

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан ММФ ТГУ
Л.В.Гензе

Оценочные материалы по дисциплине

**Методы параллельных вычислений
(Parallel Computing Methods)**

по направлению подготовки

01.04.01 Математика

Направленность (профиль) подготовки
**Математический анализ и моделирование
(Mathematical Analysis and Modelling)**

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.В.Старченко

Председатель УМК
Е.А.Тарасов

Томск – 2023

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен формулировать и решать актуальные и значимые проблемы математики.

ПК-1 Способен самостоятельно решать исследовательские задачи в рамках реализации научного (научно-технического, инновационного) проекта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Формулирует поставленную задачу, пользуется языком предметной области, обоснованно выбирает метод решения задачи.

ИПК 1.1 Проводит исследования, направленные на решение отдельных исследовательских задач

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- индивидуальные задания;

Индивидуальные задания (ИОПК 1.1, ИПК 1.1):

1. Реализовать параллельный алгоритм решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений, в которой матрица является нижнетреугольной с единичными ненулевыми элементами. В качестве начальных условий принять $y_i(0) = 1, i = 1, n$. Для обеспечения равномерной загрузки процессоров применить циклическую схему распределения подзадач по процессам. Решить задачу методом Пикара и методом многошаговым методом Адамса.

2. Численно решить задачу нестационарной теплопроводности на вычислительном кластере с использованием явной разностной схемы и одномерной декомпозиции сеточной области.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right), t > 0, 0 < x < 10, 0 < y < 10;$$

$$t = 0: u = 0; a = 10^{-3}$$

$$x = 0: \frac{\partial u}{\partial x} = u; x = 10: \frac{\partial u}{\partial x} = -u$$

$$y = 0: u = 100; y = 10: u = 100.$$

Разработать численный метод решения задачи (исследовать аппроксимацию, устойчивость полученной разностной схемы). Определить значение температуры в центре области через 30 секунд. Написать и отладить параллельную программу. Исследовать ускорение и эффективность параллельной программы. В расчетах использовать сетку размером 200x200 узлов.

3. Найти характеристический многочлен графа K_5 и его вектор Фидлера.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзамен во Второе семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть содержит один вопрос, проверяющий ИОПК 1.1. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИПК-1.1. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Третья часть содержит 2 вопроса, проверяющих ИПК 1.1 и оформленные в виде практических задач. Ответы на вопросы третьей части предполагают решение задач и краткую интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Параллельная реализация явного метода Эйлера для решения систем ОДУ на основе декомпозиции по данным. Теоретическая оценка ускорения и эффективности.

2. Явная разностная схема для уравнений теплопроводности и ее параллельная реализация с использованием двумерной декомпозиции. Теоретические оценки ускорения и эффективности.

3. Параллельная реализация одношагового метода Рунге-Кутты четвертого порядка для решения систем ОДУ на основе декомпозиции по данным. Теоретическая оценка ускорения и эффективности.

4. Явная разностная схема для уравнения теплопроводности и ее параллельная реализация с использованием одномерной декомпозиции. Теоретические оценки ускорения и эффективности.

5. Метод Якоби для решения разностной задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике и его параллельная реализация с использованием одномерной и двумерной декомпозиции. Сравнительный анализ способов декомпозиции сеточной области.

6. Метод Зейделя и верхней релаксации для решения разностной задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике и его параллельная реализация. Красно-черное упорядочивание узлов сетки. Теоретическая оценка ускорения и эффективности.

7. Метод Зейделя и верхней релаксации для решения разностной задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике и его параллельная реализация. Асинхронный подход. Теоретическая оценка ускорения и эффективности.

8. Постановка задачи решения систем ОДУ. Области применения. Основные подходы построения параллельных алгоритмов для решения систем ОДУ.

9. Численное решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике с помощью метода конечных разностей. Построение разностной схемы. Обзор методов решения сеточных уравнений и их сравнительный анализ.

10. Численное решение задачи нестационарной теплопроводности с помощью явных и неявных разностных схем. Построение разностных схем.

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

При ответе на вопросы оценивается полнота и точность ответа, логичность и аргументированность изложения материала, умения использовать в ответе фактический материал. Итоговая оценка выставляется с учетом суммы оценок за выполнение индивидуальных работ и оценки экзамена.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

1. В каких единицах измеряется производительность компьютера?
2. Как определяется ускорение параллельной программы? В каких пределах оно может меняться?
3. Сформулируйте закон Амдала. Каким будет максимальное ускорение параллельной программы, в которой 1% арифметических операций выполняется только одним процессором?

4. Перечислите основные этапы разработки параллельной программы. Какие из них зависят от архитектуры ЭВМ, какие не зависят?
5. В чем отличие функциональной декомпозиции от декомпозиции по данным?
6. Опишите алгоритм каскадной схемы суммирования.
7. В чем заключается преимущество обобщенной формулы средних прямоугольников перед формулой трапеций?
8. Перечислите основные способы вычисления кратных интегралов. Дайте их сравнительный анализ.
9. Перечислите возможные подходы распараллеливания матрично-векторного умножения.
10. Какие способы декомпозиции задачи матрично-векторного умножения возможны при ограниченном числе используемых процессоров?
11. Какие базовые операции линейной алгебры обычно включают итерационные методы и какими способами они распараллеливаются?
12. Оцените временные затраты на выполнение одной итерации в методе Якоби.
13. В чем заключается проблема распараллеливания метода Зейделя? Прокомментируйте с использованием формул метода.
14. Что собой представляет асинхронная или хаотическая релаксация?
15. Каких суперкомпьютеров больше: кластеров или MPP-машин?

Информация о разработчиках

Данилкин Евгений Александрович, к.ф.-м.н., кафедра ВМиКМ, доцент