

ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский) университет

Утверждено
Директор Института математики и информатики
Арамян Р.Г.
«21» июня 2025, протокол №9.1

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Параллельное программирование

Авторы: Саакян Вардан Рафикович

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
Наименование образовательной программы: «Системное
программирование»

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Этот курс предоставляет студентам понимание основ и продвинутых концепций параллельного программирования. Курс охватывает теоретические аспекты, практические техники и инструменты для разработки параллельных приложений. Студенты научатся эффективно использовать многопоточность, распределенные системы и различные параллельные модели для решения вычислительных задач.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

2-ой семестр - 6 ЗЕТ- экзамен,

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Для прохождения этого курса изучение других дисциплин не требуются.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижений компетенций
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1	Разрабатывает командную стратегию для достижения поставленной цели
		УК-3.2	Умеет организовывать и руководить работой команды
		УК-3.3	Демонстрирует понимание результатов работы команды и личных действий в ней
ПК-7	способностью разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов	ПК-7.1	Знает основные критерии эффективности и качества функционирования системы
		ПК-7.2	Умеет руководить выполнением коллективной деятельностью
		ПК-7.3	Владеет методами постановки задачи,

			проведением эксперимента работоспособности системы
--	--	--	---

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

- Изучить основы параллельного программирования и архитектуры.
- Понять принципы и модели параллельного выполнения.
- Овладеть методами разработки параллельных алгоритмов и программ.
- Научиться использовать современные инструменты и библиотеки для параллельного программирования.
- Развить навыки анализа производительности и оптимизации параллельных приложений.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах)

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		I сем	II сем	III сем	IV сем.	V сем	VI сем.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	324						
1.1.Аудиторные занятия, в т. ч.:	154						
1.1.1.Лекции	58	34					
1.1.2.Практические занятия, в т. ч.	96	72					
1.2.Самостоятельная работа, в т. ч.:	107	74					
1.3. Другие методы и формы занятий	63	36					
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)		Экзамен	Диф.зачет				

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Семина- ры (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)	Друг ие виды зая ний (ак. часо в)
---------------------------	----------------------	--------------------------	-------------------------------------	------------------------------	--------------------------	--

1	2=3+4+5+6 +7	3	4	5	6	7
Модуль 1.						
Тема 1. Введение в параллельное программирование	4	2	2			
Тема 2. Архитектура параллельных систем	4	2	2			
Тема 3. Основы многопоточности	4	2	2			
Тема 4. Синхронизация и коммуникация	4	2	2			
Тема 5. Параллельные алгоритмы и структуры данных	4	2	2			
Тема 6. Инструменты и библиотеки для параллельного программирования	4	2	2			
Тема 7. Параллельное программирование на GPU	4	2	2			
Тема 8. Введение в CUDA и OpenCL	4	2	2			
Тема 9. Анализ и оптимизация производительности	4	2	2			
Тема 10. Параллельное программирование на Java	4	2	2			
Тема 11. Параллельное программирование на Python	4	2	2			
Тема 12. Распределенные системы	4	2	2			
Тема 13. Облачные вычисления	4	2	2			
Тема 14: Практическая работа и проекты	4	2	2			
ИТОГО	64	32	32			

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Тема 1: Введение в параллельное программирование

- Обзор параллельного программирования
- История и эволюция параллельных вычислений
- Основные концепции и термины

Тема 2: Архитектура параллельных систем

- Многоядерные и многопроцессорные системы
- Разделяемая память vs. распределенная память
- Параллельные модели: SIMD, MIMD, SPMD

Тема 3: Основы многопоточности

- Понятие потока и процесса
- Создание и управление потоками
- Проблемы многопоточности: гонки данных, взаимные блокировки

Тема 4: Синхронизация и коммуникация

- Механизмы синхронизации: мьютексы, семафоры, барьеры
- События и условные переменные
- Передача сообщений и коммуникационные модели

Тема 5: Параллельные алгоритмы и структуры данных

- Основы разработки параллельных алгоритмов
- Параллельные структуры данных: очереди, стек, деревья
- Примеры параллельных алгоритмов: сортировка, поиск

Тема 6: Инструменты и библиотеки для параллельного программирования

- Обзор инструментов и библиотек (OpenMP, MPI)
- Введение в OpenMP: директивы, клаузы, работа с циклами
- Введение в MPI: основы, передача сообщений, коллективные операции

