

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

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) образовательной программы – Математическое и программное обеспечение информационных систем

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 1 Семестр 1

Зачет 1 сем

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

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

Факультет математики и информатики

Кафедра информационных и управляющих систем

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.18 № 13

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем

01.09.2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой Бушманов А.В. Бушманов

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Максимова Н.Н. Максимова

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

Для магистрантов необходимы знания методов и алгоритмов обработки информации средствами параллельных вычислительных систем, овладение теоретическими и практическими знаниями в области вычислительных систем, для получения программного обеспечения сложных вычислительных систем. Программа дисциплины предназначена для реализации всех необходимых компетенций.

### Задачи дисциплины:

- \* Изучение методов программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных вычислительных систем;
- \* изучение возможностей технологии OpenMP, возможностей использования параллельных алгоритмов в программах на языке C++;
- \* приобретение умений и навыков программной реализации систем с параллельной обработкой данных.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина является дисциплиной обязательной части Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Для изучения дисциплины студент должен обладать стартовыми навыками создания программ на языке высокого уровня, уметь анализировать и обобщать информацию, 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 и преддипломной практик.

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

### 3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ИД-1ОПК-1. Обладает специальными знаниями и практическим опытом решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики. ИД-2ОПК-1. Умеет использовать методы решения прикладных задач (в т.ч. с использованием программных средств) в профессиональной деятельности.
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИД-1ОПК-1. Владеет математическим аппаратом и опытом решения современных прикладных задач. ИД-2ОПК-1. Способен модифицировать известные и разрабатывать новые методы решения прикладных задач в зависимости от специфики объекта исследования и условий реализации

		конкретной задачи
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ИД-1ОПК-4. Обладает фундаментальными знаниями в области прикладного программирования и информационных технологий. ИД-2ОПК-4.. Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии для решения задач в научной деятельности и для разработки и сопровождения информационных систем. ИД-3ОПК-4. Имеет практический опыт применения программных средств для построения и программной реализации математических моделей. ИД-4ОПК-4. Знает современные подходы к выполнению требований защиты информации при проектировании, разработке, тестировании и отладке, сопровождении информационных 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	1	4				4						10	Выполнение и защита лабораторной работы
2	Основы параллельных	1	2				4						10	Выполнение и защита

	вычислений												лабораторной работы
3	Этапы разработки параллельного алгоритма	1	2			0						10	Тестовое задание
4	Принципы распараллеливания	1	4			2						10	Выполнение и защита лабораторной работы
5	Технология OpenMP	1	6			6						33.8	Выполнение и защита лабораторной работы
6	Зачет	1							0.2				Тестирование
	Итого		18.0		0.0	16.0	0.0	0.2	0.0	0.0		73.8	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Архитектура параллельных вычислительных систем	Классификация Флинна. Системы с однородным доступом к общей памяти. Системы с неоднородным доступом к памяти.
2	Основы параллельных вычислений	Обзор основных задач, решаемых с привлечением параллельных вычислительных систем: проектирование новых материалов, оптимизация нефте- и газодобычи, моделирование полимерных систем нового поколения, проектирование и моделирование вооружения, разработка методов информационной безопасности, моделирование машин, самолетов и других транспортных средств и т.д.
3	Этапы разработки параллельного алгоритма	Проблемы разработки параллельных программ. Этапы разработки параллельного алгоритма. Средства параллельного программирования.
4	Принципы распараллеливания	Основные методы распараллеливания. Параллельные циклы. Параллельные секции и задачи. Синхронизация потоков.
5	Технология OpenMP	Знакомство с технологией OpenMP. Параллельные алгоритмы векторно-матричного умножения. Создание программ с параллелизмом на уровне функций.

### 5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Параллельная генерация вектора случайных чисел	Реализовать параллельное приложение, которое будет генерировать случайные числа в нескольких потоках.
Основы параллельных	Матричное распараллеливание. Распараллеливание

вычислений	циклов. Преобразование циклов.
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.

## 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 к тестированию	10
4	Принципы распараллеливания	Изучение учебной литературы. Подготовка отчета по лабораторной работе	10
5	Технология OpenMP	Изучение учебной литературы. Подготовка отчета по лабораторной работе	33.8

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

В изложении материала на лекциях 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

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. Антонов, А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : учебное пособие / А. С. Антонов. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 83 с. — ISBN 978-5-4497-0934-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/102043.html](https://www.iprbookshop.ru/102043.html) (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. 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) (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Барский, А. Б. Параллельные информационные технологии : учебное пособие / А. Б. Барский. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 502 с. — ISBN 978-5-4497-0686-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97573.html> (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Биллиг, В. А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование : учебник / В. А. Биллиг. — 3-е изд. — Москва : Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 310 с. — ISBN 978-5-4497-0936-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/102044.html](https://www.iprbookshop.ru/102044.html) (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Левин, М. П. Параллельное программирование с использованием OpenMP : учебное пособие / М. П. Левин. — 3-е изд. — Москва : Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 133 с. — ISBN 978-5-4497-0685-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/97572.html](https://www.iprbookshop.ru/97572.html) (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. 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> (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	MS Office 2010 standard	лицензия Microsoft office 2010 Standard RUS OLP ML Academic 50, договор №492 от 28 июня 2012 года.
3	MS Visual Studio Professional 2019	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
4	<a href="http://www.IPRbooks.ru">http://www.IPRbooks.ru</a>	Электронная библиотечная система «IPRbooks» специализируется на учебных материалах по гуманитарным, естественным и точным наукам
5	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ЭБС «Лань» – это крупнейшая политематическая база данных, включающая в себя контент сотен издательств научной, учебной литературы и научной периодики.
6	<a href="http://www.book.ru/">http://www.book.ru/</a>	Электронная библиотечная система «Book.ru» Лицензионная библиотека, которая содержит учебные и научные издания от преподавателей ведущих вузов России.
7	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>	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	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования.
2	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	Международная реферативная база данных научных изданий Scopus
3	<a href="https://login.webofknowledge.com">https://login.webofknowledge.com</a>	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.