

На правах рукописи *моя подпись*

Алехова Елена Юрьевна

**Моделирование процесса итеративного умножения
больших разреженных слабоструктурированных
матриц на вектор на многопроцессорных
вычислительных системах с распределённой
памятью**

Специальность 05.13.18 — математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук

Москва — 2013

Работа выполнена на кафедре математический кибернетики факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук,
профессор Применко Эдуард Андреевич

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
профессор Фамилия Имя Отчество
кандидат физико-математических наук
Фамилия Имя Отчество

Ведущая организация: Вычислительный центр
им. А. А. Дородницына РАН

Защита состоится DD mmmmmm YYYY г. в XX^{yy} часов на заседании диссертационного совета NN при Название учреждения, где состоится защита по адресу:

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Название библиотеки.

Автореферат разослан DD mmmmmm YYYY года.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.141.15
доктор физико-математических наук

Аттетков А. В.

Общая характеристика работы

Актуальность темы. В последние десятилетия наметилось отчётливое направление развития многопроцессорных вычислительных систем в сторону популярности массивно-параллельных систем с распределенной памятью и большим количеством узлов. Системы такого типа превалируют среди списка TOP-500 наиболее мощных многопроцессорных вычислительных систем мира, и многопроцессорные вычислительные комплексы, занимающие в нём верхние строки насчитывают десятки и сотни тысяч вычислительных узлов. Развитие коммуникационных сетей делает наращивание количества узлов наиболее эффективным способом увеличения вычислительной мощности многопроцессорной системы. Однако, весьма небольшое количество существующих методов решения прикладных задач обладает достаточной масштабируемостью и может быть перенесено на вычислительные системы петафлопсного диапазона без модификаций. Подавляющее большинство из них требует серьезной работы по адаптации реализуемых алгоритмов, и зачастую приводит к созданию новых, параллельных, методов.

Задача решения СЛАУ с большими разреженными слабоструктурированными матрицами над полем $GF(2)$ играет чрезвычайно важную роль в прикладных задачах криптографии, в частности, методе решета числового поля. Блочный алгоритм Ланцоша лежит в основе многих методов параллельного решения систем линейных алгебраических уравнений над полем $GF(2)$, однако его параллельные реализации предъявляют чрезвычайно высокие требования к коммуникационным сетям, из-за чего зачастую предпочтение отдается более трудоемким, но менее требовательным к коммуникационной среде методам, основанным на алгоритме Видеманна-Копперсмита.

Таким образом, оптимизация наиболее ресурсозатратного этапа алгоритма Ланцоша, а именно матрично-векторного умножения, является актуальной и практически значимой задачей.

Цель работы. Целью диссертации является разработка математических моделей и алгоритмов для исследования процесса итеративного умножения больших разреженных слабоструктурированных матриц на вектор на многопроцессорных вычислительных системах с распределённой памятью для определения границ масштабируемости вышеупомянутых методов и поиска оптимальных параметров распределения данных по узлам вычислительной системы для повышения масштабируемости.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

1. Предложена математическая модель процесса параллельного итеративного матрично-векторного умножения в многопроцессорных вычислительных системах с распределенной памятью, позволяющая эффективно учесть осо-

бенности данного процесса для больших слабоструктурированных разреженных матриц. Предлагаемая модель позволяет найти приближённые значения оптимальных параметров запуска итеративного процесса матрично-векторного умножения с учетом характеристик задачи и используемой вычислительной системы.

2. Разработан параллельный код для моделирования процесса итеративного матрично-векторного умножения, поддерживающий генерацию синтетических тестовых данных с широким спектром характеристик, и позволяющий моделировать различные варианты использования ресурсов многопроцессорной вычислительной системы и различные варианты распределения данных по узлам многопроцессорной вычислительной системы.
3. Разработан программный комплекс, позволяющий серий численных экспериментов уточнить оценки параметров, получаемые при помощи предлагаемой математической модели. Проведена практическая демонстрация эффективности разработанных программных средств при исследовании способов распределения данных в коммуникационной среде в процессе матрично-векторного умножения больших слабоструктурированных матриц.

Апробация работы.

Публикации.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения. Полный объем диссертации **XXX** страниц текста с **XX** рисунками и **XX** таблицами. Список литературы содержит **XXX** наименование.

Содержание работы

Во **введении** раскрывается актуальность темы работы, приводится краткое описание проблем и результатов, относящихся к теме диссертации. Приведен обзор существующих моделей и средств повышения эффективности параллельного итеративного матрично-векторного умножения. Кратко излагается структура и содержание работы по главам и основные полученные результаты.

Первая глава

Вторая глава

Третья глава

В **заключении** приведены основные результаты работы, которые заключаются в следующем:

1. Предложена математическая модель процесса параллельного итеративного матрично-векторного умножения в многопроцессорных вычислительных си-

стемах с распределенной памятью, позволяющая эффективно учесть особенности данного процесса для больших слабоструктурированных разреженных матриц.

2. Создан комплекс программных средств для численного моделирования процесса итеративного матрично-векторного умножения, поддерживающий генерацию синтетических тестовых данных с широким спектром характеристик, и позволяющий моделировать различные варианты использования ресурсов многопроцессорной вычислительной системы и различные варианты распределения данных по узлам многопроцессорной вычислительной системы.
3. Проведено исследование способов определения оптимальных параметров распределения данных в коммуникационной среде в процессе матрично-векторного умножения больших слабоструктурированных матриц, предложены методы, позволяющие повысить масштабируемость данного процесса.

Публикации автора по теме диссертации

1. Фамилия И.О. Название статьи // Журнал. 2012. Т. 1. с. 100.
2. Фамилия И.О. название тезисов конференции // Название сборника. 2012.