

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

4 июля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ»

Направление подготовки 09.04.04 Программная инженерия

Направленность (профиль) образовательной программы – Управление разработкой программного обеспечения

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 3

Зачет 3 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель Л.В. Никифорова, доцент, канд. техн. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра информационных и управляющих систем

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.17 № 932

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем

17.04.2024 г. , протокол № 8

Заведующий кафедрой Бушманов А.В. Бушманов

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

4 июля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

4 июля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Бушманов А.В. Бушманов

4 июля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

4 июля 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Изучение этапов проектирования, разработки и тестирования и программного обеспечения с использованием параллельных алгоритмов обработки данных.

Задачи дисциплины:

* Изучение методов программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем,

* изучение возможностей технологии OpenMP, возможностей использования параллельных алгоритмов в программах на языке C++,

* приобретений и навыков программной реализации систем с параллельной обработкой данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина является дисциплиной обязательной части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения дисциплины студент должен обладать стартовыми навыками создания программ на языке высокого уровня, уметь анализировать и обобщать информацию, желательно обладать аналитическим складом мышления, что могло быть получено в результате изучения ОП бакалавриата и изучения таких дисциплин как «Информатика», «Программирование».

Знания, полученные в результате изучения дисциплины могут использоваться при работе над выпускной квалификационной работой, прохождения производственной практики (технологической (проектно-технологической) практики) и преддипломной практики.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1. Владение навыками программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем	ИД-1ПК-1. Знать методы программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем
	ИД-2ПК-1. Уметь использовать методы программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем
	ИД-3ПК-1. Иметь навыки владения программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Архитектура параллельных вычислительных систем	3			4		4						10	Выполнение и защита лабораторной работы
2	Основы параллельных вычислений	3			2		2						10	Тестовое задание
3	Этапы разработки параллельного алгоритма	3			2		2						10	Выполнение и защита лабораторной работы
4	Принципы распараллеливания	3			4		4						10	Выполнение и защита лабораторной работы
5	Технология OpenMP	3			6		6						31.8	Выполнение и защита лабораторной работы
6	Зачет	3									0.2			
	Итого			0.0	18.0		18.0	0.0	0.2	0.0	0.0		71.8	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Архитектура параллельных вычислительных систем	Классификация Флинна. Системы с однородным доступом к общей памяти. Системы с неоднородным доступом к памяти.
Основы параллельных вычислений	Матричное распараллеливание. Распараллеливание циклов. Преобразование циклов.
Этапы разработки параллельного алгоритма	Проблемы разработки параллельных программ. Этапы разработки параллельного алгоритма.
Принципы распараллеливания	Основные методы распараллеливания.

	Параллельные циклы. Параллельные секции и задачи. Синхронизация потоков.
Технология OpenMP	Модель параллельной программы OpenMP. Параллельные алгоритмы векторно-матричного умножения. Создание программ с параллелизмом на уровне функций.

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Архитектура параллельных вычислительных систем	Классификация Флинна. Системы с однородным доступом к общей памяти. Системы с неоднородным доступом к памяти.
Этапы разработки параллельного алгоритма	Проблемы разработки параллельных программ. Этапы разработки параллельного алгоритма. Средства параллельного программирования.
Принципы распараллеливания	Основные методы распараллеливания. Параллельные циклы. Параллельные секции и задачи. Синхронизация потоков.
Технология OpenMP	Знакомство с технологией OpenMP. Параллельные алгоритмы векторно-матричного умножения. Создание программ с параллелизмом на уровне функций.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Архитектура параллельных вычислительных систем	Изучение учебной литературы. Подготовка отчета по лабораторной работе	10
2	Основы параллельных вычислений	Изучение учебной литературы. Подготовка отчета по лабораторной работе	10
3	Этапы разработки параллельного алгоритма	Изучение учебной литературы. Подготовка отчета по лабораторной работе	10
4	Принципы распараллеливания	Изучение учебной литературы. Подготовка отчета по лабораторной работе	10
5	Технология OpenMP	Изучение учебной литературы. Подготовка отчета по лабораторной работе	31.8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

К образовательным технологиям, используемым в преподавании данной дисциплины, относятся практические и лабораторные работы.

В изложении материала на практических заданиях наряду используются такие неимитационные методы обучения, как:

проблемное занятия, начинается с постановки проблемы, которую необходимо решить в ходе изложения материала,

занятие с заранее запланированными ошибками, которые студенты должны обнаружить самостоятельно по мере изложения материала.

