

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Лебедева Артема Сергеевича по теме «Методы и средства
распараллеливания программ линейного класса для выполнения на
многопроцессорных вычислительных системах», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных
систем, комплексов и компьютерных сетей»

Диссертационная работа Лебедева Артема Сергеевича посвящена актуальной научной задаче, возникающей при проектировании автоматически распараллеливающих трансляторов — разработке методов нахождения пространственных и временных отображений программ линейного класса, обеспечивающих локальность использования данных при их параллельном выполнении на многопроцессорных вычислительных системах.

Основное внимание в работе уделено разработке методов и средств анализа и трансформации программ линейного класса, а именно:

- Разработаны новые критерии оптимальности пространственных и временных отображений программ линейного класса, отличающиеся возможностью ранжировать информационные зависимости и доступы к данным для более гибкого количественного описания локальности использования данных, чем целевые функции на основе лексикографического упорядочивания в методах П. Футриера и У. Бондхугулы.
- Разработан новый метод нахождения оптимальных пространственных и временных отображений программ линейного класса для распараллеливания гнезд циклов, отличающийся применением взвешенной суммы показателей качества решения. Разработанный метод устраняет необходимость полного перебора решений с их трудоемкой оценкой качества (М. Грибль), и при этом позволяет следовать идее П. Футриера, но при ослабленных ограничениях, заключающихся в сокращении расстояния коммуникаций, а не полном их исключении, в меньшей степени ограничивая параллелизм.
- Разработан метод генерации параллельной MPI-программы, позволяющий организовать информационный обмен между параллельными процессами в случае явно заданного распределения данных между процессорами. По сравнению с методом Р. Дататри, исключающим дублирование информации при пересылке информационных пакетов, нет необходимости размещать входные данные на всех вычислительных устройствах.

Получены экспериментальные результаты исследования производительности параллельных вариантов программ (lu, atax, syr2k, floyd, gramschmidt), свидетельствующие о выигрыше в эффективности распараллеливания по сравнению с современным транслятором Pluto: до 25% (с OpenMP) и до 302% (с MPI). Разработаны компоненты, которые могут быть использованы в автоматически распараллеливающем трансляторе для поддержки распараллеливания программ, написанных на языке Си.

Вместе с тем в автореферате имеются следующие несущественные недостатки:

1. Не приводится понятийный аппарат модели многогранников, что затрудняет восприятие авторских выкладок.

2. При описании компонентов распараллеливающего транслятора практически не уделяется внимание применению найденных аффинных отображений к исходной последовательной программе.

Несмотря на приведенные замечания, работа выполнена на высоком уровне, является законченным научным трудом, удовлетворяющим всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.3.5. Автор – Лебедев Артем Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Профессор Кафедры нелинейных динамических систем и процессов управления
Факультета вычислительной математики и кибернетики
Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова,
Доктор физико-математических наук,
Член-корреспондент РАН



ИЛЬИН Александр Владимирович

29.04.2024г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лебедева Артема Сергеевича
«Методы и средства распараллеливания программ линейного класса для
выполнения на многопроцессорных вычислительных системах»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение
вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

В настоящее время одними из основных способов повышения производительности вычислительных систем является использование многопроцессорности и параллелизма. Они активно применяются начиная с микроконтроллеров и заканчивая суперкомпьютерами. При этом современные параллельные компьютерные архитектуры отличаются своей сложностью, гетерогенностью и многообразием. Стоит отметить, что разработка эффективного программного обеспечения для таких архитектур всегда была сложной задачей, которая особенно усложняется при возрастающих требованиях к быстродействию современного программного обеспечения с объемной кодовой базой, созданной в процессе многолетней разработки. Кроме того, специалисты предметных областей, разрабатывающие программный код для проведения собственных исследований, предпочитают фокусироваться на решении прикладной задачи, а не на технических аспектах параллельного программирования конкретной вычислительной системы, что может привести к неэффективному использованию ресурсов оборудования. Одним из подходов к решению обозначенных проблем является автоматическое распараллеливание программ. Именно разработке методов и средств автоматического распараллеливания программ и посвящена диссертация Лебедева Артема Сергеевича.