Тема 7: Параллельное программирование на GPU

- Основы архитектуры GPU
- Введение в CUDA и OpenCL
- Программирование и оптимизация на GPU

Тема 8: Введение в CUDA и OpenCL

- Введение в CUDA и OpenCL
- Программирование и оптимизация на GPU

Тема 9: Анализ и оптимизация производительности

- Метрики производительности: скорость, масштабируемость, эффективность
- Профилирование и отладка параллельных программ
- Оптимизация и балансировка нагрузки

Тема 10: Параллельное программирование на Java

- Многопоточность в Java: Thread, Executor, ForkJoinPool

- Синхронизация и конкурирующие коллекции в Java
- Работа с библиотекой `java.util.concurrent`

Тема 11: Параллельное программирование на Python

- Многопоточность в Python: `threading`, `multiprocessing`
- Асинхронное программирование: `asyncio`
- Использование библиотек для параллельных вычислений (например, `concurrent.futures`)

Тема 12: Распределенные системы и облачные вычисления

- Основы распределенных систем

Тема 13: Облачные вычисления

- Введение в облачные платформы и сервисы
- Разработка распределенных приложений

Тема 14: Практическая работа и проекты

- Практическое применение изученных концепций
- Разработка собственного параллельного проекта
- Презентация и обсуждение проектов

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Решение задач согласно пройденной на лекционном занятии темы.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютеры с интернет-браузером.

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

3. Теоретический блок

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Брайан Керниган, Деннис Ритчи, Язык программирования Си, 2-е издание

Бьерн Страуструп, Язык программирования C++, 2-е издание

Герберт Шилдт, C++. Базовый курс

3.1.2. Учебное пособие:

«Ալգորիթմներ և ալգորիթմական լեզուներ» Գործնական պարապմունքների մեթոդական ձեռնարկ

[https://rau.am/uploads/post/editor_image/C_C++%20practice%20\(1\)_1717589821.pdf](https://rau.am/uploads/post/editor_image/C_C++%20practice%20(1)_1717589821.pdf)

4. Фонды оценочных средств.

4.1. Материалы по практической части курса

4.1.1. Учебно-методические пособия;

Մարգարիտ Ս., Մարգարիտ Ս.

4.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

В системе ejudge

4.3. Перечень экзаменационных вопросов

1. Представление целых и вещественных чисел в двоичной форме. Прямой, обратный и дополнительный код. IEEE-754 формат. Порядок представления байтов (big and little endian). Размеры типов в языке C. Знаковые и беззнаковые числа. Приведение типов.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective, вторая глава.
- Книга Зубков С. В, первая глава
- Книга В.И. Юров: глава 4, глава 17

2. Процессор x86, регистры. Формат данных. Пересылка данных (mov). Регистр eflags. Арифметические и логические операции. Сдвиги. Переполнение. Флаги OF, CF, ZF. Отображение из C в ассемблер и наоборот.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.1 - 3.6
- Книга В.И. Юров: глава 7, 8, 9

3. Флаги OF, CF, ZF, SF. Команды передачи управления. Инструкция jmp и условный переход. Представление операторов условного перехода языка Си в ассемблере.

Оператор switch.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.1 - 3.6
- Intel reference manual
- Книга В.И. Юров: глава 10

4. Организация циклов. Инструкция loop. Представление операторов цикла языка Си в ассемблере: do-while, while, for. Инструкция условной пересылки (Conditional Move Instructions)

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.1 - 3.6
- Книга В.И. Юров: глава 10

5. Представление программы в памяти. Стек и локальные переменные. Расположение глобальных и статических переменных. Организация вызова функций. Передача аргументов, адрес возврата. Фрейм стека. Различные соглашения о вызовах.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.7
- Книга Зубков С. В, 5.2, 5.3
- Книга В.И. Юров: глава 15

6. Массивы и указатели. Представление одномерных и двумерных массивов. Структуры данных в ассемблере.

Литература:

- Книга Computer Systems Programmers perspective: 3.1 - 3.6
- Книга В.И. Юров: глава 13

7. Процессор x87. Организация процессора и его регистры. Основные команды процессора x87.

Литература:

- Книга В.И. Юров: Глава 17

8. RISC-V

Литература:

- <https://riscv.org/wp-content/uploads/2017/05/riscv-spec-v2.2.pdf>
- <https://github.com/riscv/riscv-bitmanip/releases/download/1.0.0/bitmanip-1.0.0.pdf>