

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:  
И.о. директора  
Д.Д. Даммер

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  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
А.С. Шкуркин

Председатель УМК  
С.П. Сущенко

Томск – 2025

## **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-1 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-2.1 Использует методы построения и анализа алгоритмов при проектировании и разработке программных систем

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

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

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

– Научиться применять понятийный аппарат для решения практических задач профессиональной деятельности.

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

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль 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 компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

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: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Теория параллельного программирования.

Введение. Области применения параллельных вычислений. Классификация суперкомпьютеров. Последовательные, матричные, конвейерные вычисления. Критерии оценки производительности параллельного алгоритма. Закон Амдаля. Этапы разработки параллельных программ.

Тема 2. Рекуррентные формулы

Рекуррентные формулы. Вычисление частных сумм последовательности числовых значений. Последовательная сумма. Каскадная схема суммирования. Алгоритм сдавивания. 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. Параллельные вычисления определенных и кратных интегралов

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

Тема 5. Параллельные алгоритмы линейной алгебры

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

Тема 6. Технология параллельного программирования OpenMP

Структура программы на OpenMP. Инкрементальное распараллеливание программы. Директивы OpenMP. Распараллеливание циклов. Функции и переменные окружения OpenMP. Компиляция и запуск параллельных программ в ОС Linux.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем индивидуального письменного тестирования по билетам в середине семестра и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестре.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет с оценкой в четвертом семестре проводится по результатам письменного тестирования по билетам, а также по результатам защиты отчетов по шести лабораторным работам. Продолжительность зачета с оценкой 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

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

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «LMS IDO»

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., Берцун В.Н. 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:

– Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2009. – 77 с.

- Дацюк В.Н., Дацюк О.В., Букатов А.А., Виноградова С.А. Руководство по программированию высокопроизводительных вычислительных систем. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2017. — 208 с.

- Гrimm P. Параллельное программирование на современном C++. 2022.

- Корнеев В.Д. Параллельное программирование в MPI. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 304 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Массовый открытые онлайн-курс «Параллельное программирование с использованием OpenMP и MPI» <https://mooc.tsu.ru/mooc-openedu/mpi/>

- <https://parallel.ru/about>

## **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/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

## **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.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

Вычислительный кластер ТГУ Cyberia.

## **15. Информация о разработчиках**

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

Данилкин Евгений Александрович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры вычислительной математики и компьютерного моделирования ТГУ.

Лаева Валентина Ивановна, ст. преподаватель кафедры вычислительной математики и компьютерного моделирования ТГУ.

Лещинский Дмитрий Викторович, ст. преподаватель кафедры вычислительной математики и компьютерного моделирования ТГУ.