Основным научным результатом, полученным диссертантом, можно считать разработку новых критериев оптимальности пространственных и временных отображений программ линейного класса, отличающихся возможностью ранжировать информационные зависимости и доступ к данным для более гибкого количественного описания локальности их использования, чем целевые функции на основе лексикографического упорядочивания в методах П. Футриера и У. Бондхугулы. Также разработан новый метод нахождения оптимальных пространственных и временных отображений программ линейного класса. Кодогенерация для систем с распределенной памятью – еще одна задача, рассмотренная автором. В работе им предложен метод генерации параллельной MPI-программы, позволяющий организовать информационный обмен между параллельными процессами в случае явно заданного распределения данных между процессорами.

Практическая значимость работы определяется созданием программных компонентов, которые могут быть применены в

оптимизирующих трансляторах для выполнения распараллеливающих преобразований в модели многогранников.

Однако, в автореферате присутствуют определенные недостатки:

1. Из автореферата неясно, каким образом аффинные отображения программ линейного класса соотносятся с классическими преобразованиями циклов (расщепление циклов, слияние циклов, переиндексирование).
2. Из автореферата неясно, каким образом можно управлять процессом трансляции.
3. Из автореферата не совсем ясна методика проведения экспериментов, рассматриваемых в четвертой главе работы, а также не приводятся результаты сравнительного анализа полученных оценок производительности параллельных вариантов программ.

Указанные замечания не меняют общую положительную оценку диссертации. Представленные в ней результаты исследований имеют несомненный теоретический и практический интерес, а поставленные и решенные задачи – прикладное значение. В целом, диссертация выполнена на высоком уровне и представляет собой решение актуальной научной задачи.

Считаю, что работа в полном объеме удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Лебедев Артем Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

14 мая 2024 г.


подпись

Мальковский Сергей Иванович

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
Вычислительный центр Дальневосточного отделения
Российской академии наук,
680000, г. Хабаровск, ул. Ким Ю Чена д. 65
Тел.: +7 (4212) 703913
E-mail: sergey.malkovsky@ccfebras.ru

Подпись Мальковского С. И.
«заверяю»

И. Смирнов



СОЛОНИНА Т. Ю,
14 МАЙ 2024

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Лебедева Артема Сергеевича

«Методы и средства распараллеливания программ линейного класса для выполнения на многопроцессорных вычислительных системах»,
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

Разработка методов автоматического распараллеливания программ является актуальной задачей в связи с повсеместным распространением параллельных вычислительных систем не только в суперкомпьютерном сегменте, но и в рабочих станциях, персональных компьютерах и встраиваемых системах. Развитие инструментария для обработки программного кода позволит облегчить рутинный труд исследователя или инженера при решении прикладных задач. Именно развитию методов автоматического распараллеливания программ, принадлежащих классу линейных, и посвящена диссертационная работа.

В качестве основного научного результата, полученного автором, можно считать решение актуальной научной задачи, связанной с разработкой методов нахождения пространственных и временных отображений программ линейного класса, обеспечивающих локальность использования данных при их параллельном выполнении на многопроцессорных вычислительных системах.

Практическая значимость диссертации заключается в разработанных компонентах, которые могут быть использованы в автоматически распараллеливающем трансляторе для поддержки распараллеливания программ, написанных на языке Си: компонент нахождения пространственных и временных отображений программ линейного класса, скрипт расстановки директив OpenMP, библиотека макросов для организации информационного обмена и скрипт постобработки параллельных циклов для реализации блочной схемы распределения процессоров в MPI-программе.