На занятиях используются компьютерные презентации.

Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах и предназначены для решения прикладных задач с использованием современных инструментальных средств.

При проведении лабораторных работ используются неигровые имитационные методы обучения:

контекстное обучение, направленное на решение профессиональных задач,

работа в команде - совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи с разделением ответственности и полномочий.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Для оценки текущей успеваемости в данной дисциплине относятся: тестовые задания с закрытыми и открытыми видами вопросов; отчеты по выполнению лабораторных работ; зачет.

Вопросы к зачету

1. Режимы выполнения независимых частей программы.
2. Классификация Флинна.
3. Системы с однородным доступом к общей памяти.
4. Системы с неоднородным доступом к памяти.
5. Системы с распределенной памятью.
6. Средства параллельного программирования.
7. Проблемы разработки параллельных программ.
8. Этапы разработки параллельного алгоритма.
9. Модели RAM и PRAM.
10. Конфликты доступа
11. Теорема об эмуляции.
12. Закон Амдала.
13. Граф «операции–операнды».
14. Ленточное разбиение матрицы.
15. Блочное разбиение матрицы.
16. Умножение матрицы на вектор при различном разбиении
17. Распараллеливание циклов.
18. Преобразование циклов.
19. Алгоритм умножения матриц, основанный на ленточном разделении данных
20. Блочный алгоритм умножения матриц.
21. Блочный алгоритм, эффективно использующий кэш-память.
22. Модель параллельной программы OpenMP.
23. Основные директивы OpenMP.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью. OpenMP: учебное пособие / С. Б. Арыков, М. А. Городничев, Г. А. Щукин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 95 с. — ISBN 978-5-7782-3796-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/99203.html](https://www.iprbookshop.ru/99203.html).

2 Стуколов, С. В. Параллельное программирование. Практикум : учебное пособие / С. В. Стуколов. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 273 с. — ISBN 978-5-8353-2723-2. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/book/173547](https://e.lanbook.com/book/173547).

3. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP,

MPI, CUDA : учебное пособие / А. А. Малявко. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 116 с. — ISBN 978-5-7782-2614-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118245> (дата обращения: 02.07.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4 Лебедев, А. С. Технология параллельного программирования : учебно-методическое пособие / А. С. Лебедев, Ш. Г. Магомедов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 98 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176524> (дата обращения: 02.07.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Минязев, Р. Ш. Параллельное программирование (MPI, OpenMP, CUDA) : учебно-методическое пособие / Р. Ш. Минязев. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2021. — 68 с. — ISBN 978-5-7579-2567-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264890> (дата обращения: 02.07.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий openmp, cuda, opencl, mpi : учебное пособие для вузов / А. А. Малявко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 135 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14116-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/538878>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	DevC++	Бесплатное распространение по стандартной общественной лицензии GNU AGPL http://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0.html .
2	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
3	Операционная система Linux	GNU-лицензия (GNU General Public License)
4	MS Visual Studio Community 2022	Лицензия на программное обеспечение Microsoft https://visualstudio.microsoft.com/ru/license-terms/vs2022-ga-community/
5	http://www.IPRbooks.ru	Электронная библиотечная система «IPRbooks» специализируется на учебных материалах по гуманитарным, естественным и точным наукам
6	https://e.lanbook.com/	ЭБС «Лань» – это крупнейшая политематическая база данных, включающая в себя контент сотен издательств научной, учебной литературы и научной периодики.
7	http://www.book.ru/	Электронная библиотечная система «Book.ru» Лицензионная библиотека, которая содержит учебные и научные издания от преподавателей ведущих вузов России.
8	https://urait.ru	Образовательная платформа Юрайт – образовательный ресурс, электронная библиотека и интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов – преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также пользуются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	www.elibrary.ru	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования.
2	https://www.scopus.com	Международная реферативная база данных научных изданий Scopus
3	https://login.webofknowledge.com	Международная реферативная база данных научных изданий Web of Science

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве основных технических средств обучения по дисциплине используются:

- мультимедийные лекционные аудитории, оснащенные проектором, обеспечивающим воспроизводство слайдов и текстов с экрана монитора компьютер лектора, управляющим компьютером, устройствами затемнения, обеспечения информационной безопасности и поддержания микроклимата;
- компьютерные классы кафедры информационных и управляющих систем АмГУ, оборудованные компьютерами, подключенные к ЛВС университета с возможностью подключения сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

В качестве программного обеспечения используются средства, указанные в п.9 данного документа.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях для самостоятельной работы, оснащенных компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.ф