

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

А. В. Замятин

« 14 » июля 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Параллельное программирование**

по направлению подготовки

**02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем**

Направленность (профиль) подготовки :

**DevOps-инженерия в администрировании инфраструктуры ИТ-разработки**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.04.15

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.П.Сущенко

Председатель УМК

С.П.Сущенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 – Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности;

– ПК-3 – Способен осуществлять программирование, тестирование и опытную эксплуатацию ИС с использованием технологических и функциональных стандартов, современных моделей и методов оценки качества и надежности программных средств.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.3 Разрабатывает алгоритмы и программы при решении задач профессиональной деятельности.

ИОПК-2.2 Использует фундаментальные знания для реализации алгоритмов пригодных для практического применения в области информационных систем и технологий.

ИОПК-2.1 Использует методы построения и анализа алгоритмов при проектировании и разработке программных систем.

ИПК-1.3 Кодирует на языках программирования и проводит модульное тестирование ИС.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить программирование параллельных алгоритмов с использованием языка программирования высокого уровня и реализовывать алгоритмы вычислительной математики на кластерных системах, выполняя теоретические оценки эффективности полученных параллельных программ

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль Разработка программного обеспечения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Четвертый семестр, зачет с оценкой

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Дискретная математика», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Основы программирования», «Объектно-ориентированное программирование», «Математический анализ», «Алгебра и геометрия» .

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-лабораторные: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

### Тема 1. Введение

Введение. Критерии оценки производительности параллельного алгоритма. Закон Амдала.

### Тема 2. Рекуррентные формулы

Рекуррентные формулы. Вычисление частных сумм последовательности числовых значений. Последовательная сумма. Каскадная схема суммирования. Алгоритм сдваивания. Модифицированная каскадная схема суммирования. Оценка производительности. Способы параллельного представления последовательных алгоритмов. Циклическая редукция.

### Тема 3. Технология параллельного программирования MPI

Технология Message Passing Interface для параллельного программирования на кластерных системах с распределенной памятью. Основные функции MPI на C++. Структура MPI-программы. Компиляция и запуск параллельных программ в ОС Linux.

### Тема 4. Вычисление интегралов

Параллельное вычисление определенных и кратных интегралов. Метод Монте-Карло. Разработка параллельных MPI-программ для кластера ТГУ Cyberia.

### Тема 5. Умножение матриц

Умножение матрицы на вектор. Умножение матрицы на матрицу. Алгоритмы Кэннона и Фокса.

### Тема 6. Прямые методы решения СЛАУ

Прямые методы решения систем линейных уравнений на многопроцессорных системах. LU- Тема 7. Параллельная реализация итерационных методов решения СЛАУ

Параллельная реализация итерационных методов решения СЛАУ. Метод Якоби. Метод Гаусса-Зейделя. Метод верхней релаксации. Синхронные и асинхронные методы. Метод сопряженных градиентов с предобуславливанием.

### Тема 8. Преобразование Фурье

Параллельная реализация дискретного преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм «баттерфляй» и алгоритм транспонирования.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения лабораторных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Практическая подготовка оценивается по результатам выполненных лабораторных работ.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Теоретические и практические результаты формируются компетенциями ИОПК-2.1; ИОПК-2.2; ИОПК-2.3; ИПК-1.3 и результатами обучения:

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1.	Введение	ОР-2.1.1, ОР-2.2.1, ОР-2.3.1, ОР-1.3.1, ОР-1.3.2.	Вопросы по теории раздела 1.
2.	Рекуррентные формулы	ОР-2.1.1, ОР-2.2.1, ОР-2.3.1, ОР-1.3.1, ОР-1.3.2.	Вопросы по теории раздела 2. Задания и вопросы к лабораторной и практической работе

3.	Технология параллельного программирования MPI	OP-2.1.1, OP-2.2.1, OP-2.3.1, OP-1.3.1, OP-1.3.2.	Вопросы по теории раздела 3. Задания и вопросы к лабораторной и практической работе
4.	Вычисление интегралов	OP-2.1.1, OP-2.2.1, OP-2.3.1, OP-1.3.1, OP-1.3.2.	Вопросы по теории раздела 4. Задания и вопросы к лабораторной и практической работе
5.	Умножение матриц	OP-2.1.1, OP-2.2.1, OP-2.3.1, OP-1.3.1, OP-1.3.2.	Вопросы по теории раздела 5. Задания и вопросы к лабораторной и практической работе
6.	Прямые методы решения СЛАУ	OP-2.1.1, OP-2.2.1, OP-2.3.1, OP-1.3.1, OP-1.3.2.	Вопросы по теории раздела 6. Задания и вопросы к лабораторной и практической работе
7.	Параллельная реализация итерационных методов решения СЛАУ	OP-2.1.1, OP-2.2.1, OP-2.3.1, OP-1.3.1, OP-1.3.2.	Вопросы по теории раздела 7. Задания и вопросы к лабораторной и практической работе
8.	Преобразование Фурье	OP-2.1.1, OP-2.2.1, OP-2.3.1, OP-1.3.1, OP-1.3.2.	Вопросы по теории раздела 8. Задания и вопросы к лабораторной и практической работе

Теоретический материал по дисциплине дается в виде лекций с применением стандартных средства демонстрации мультимедиа в формате .ppt. На практических занятиях студенты реализуют предложенные алгоритмы параллельного программирования.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в следующих формах:

1) самостоятельное изучение основного теоретического материала, ознакомление с дополнительной литературой, Интернет-ресурсами, подготовка к практической работе, подготовка к зачету;

2) выполнение практических работ.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы используется литература по предмету, Интернет-ресурсы, материал лекций, указания, выданные преподавателем при проведении практических работ.

Форма промежуточной аттестации: аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме письменного зачета с оценкой, который предусматривает ответы на билеты на основе теоретического материала. Условием допуска к зачету с оценкой является сдача двух практических работ.

Практические работы:

Практическая работа №1 «Параллельные схемы суммирования».

Параллельная реализация различных схем суммирования последовательности числовых значений. Сравнение с теоретическими оценками ускорения параллельного алгоритма.

Цель работы – самостоятельная реализация алгоритмов суммирования с использованием навыков и знаний по темам 2 и 3.

Практическая работа №2 «Вычисление интегралов».

Вычисление кратных интегралов методом повторного интегрирования и методом Монте-Карло на МВС. Сравнение с теоретическими оценками ускорения параллельного алгоритма.

Цель работы – самостоятельная реализация алгоритмов вычисления интегралов с

использованием навыков и знаний по теме 4.

### **11. Учебно-методическое обеспечение**

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

- а) основная литература:
  - Гергель В. П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем М.: Физматлит 2010
  - Старченко А. В. Методы параллельных вычислений Томск: Изд-во Томского ун-та 2013
  - Линев А. В. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур М.: Изд-во Московского университета 2010
  - Старченко А.В., Данилкин Е.А., Лаева В.И., Проханов С.А. Практикум по методам параллельных вычислений М.: Изд-во Московского университета 2010

б) дополнительная литература:

- в) ресурсы сети Интернет:
  - открытые онлайн-курсы
  - Журнал «Эксперт» - <http://www.expert.ru>
  - Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ - [www.gsk.ru](http://www.gsk.ru)
  - Официальный сайт Всемирного банка - [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
  - Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>
  - ...

### **13. Перечень информационных технологий**

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
  - Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
  - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):  
– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>  
– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Старченко Александр Васильевич, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры вычислительной математики и компьютерного моделирования ТГУ.