Однако, автореферат не лишен недостатков:

- Не ясны ограничения на область применимости разработанных методов и средств обработки программного кода.
 - Не рассмотрены затраты по времени, необходимые для нахождения пространственных и временных отображений программ линейного класса.
- Несмотря на указанные недостатки, диссертация является законченной научно-исследовательской работой, содержащей решение актуальной научной задачи, имеющей важное практическое значение для проектирования инструментальных средств параллельного программирования, и теоретическую значимость в разработке методов

создания программ для параллельной и распределенной обработки данных.

Диссертационная работа Лебедева Артема Сергеевича удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует специальности 2.3.5, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

ФГБУН Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН, с.н.с., к.т.н.

Ахметзянов А.В.

подпись

29.05.2014 г.

ПОДПИСЬ

ЗАВЕРЯЮ

ВЕД. ИНЖЕНЕР

ГОРДЕВА Ю.Ю.



Отзыв

на автореферат диссертации Лебедева Артема Сергеевича по теме «Методы и средства распараллеливания программ линейного класса для выполнения на многопроцессорных вычислительных системах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

Актуальность темы. Большинство вычислительно емких научных и инженерных приложений тратят значительную часть времени исполнения на вложенности циклов, часто отвечающие критериям линейности программ. Модель многогранников предоставляет мощный математический аппарат, упрощающий анализ и преобразование таких программ с целью улучшения быстродействия путем повышения степени параллелизма и оптимизации локальности использования данных при вычислениях. Именно развитию этой модели в части методов нахождения пространственных и временных отображений программ линейного класса и посвящена диссертационная работа Лебедева Артема Сергеевича.

Новизна работы. В работе предлагается метод нахождения оптимальных пространственных и временных отображений программ линейного класса, отличающийся применением взвешенной суммы показателей качества решения. Метод полагается на предложенные критерии оптимальности пространственных и временных отображений программ линейного класса, отличающиеся возможностью ранжировать информационные зависимости и доступы к данным для более гибкого количественного описания локальности использования данных. Также предложен метод генерации параллельной MPI-программы, не требующий дублирования входных данных во всех исполняющихся процессах для сокращения накладных расходов памяти на поддержку распределенных вычислений.

Практическая значимость заключается в разработанных компонентах, которые могут быть использованы в автоматически распараллеливающем трансляторе для поддержки распараллеливания программ, написанных на языке Си, а именно: компонент нахождения пространственных и временных отображений программ линейного класса, скрипт расстановки директив OpenMP, библиотека макросов для организации информационного обмена и скрипт постобработки параллельных циклов для реализации блочной схемы распределения процессоров в MPI-программе.

Замечания по автореферату. Не приводится обоснование выбора конфигураций для запуска параллельных программ на MPI (1, 2, 8 процессов). Не приводится методика расстановки конструкций информационного обмена.

Выводы. Тематика диссертационной работы соответствует специальности 2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей». Работа содержит все компоненты диссертации, соответствует требованиям ВАК и является законченным решением актуальной научной задачи по разработке методов нахождения пространственных и временных отображений программ линейного класса, обеспечивающих локальность использования данных при их параллельном выполнении на многопроцессорных вычислительных системах. Лебедев Артем Сергеевич достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Ведущий научный сотрудник
Федерального государственного учреждения
"Федеральный исследовательский центр
"Информатика и управление"
Российской академии наук"
Доктор технических наук


подпись

В.В. Арлазаров



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Лебедева Артема Сергеевича по теме «Методы и средства распараллеливания программ линейного класса для выполнения на многопроцессорных вычислительных системах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

Одной из наиболее существенных проблем при решении вычислительно емких научных и инженерных задач является сложность программирования параллельных вычислительных систем, которая лишь возрастает с многообразием применяемой разнородной аппаратуры (универсальные многоядерные процессоры, графические ускорители, ПЛИС, специальные аппаратные ускорители). Именно решению этой проблемы и посвящена данная диссертационная работа, а именно развитию методов анализа и преобразования программ определенного класса - линейных, что и говорит об ее актуальности, поскольку большинство приложений научных и инженерных расчетов тратят значительную часть времени выполнения на участки с циклами.

