INDEXED. Строитель типов данных HINDEXED. Строитель типов данных STRUCT. Использование производных типов данных. Освобождение ресурсов после работы.	
1.7	Виртуальная топология	Перекрытие топологий. Функции декартовых топологий. Декартова функция задания сетки. Декартовы информационные функции. Декартовы функции транспонирования. Декартовы функции смещения.	
3. Лабораторные работы			
2.1	Решение алгебраической задачи с векторами, с помощью стан-	Разработать алгоритм для поставленной задачи, реализовать его в парадигме параллельных вычислений с помощью стандартного двухточечного	

	дартного двухточечного обмена.	обмена сообщениями.	
2.2	Решение алгебраической задачи (вычисление значений в точках отрезка), с помощью коллективных обменов.	Разработать алгоритм для поставленной задачи, реализовать его в парадигме параллельных вычислений с помощью коллективных обменов сообщениями.	
2.3	Реализация собственной функции приведения	Разработать алгоритм для поставленной задачи, реализовать функцию и интегрировать в MPI-программу.	
2.4	Создать свой тип и применить его для набора данных	Разработать свой тип данных для поставленной задачи, выбрать верный строитель типов и корректно сконфигурировать его.	
2.5	Виртуальная топология	Разработать алгоритм для поставленной задачи, реализовать задачу используя инструменты виртуальной топологии.	

* заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в параллельное программирование	2		2	5	9
2	MPI – «Интерфейс передачи сообщений»	5		5	5	9
3	Двухточечный обмен сообщениями	5		5	12	22
4	Коллективный обмен данными	6		6	12	22
5	Операции приведения и сканирования	5		5	12	22
6	Типы, определяемые пользователем	5		5	12	22
7	Виртуальная топология	5		5	12	22

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Работа с конспектами лекций, выполнение практических заданий для самостоятельной работы, выполнение лабораторных работ, использование рекомендованной литературы.

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	Артемьев М.А., Барановский Е.С., Вошинская Г.Э. Параллельное программирование. Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2021. — 112 с.
2	Топорков В.В. Модели распределенных вычислений. - М.: Физматлит, 2011 - 320с. http://e.lanbook.com/view/book/2339/
3	Карманов В.Г. Математическое программирование: Учеб. пособие. - 5-е изд., стереотип. - М.: Физматлит, 2005. - 264с. http://e.lanbook.com/view/book/2194/
4	Теджасви Редкар Платформа Windows Azure. [Электронный ресурс] : / Теджасви Редкар, Тони Гвидичи. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 656 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39991

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	<i>Алгоритмизация и программирование : Учебное пособие / С.А. Канцедал. - М.: ИД ФОРУМ:НИЦ Инфра-М, 2013. - 352 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0355-1, 1000 экз. http://znaniyum.com/bookread.php?book=391351</i>
6	<i>Богачёв, К.Ю. Основы параллельного программирования: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2013. - 343 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42626</i>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
7	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
8	ЭБС «Издательство Лань» http://e.lanbook.com/
9	Курс «Параллельное программирование» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10738

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

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

IntellyJ Idea 2022.1, Microsoft Visual Studio 2022

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Практические занятия: аудитория, доска, проектор.

Лабораторные занятия: аудитория с ПК (ОС Windows 7 или 10, IntellyJ Idea 2022.1, Microsoft Visual Studio 2022)

18. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) теоретические знания основных понятий параллельных вычислений, обмена сообщений в распределенной системе;
- 2) практические навыки разработки параллельных программ.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется: качественная шкала; оценка теоретических и практических навыков обучающегося.

19. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

19.1 Перечень вопросов к экзамену:

1. Перечислить и дать краткие определения основных понятий параллельного программирования.
2. Рассказать идею двухточечного обмена сообщениями.
3. Перечислить и объяснить какие существуют режимы при двухточечном обмене.
4. Рассказать о способах коллективных обменов сообщениями в MPI.
5. Рассказать идею совместной приема и передачи сообщений.
6. Объяснить для чего нужны функции приведения и сканирования.
7. Рассказать об основных строителях типов.
8. Перечислить какие существуют строители типов.

9. Рассказать идею виртуальной топологии.

10. Перечислить какие существуют реализации виртуальных топологий.

Практическое задание

Разработать алгоритмы для каждой темы, применив на практике различные инструменты обмена сообщениями из библиотеки MPI.

Требования разработке:

- Использовать принципы MPI - интерфейса обмена сообщениями.

20. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

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 форме контрольных работ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков. Практические навыки определяются в ходе проверки выполнения лабораторных работ. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.