

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук



Рабочая программа дисциплины

**Основы распределенных вычислений**

по направлению подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Математическое моделирование и информационные системы**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.02.03

СОГЛАСОВАНО:

 Л.А. Нежелская

Председатель УМК

 С.П. Сущенко

Томск – 2023

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 – способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

– ПК-2. Способен формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу, написать программный код, а также верифицировать работоспособность программного обеспечения и исправить дефекты.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.

ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.

ИОПК-3.3. Демонстрирует способность критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.

ИОПК-3.4. Демонстрирует понимание и умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности.

ИПК-2.1. Осуществляет построение формальной модели и алгоритма для поставленной задачи, написание программного кода с использованием языков программирования, верификацию работоспособности программного обеспечения и исправление дефектов.

ИПК-2.2. Осуществляет оформление программного кода в соответствии с установленными требованиями, разработку процедур верификации работоспособности и измерения характеристик программного обеспечения, разработку тестовых наборов данных.

ИПК-2.3. Осуществляет работу с системой контроля версий, рефакторинг и оптимизацию программного кода.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Ознакомиться с архитектурой распределённых вычислительных систем, их классификацией и основными характеристиками.

– Научиться разработке и анализу параллельных алгоритмов.

– Владеть основами разработки параллельных программ с использованием стандартов MPI и OpenMP.

– Изучить принципы работы с большими данными и ознакомиться с инфраструктурой инструмента Hadoop.

– Изучить базовые технологии распределённых реестров.

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

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина входит в модуль «Прикладная информатика».

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

Восьмой семестр, экзамен.

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

Для освоения дисциплины необходимо знать основы информатики, программирование на C++ и дискретной математики.

Пререквизиты дисциплины: Б1.О.02.12 Дискретная математика, Б1.О.03.01 Информатика, Б1.О.03.05 Технология разработки программного обеспечения, Б1.О.03.04 Алгоритмы и структуры данных, Б1.О.04.01 Архитектура вычислительных систем, Б1.О.03.08 Объектно-ориентированное программирование.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

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

– лекции: 16 ч.

– лабораторные работы: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объём самостоятельной работы студента определён учебным планом.

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

Тема 1. Введение в распределённые вычисления

Организация параллельных вычислительных систем. Процессы и потоки. Распределённые вычислительные системы. Кластеры и их классификация. Вычислительные кластеры и оценка их производительности.

Тема 2. Принципы разработки параллельных алгоритмов

Базовые принципы разработки параллельных алгоритмов. Критерии оценки производительности параллельного алгоритма. Закон Амдаля. Рекуррентные формулы. Умножение матриц. Методы решения СЛАУ.

Тема 3. Message Passing Interface

Стандарт Message Passing Interface (MPI). Основные функции MPI на C++. Структура MPI-программы. Компиляция и запуск параллельных программ с использованием MPI.

Тема 4. OpenMP

OpenMP: основные понятия и определения. Модель памяти в OpenMP, основные директивы и классы переменных. Функций библиотеки OpenMP.

Тема 5. Большие данные

Большие данные: основные признаки и определения. Технологии анализа больших данных. Модель распределённых вычислений MapReduce. Hadoop: основные элементы. Обзор инфраструктуры Hadoop.

Тема 6. Распределённые реестры

Распределённые системы учёта. Технологии распределённого реестра: Directed acyclic graph и Blockchain. Алгоритмы консенсуса. Применение распределённых реестров. Криптовалюты, токены и smart-контракты.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем выполнения и защиты лабораторных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Выполнение и защита лабораторных работ проверяет компетенции ИОПК-3.4., ИПК-2.1., ИПК-2.2., ИПК-2.3.

Примерный перечень лабораторных работ представлен в оценочных средствах к дисциплине.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме устного экзамена по теоретическому материалу. Каждый билет для устного экзамена состоит из трёх теоретических вопросов по трём различным темам дисциплины, а также сопровождается дополнительными вопросами по трём оставшимся темам дисциплины.

Устный экзамен проверяет компетенции ИОПК-3.1., ИОПК-3.2., ИОПК-3.3.

Примерный перечень теоретических вопросов представлен в оценочных средствах к дисциплине.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Защита всех лабораторных работ является необходимым условием допуска к устному экзамену.

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

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=10231>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

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

а) основная литература:

– Старченко А. В. Методы параллельных вычислений : [учебник] / А. В. Старченко, В. Н. Берцун ; Том. гос. ун-т. – Томск : Изд-во Томского ун-та, 2013. – 224 с.

– Малявко А. А. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : Учебное пособие для вузов / Малявко А. А. - Москва : Юрайт, 2020. - 129 с - ( Высшее образование ) . URL: <https://urait.ru/bcode/453248>.

– Лупин С. А. Технологии параллельного программирования / Московский институт электронной техники. - Москва : Издательский Дом "ФОРУМ", 2021. - 206 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=367811>.

– Дружинин Д. В. Высокопроизводительные вычисления и облачные технологии : учебное пособие : [для студентов вузов по направлению "01.04.02 - Прикладная математика и информатика" на магистерской программе "Интеллектуальный анализ больших данных"] / Д. В. Дружинин ; Нац. исслед. Том. гос. ун-т. - Томск : Издательство Томского государственного университета, 2020. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000792782>

б) дополнительная литература:

– Практикум по методам параллельных вычислений : [учебник] / А. В. Старченко, Е. А. Данилкин, В. И. Лаева, С. А. Проханов ; под ред. А. В. Старченко ; Томский гос. ун-т ; Суперкомпьютерный консорциум ун-тов России. – М. : Изд-во Московского

университета, 2010. – 199 с. – URL:  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000421177>

– Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений : учебное пособие / В. П. Гергель. Москва : Интернет-Университет информационных технологий , 2016. – 423 с.

– Богачев К. Ю. Основы параллельного программирования / К. Ю. Богачев. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 342 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Богословский Н.Н., Данилкин Е.А. Введение в параллельное программирование с использованием OpenMP и MPI. – URL: <https://ru.coursera.org/learn/parallelnoye-programirovaniye>.

– Сайт Суперкомпьютерного центра ТГУ . – URL: <https://cyberia.tsu.ru/>

– Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям в сети Интернет . – URL: <https://parallel.ru/>

– Официальный сайт Hadoop. – URL: <https://hadoop.apache.org/>

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

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Программное обеспечение для показа презентаций к лекциям (напр. Adobe Acrobat Reader, Microsoft PowerPoint или их аналоги). Лабораторные работы выполняются студентами с использованием свободно-распространяемого программного обеспечения, а именно, среды разработки для языка C++ (напр. Microsoft Visual Studio или аналоги).

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 Орайт – <https://urait.ru/>

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

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

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

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения 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.

Лаборатории, оборудованные компьютерной техникой с программным обеспечением, указанным в пункте 13.

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

Твардовский Александр Сергеевич, канд. физ.-мат. наук, кафедра компьютерной безопасности, доцент