Научным достижением автора является сформулированный им подход, позволяющий с достаточной степенью гибкости количественно описывать локальность использования данных, что сформулировано в новых критериях оптимальности пространственных и временных отображений программ линейного класса. Также предложен метод нахождения оптимальных отображений, отличающийся применением взвешенной суммы показателей качества решения, и не требующий полного перебора решений. Второй метод, отмеченный научной новизной, состоит в генерации параллельной MPI-программы, позволяющий организовать информационный обмен между параллельными процессами в случае явно заданного распределения данных между процессорами.

Разработанные автором методы представляют как научный, так и практический интерес, предлагая подход к исследованию влияния локальности использования данных на быстродействие программ линейного класса при их параллельном выполнении. Развитие таких подходов важно в разработке методов и методик повышения быстродействия программ, затрачивающих большую часть времени выполнения на участки с циклическими конструкциями.

Практический интерес представляет реализация компонентов для обработки программ линейного класса, написанных на языке Си.

Однако, автореферат не лишен ряда недостатков:

- Так, из него не ясно, каким образом осуществляется формулирование задач линейного целочисленного программирования при нахождении пространственных и временных отображений программ.
- Также из автореферата не ясно, каковы временные затраты на трансляцию.

Указанный недостаток не снижает качества и значимости работы. Работа является целостным научным трудом, ее тематика актуальна и соответствует специальности 2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение

вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей», а автор – присуждения ученой степени кандидата технических наук, а автор достоин присуждения степени кандидата технических наук по данной специальности.

Заведующий отделом Технологий
программирования
ФГБУН Института системного
программирования Российской
академии наук им.
В.П. Иванникова (ИСП РАН),
профессор, доктор физ.-мат. Наук



Александр Константинович
Петренко

14 мая 2024 г.

Подпись А.К. Петренко
удостоверяю.
Ученый секретарь ИСП РАН
Кандидат технических наук



Олег Ильгисович Самоваров

14 мая 2024 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Лебедева Артема Сергеевича

по теме «Методы и средства распараллеливания программ линейного класса для выполнения на многопроцессорных вычислительных системах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

Повсеместное распространение многоядерных процессоров в вычислительной технике, начиная с мобильных устройств и рабочих станций, заканчивая серверными и суперкомпьютерными решениями, сделало концепцию параллелизма массовой и доступной. Внедрение средств автоматизации в системы анализа и трансформации программного кода позволяет сократить сроки и повысить качество разработки программ научных и инженерных расчетов, спроектированных для параллельных вычислительных систем с общей и распределенной памятью. В значительной степени актуальна задача распараллеливания программ линейного класса, большая часть времени выполнения которых приходится на циклические конструкции. Таким образом, тематика диссертационной работы Лебедева Артема Сергеевича, связанная с разработкой методов автоматического распараллеливания линейных программ в модели многогранников представляется востребованной и актуальной.

В диссертационной работе проводится анализ проблем, возникающих при использовании существующих методов нахождения аффинных расписаний и размещений вычислений и данных для программ линейного класса. В результате проведенных исследований автором предложены критерии оптимальности пространственных и временных отображений программ линейного класса и метод их нахождения, позволяющий избежать полного перебора решений с индивидуальной трудоемкой оценкой их

качества. Также предложен метод генерации параллельной MPI-программы, позволяющий организовать информационный обмен между параллельными процессами в случае явно заданного распределения данных между процессорами, не требуя дублирования входных данных во всех исполняющихся процессах. Разработаны компоненты, которые могут быть использованы в автоматически распараллеливающем трансляторе для поддержки распараллеливания программ, написанных на языке Си

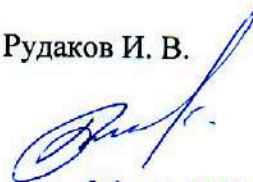
В качестве замечаний по автореферату можно отметить следующее:

- Недостаточно подробно рассмотрены механизмы постобработки программного кода после трансформаций в модели многогранников.
- Из автореферата неясно, каковы задержка и расстояние использования данных для информационных зависимостей в рассмотренных тестовых программах.

