

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан ММФ ТГУ

Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

Основы программирования на кластерных вычислительных системах

по направлению подготовки

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки :

**Основы научно-исследовательской деятельности в области математики и
компьютерных наук**

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Л.В. Гензе

Председатель УМК

Е.А. Тарасов

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен находить или создавать, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике современный математический аппарат, математические модели и алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем в научно-исследовательской и (или) опытно-конструкторской деятельности в различных областях техники, естествознания, экономики и управления.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.1 Использует методы построения и анализа математических моделей в задачах естествознания, техники, экономике и управлении.

ИОПК 2.2 Демонстрирует умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии (в том числе с применением многопроцессорных систем) для решения различных задач в области профессиональной деятельности.

ИОПК 2.3 Участвует в разработке математических моделей для решения задач естествознания, техники, экономики и управления под руководством более квалифицированного работника.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить основные подходы к построению параллельных алгоритмов.

– Научиться параллельному программированию с использованием технологий MPI и OpenMP.

– Получить навыки реализации, оптимизации и распараллеливания алгоритмов для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Восьмой семестр, зачет с оценкой

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: программирование.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-практические занятия: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение

История развития высокопроизводительных вычислительных систем. Архитектура и классификация вычислительных систем. Работа в операционной системе Linux. Современные компиляторы программ. Компиляция и запуск последовательных и параллельных программ. Работа в операционной системе Linux. Компиляция и запуск последовательных и параллельных программ. Написание, компиляция и отладка последовательных программ.

Тема 2. MPI

Параллельное программирование с использованием стандарта MPI. Основы MPI. Прием и передача сообщений между отдельными процессами. Коллективные операции. Примеры решения задач. Реализация матричных алгоритмов.

Тема 3. OpenMP

Параллельное программирование с использованием стандарта OpenMP. Основы OpenMP. Директивы распределения работы и синхронизации работы. Примеры решения задач. Реализация матричных алгоритмов

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения индивидуальных заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. История развития высокопроизводительных вычислительных систем. Архитектура и классификация вычислительных систем.
2. Параллельное программирование с использованием стандарта OpenMP. Основы OpenMP.
3. Директивы распределения работы и синхронизации работы. Примеры решения задач.
4. Параллельное программирование с использованием стандарта MPI. Основы MPI.
5. Прием и передача сообщений между отдельными процессами. Коллективные операции. Примеры решения задач.

Примеры задач:

1. Реализовать параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор с использованием библиотеки MPI. Оценить ускорение работы полученной программы в зависимости от числа используемых процессоров.
2. Реализовать параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор с использованием библиотеки OpenMP. Оценить ускорение работы полученной программы в зависимости от числа используемых потоков.

При ответе на вопросы оценивается полнота и точность ответа, логичность и аргументированность изложения материала, умения использовать в ответе фактический материал.

Зачет выставляется с учетом суммы оценок за выполнение индивидуальных работ и оценки зачета. Для получения зачета средняя оценка должна быть от трех до пяти баллов.

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:

– 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. <http://math.tsu.ru/sites/default/files/mmf2/e-resources/parallel%20comp%20meth.pdf>

– 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>

– Высокопроизводительные вычисления на кластерах. Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2008. – 198 с. <http://math.tsu.ru/sites/default/files/mmf2/e-resources/parallel.pdf>

– Гергель В. П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных много-ядерных систем : [учебник] / В. П. Гергель ; Б-ка Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского ; Суперкомпьютерный консорциум ун-тов России. – М. : Физматлит [и др.], 2010. – 539 с.

– Линев А. В. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур : [учебник] / А. В. Линев, Д. К. Боголепов, С. И. Бастраков ; под ред. В. П. Гергеля ; Нижегородский гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского ; [Суперкомпьютерный консорциум университетов России]. – М. : Изд-во Московского университета, 2010. – 148 с.

б) дополнительная литература:

– Хокни, Джесхоуп. Параллельные ЭВМ. М.: Радио и связь, 1986.

– Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. М.: Мир, 1991.

– Фадеева В.Н., Фадеев Д.К. Параллельные вычисления в линейной алгебре.

– Воеводин В.В. Математические модели и методы в параллельных процессах.

– Гергель В.П., Стронгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессор-ных вычислительных систем. Нижний Новгород: ННГУ, 2002. 122с.

– Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. -СПб: БХВ - Петербург, 2002. -608 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– <http://parallel.ru/>

– <http://www.netlib.org/blas/>

– <https://software.intel.com/en-us/intel-mkl>

– Массовый открытый онлайн-курс «Введение в параллельное про-граммирование с использованием OpenMP и MPI» <https://www.coursera.org/learn/parallelnoye-programmirovaniye>

– <http://top500.org>

– <http://top50.supercomputers.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.).
- putty (дистрибутив putty) <https://www.putty.org/>
- winscp (дистрибутив winscp) <https://winscp.net/eng/download.php>

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>

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.

Доступ на вычислительный кластер ТГУ Cyberia.

15. Информация о разработчиках

Данилкин Евгений Александрович, кандидат физико-математических наук, кафедры вычислительной математики и компьютерного моделирования ММФ ТГУ, доцент.