Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.4.1 Параллельное и распределенное программирование»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика
(код и наименование направления подготовки)

Математическое и компьютерное моделирование
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.4.1 Параллельное и распределенное программирование*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра математических методов и моделей в экономике
наименование кафедры

протокол № 11 от "03" марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра математических методов и моделей в экономике Н.П. Фот
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры ММиМЭ Р.М. Безбородникова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
01.03.04 Прикладная математика Н.П. Фот
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
главный библиограф Г.С. Гомайпис
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству ИМИТ
С.Н. Морозова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Безбородникова Р.М., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

формирование теоретических знаний и практических навыков применения методов параллельного и распределенного программирования в качестве инструмента для математической обработки данных, построения алгоритмов и организации вычислительных процессов на вычислительных машинах с общей и распределенной памятью для формирования компетенций в области построения решений прикладных задач на основе современных информационных технологий.

Задачи:

- изучение основ архитектуры, топологии и принципов функционирования многопроцессорных и мультикомпьютерных систем;
- освоение основных приемов разработки параллельных алгоритмов (методов распараллеливания);
- ознакомление с основными средствами параллельного и распределенного программирования алгоритмов;
- приобретение навыков разработки собственного программного обеспечения для многопроцессорных ЭВМ и мультикомпьютерных систем;
- формирование навыков проведения научных исследований и расчетов, требующих больших вычислительных мощностей.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Информационные технологии и программирование, Б1.Д.Б.20 Численные методы, Б1.Д.Б.27 Программирование, Б1.Д.Б.28 Объектно-ориентированный анализ и программирование, Б1.Д.В.7 Технологии разработки программного обеспечения, Б1.Д.В.8 Краевые задачи для дифференциальных уравнений и численные методы их решения*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-3 Способен осуществлять проектирование, разработку, откладку, тестирование, документирование наукоемкого программного обеспечения, принимать участие в управлении проектами создания информационных систем и программных комплексов на	ПК*-3-В-1 Применяет знания современных технологий проектирования, разработки, откладки, тестирования, документирования наукоемкого программного обеспечения ПК*-3-В-2 Использует современные информационные технологии для сопровождения этапов жизненного цикла информационных систем и	**Знать:** современные технологии проектирования и разработки параллельных и распределенных программ, **Уметь:** применять современные технологии разработки параллельных и распределенных программ и ИКТ для сопровождения этапов жизненного цикла ПО (проектирования, разработки,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
различных стадиях жизненного цикла	программных комплексов	отладки, тестирования, документирования, сопровождения ПО) **Владеть:** навыками применения современных технологий разработки параллельных и распределенных программ, программных средств и ИКТ для сопровождения этапов жизненного цикла ПО (проектирования, разработки, отладки, тестирования, документирования, сопровождения ПО)
ПК*-4 Способен использовать знания современных языков программирования, стандартных пакетов прикладных программ, информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", инструментальных средств анализа данных при решении практических задач управления информацией	ПК*-4-В-1 Применяет знания современных языков программирования при решении практических задач на ЭВМ ПК*-4-В-2 Применяет знания стандартных и специализированных ППП, информационно-телекоммуникационных технологий для решения практических задач анализа данных, математического и компьютерного моделирования процессов и систем ПК*-4-В-3 Применяет знания стандартных ППП, информационно-телекоммуникационных технологий, сети "Интернет" для поиска, обработки и систематизации информации, оформления отчетов по результатам выполненных исследований, представления их в виде презентаций, докладов	**Знать:** современные языки и технологии разработки параллельных и распределенных программ, современные технологии и информационно-телекоммуникационные среды для разработки параллельных и распределенных прикладных программ, ППП для создания программной документации **Уметь:** разрабатывать параллельные и распределенные программные средства при решении практических задач на ЭВМ; применять ППП, информационно-телекоммуникационных технологий для проектирования, разработки и документирования программных средств, используя технологии параллельного и распределенного программирования; применять сеть "Интернет" для поиска и систематизации информации при разработке ПО, оформлять документацию на ПО и представлять его описание в виде презентаций, докладов **Владеть:** навыками применения технологий параллельного и распределенного программирования, программных средств и ИКТ для проектирования, разработки и документирования

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		параллельного и распределенного ПО ; навыками использования сети "Интернет" для поиска и систематизации информации при разработке программных средств, навыками документирования разработанного ПО и представления его описания в виде презентаций, докладов

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**72**	**180**
Контактная работа:	**34,25**	**13,25**	**47,5**
Лекции (Л)	18	6	24
Лабораторные работы (ЛР)	16	6	22
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю.*	**73,75**	**58,75**	**132,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общая характеристика параллельных и распределенных вычислительных систем	20	4			16
2	Принципы разработки параллельных алгоритмов	26	4		4	18
3	Технологии разработки параллельных программ для систем с общей памятью	36	6		6	24

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Параллельные алгоритмы решения вычислительно-трудоемких задач	26	4		6	16
	Итого:	108	18		16	74

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Моделирование и анализ параллельных вычислений для систем с распределенной памятью	34	2		2	30
6	Технологии разработки программ для систем с распределенной памятью	38	4		4	30
	Итого:	72	6		6	60
	Всего:	180	24		22	134

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Общая характеристика параллельных и распределенных вычислительных систем Параллельная обработка информации и проблемы повышения производительности и эффективности использования вычислительной техники.