В целом, диссертационная работа выполнена на высоком уровне, результаты исследований представляют теоретический интерес и имеют прикладное значение. Работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует специальности 2.3.5, а автор Лебедев Артем Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой
«Программное обеспечение ЭВМ и
информационные технологии»
МГТУ им. Н. Э. Баумана,
к.т.н., доцент

Рудаков И. В.



25.04.2024

ВЕРНО

**СПЕЦИАЛИСТ ПО ПЕРСОНАЛУ
КАДРОВОЕ АДМИНИСТРИРОВАНИЕ
РОГОВА ЮЛИЯ НИКОЛАЕВНА**



Отзыв на автореферат диссертации Лебедева Артема Сергеевича

«Методы и средства распараллеливания программ линейного класса для выполнения на многопроцессорных вычислительных системах» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

С увеличением количества вычислительных элементов в современных процессорах вычислительные системы приобретают все большую степень параллелизма. Разработка вычислительного программного кода, способного эффективно задействовать возможности аппаратуры, всегда являлась сложной задачей. В настоящее время одним из актуальных подходов решения данной задачи является автоматическое распараллеливание программ.

Создание, внедрение и использование новых методов распараллеливания программ линейного класса, составляющих основу большинства приложений научных и инженерных расчетов, способно повысить эффективность работы специалистов предметных областей, а именно исключить рутинный труд исследователя, связанный с техническими особенностями параллельного программирования, позволяя сфокусироваться на решении прикладных задач.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что автором предложены:

1. новые критерии оптимальности пространственных и временных отображений программ линейного класса, отличающиеся возможностью ранжировать информационные зависимости и доступы к данным для более гибкого количественного описания локальности использования данных;
2. новый метод нахождения оптимальных пространственных и временных отображений программ линейного класса, отличающийся применением взвешенной суммы показателей качества решения для повышения производительности программ при параллельном выполнении;
3. новый метод генерации параллельной MPI-программы, не требующий дублирования входных данных во всех исполняющихся процессах для сокращения накладных расходов памяти на поддержку распределенных вычислений.

Экспериментальные исследования производительности параллельных программ (автор применяет широко используемый набор тестов Polybench) демонстрируют на практике состоятельность предложенных в работе методов. Сравнение результатов, полученных применением специального разработанного автором программного обеспечения и современного транслятора Pluto, свидетельствует о выигрыше в производительности параллельных программ, полученных применением разработанного автором инструментария

в отдельных запусках с применением OpenMP и MPI в качестве технологий распараллеливания.

Положительной стороной работы является строгое формальное описание предложенных методов и наличие их практического воплощения в виде компонентов, которые могут быть интегрированы в системы трансляции программного кода.

К недостаткам представленной работы можно отнести отсутствие пояснений выбора тестовых примеров программ и недостаточное описание механизмов расстановки директив OpenMP и постобработки параллельных циклов для реализации блочной схемы распределения процессоров в MPI-программе. Однако, указанные недостатки не снижают научной и практической ценности работы, которая, судя по автореферату, является законченным научным исследованием в области методов создания программ для параллельной и распределенной обработки данных и инструментальных средств параллельного программирования.

В целом, диссертационная работа «Методы и средства распараллеливания программ линейного класса для выполнения на многопроцессорных вычислительных системах» соответствует специальности 2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей», а ее автор Лебедев Артем Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Заместитель директора Московского института
электроники и математики им. А.Н. Тихонова

Национального исследовательского университета

«Высшая школа экономики», д.т.н., профессор

16.05.24



Подпись

Тумковский С.Р.