Архитектура высокопроизводительных ЭВМ. Многопроцессорные вычислительные системы с общей и распределенной памятью (мультипроцессоры и мультикомпьютеры). Многоядерность. Типовые топологии схем коммутации и параллельные алгоритмы. Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Обзор технологий разработки программ для мультикомпьютеров и мультипроцессоров.

№ 2 Принципы разработки параллельных алгоритмов Распараллеливание вычислений на уровне инструкций, подпрограмм, объектов, приложений. Модели параллельного и распределенного программирования. Средства организации параллельного и распределенного программирования. Проблемы параллельного и распределенного программирования. Оценка эффективности и трудоемкости параллельных вычислений. Оценка максимально достижимого параллелизма.

№ 3 Технологии разработки параллельных программ для систем с общей памятью Технология OpenMP для систем с общей памятью Общая характеристика технологии OpenMP. Формат записи директив. Типы директив. Определение параллельной области. Формат директивы parallel. Пример использования директивы parallel. Управление областью видимости данных. Распределение вычислений между потоками. Проблемы синхронизации, взаимоблокировки. Совместимость директив и их параметров.

Параллельные алгоритмы сортировки данных.

№ 4 Параллельные алгоритмы решения вычислительно-трудоемких задач Схемы распараллеливания алгоритмов решения задач линейной алгебры: способы разбиения матриц; вычисление произведения матрицы на вектор, матрицы на матрицу; алгоритмы решения СЛАУ (распараллеливание алгоритмов методов Гаусса, сопряженных градиентов). Схемы распараллеливания алгоритмов решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона (хаотической релаксации, чередования строк, волновая обработка данных).

№ 5 Моделирование и анализ параллельных вычислений для систем с распределенной памятью

Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов для распределенных систем. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных. Анализ трудоемкости основных операций передачи данных. Методы логического представления топологии коммуникационной среды.

№ 6 Технологии разработки программ для систем с распределенной памятью

Общая характеристика технологии MPI (Massage Passing Interface). Операции передачи данных. Коммуникаторы. Типы данных. Инициализация и завершение MPI программы. Прием и передача сообщений. Коллективные операции передачи данных. Синхронизация вычислений.

Параллельные алгоритмы решения задач линейной алгебры для систем с распределенной памятью. Параллельные алгоритмы сортировки данных, оптимизации на графах для систем с распределенной памятью.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Сравнение эффективности последовательных и параллельных алгоритмов.	2
2	3, 4	Реализация параллельных алгоритмов решения задач линейной алгебры, с использованием технологии OpenMP.	6
3	3, 4	Реализация параллельных алгоритмов сортировки данных	4
4	5,6	Реализация программ решения задач линейной алгебры на основе параллельных алгоритмов, с использованием технологии MPI	6
5	5,6	Реализация параллельных алгоритмов сортировки данных (оптимизации на графах) с использованием технологии MPI	4
		Итого:	22

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Гергель, В. П. Современные языки и технологии параллельного программирования [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / В. П. Гергель; Б-ка Нижегор. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского. - Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2012. - 407 с (ентл-10)

2. Антонов, А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / А. С. Антонов; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2012. - 340 с. (ентл-19)

5.2 Дополнительная литература

1. Немнюгин, С. А. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем [Текст] / С. А. Немнюгин, О. Л. Стесик. - СПб. : БВХ-Петербург, 2002. - 400 с. : ил. - Библиогр.: с. 385-396. (ентл-5; сф-3; фнб-34; фнб чз-2)

2. Воеводин, В. В. Вычислительная математика и структура алгоритмов [Текст] : 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычисл. сист. парал. архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности: учеб. для вузов / В. В. Воеводин; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова.- 2-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 2010. - 168 с. (ентл - 20)

3. Эндрюс, Г. Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования = Foundations of Multithreaded, Parallel, and Distributed Programming [Текст] / Г. Р. Эндрюс. - М. : Вильямс, 2003. - 512 с. (ентл-10)

4. Лупин, С. А.Технологии параллельного программирования : учеб. пособие / С. А. Лупин, М. А. Посыпкин. - М. : Форум, 2008. - 206 с. (ентл-20)

Методические материалы

Аралбаев, Т. З. Высокопроизводительные вычислительные системы [Текст] : лаб. работы и метод. указания / Т. З. Аралбаев, А. Б. Неофитов, С. А. Баев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 56 с. (ентл-31)

5.3 Периодические издания

1. Программные продукты и системы : журнал. - М. : Агентство "Роспечать"
2. Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - М. : Агентство "Роспечать"
3. Информационные технологии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать"

5.4 Интернет-ресурсы

http://acmp.ru Школа программиста.

http://www.cyberforum.ru/cpp/ Форум для программистов и сисадминов

http://www.programmersclub.ru/main/ Клуб программистов. Учебник по C++

http://www.itlab.unn.ru/?dir=104 Лаборатория информационные технологии

https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ Каталог API (Microsoft) и справочных материалов по Visual Studio

https://openedu.ru/course/hse/OOPLANGC_sp/?session=2023 «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Объектно-ориентированное программирование на языке C#»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/.
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. Режим доступа: http://garant.net.osu.ru
5. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей
6. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2026].
7. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle» (http://moodle.osu.ru)
8. Платформа «DION» (Конфигурация «DION EDU») для проведения онлайн мероприятий и видеоконференций
9. Средства для разработки и проектирования Microsoft Visual Studio

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой. Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационнообразовательную среду ОГУ.