101000, г. Москва, ул. Таллинская, д. 34,

тел.: 8 (495) 772-95-90*15184

e-mail: STumkovskiy@hse.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лебедева Артема Сергеевича по теме «Методы и средства распараллеливания программ линейного класса для выполнения на многопроцессорных вычислительных системах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

Параллельные вычисления применяются в сложных расчетах для решения многих научно-технических задач. В коде прикладных программ наиболее вычислительно емкие участки приложений обычно представляются циклическими конструкциями, которые часто удовлетворяют критериям линейности программ. Развитие методов и средств параллельного программирования, в частности применительно к классу линейных программ, способно значительно упростить весь процесс решения прикладной задачи, позволяя специалистам предметной области фокусироваться на ее особенностях, а не технических аспектах параллельного программирования конкретной вычислительной системы. В связи с этим тематика диссертационной работы Лебедева Артема Сергеевича и проведенные исследования актуальны и имеют важное практическое значение.

Научная новизна представленной работы состоит в предложенных автором критериях оптимальности пространственных и временных отображений программ линейного класса, отличающихся возможностью ранжировать информационные зависимости и доступы к данным, и методе нахождения оптимальных пространственных и временных отображений программ линейного класса, отличающемся применением взвешенной суммы показателей качества

решения. Для систем с распределенной памятью предложен новый метод генерации параллельной MPI-программы, не требующий дублирования входных данных во всех исполняющихся процессах для сокращения накладных расходов памяти на поддержку распределенных вычислений.

Разработанные компоненты трансляции линейных программ, разработанных на языке Си, предоставляют пользователю механизмы полиэдральной оптимизации программ, если они удовлетворяют критериям линейности, что отражает практическую значимость работы.

В качестве недостатков необходимо отметить следующее:

1. В автореферате не приводятся ограничения на размерность решаемых в рамках реализации разработанных методов задач линейного целочисленного программирования

2. Не приведено описание архитектурных особенностей модуля нахождения пространственных и временных преобразований программ.

Перечисленные замечания не влияют на полученные автором теоретические и практические результаты и не снижают общий высокий уровень проведённых автором диссертационных исследований.

Содержание автореферата и опубликованные автором работы свидетельствуют о том, что представленная Лебедевым Артемом Сергеевичем диссертационная работа на тему «Методы и средства распараллеливания программ линейного класса для выполнения на многопроцессорных вычислительных системах» является законченным научным исследованием в области автоматического распараллеливания программ, и соответствует паспорту специальности 2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей». Диссертация и автореферат соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а её автор Лебедев Артем Сергеевич

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лебедева А.С. на тему
«Методы и средства распараллеливания программ линейного класса
для выполнения на многопроцессорных вычислительных системах»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 2.3.5. "Математическое и программное
обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей"

Исследование автора нацелено на повышение производительности программ, формируемых посредством применения методов автоматического распараллеливания. Ключевой задачей работы является разработка методов отображения пространственных и временных характеристик программ линейного класса для обеспечения локальности доступа к данным при их параллельном выполнении в многопроцессорных системах. В рамках исследования предложены новые критерии оптимальности пространственно-временных отображений программ линейного класса, позволяющие ранжировать зависимости и доступы к данным. Такой подход обеспечивает более гибкое количественное описание локальности использования данных. Также разработан новый метод нахождения оптимальных пространственно-временных отображений программ линейного класса, основанный на применении взвешенной суммы показателей качества решения. Указанные научные результаты обеспечивают достижение поставленной цели и решение задач диссертационного исследования.

Из автореферата следует, что автором получены и исследованы оптимизированные варианты программ lu, atax, syr2k, floyd и gramschmidt с применением разработанных пространственно-временных отображений. Предложенные преобразования позволяют повысить эффективность распараллеливания данных программ в многопроцессорных вычислительных системах по сравнению с вариантами, полученными с использованием методов лексикографического упорядочивания. Экспериментальные результаты анализа производительности параллельных версий рассматриваемых программ, сгенерированных с помощью разработанного ПО и современного распараллеливающего транслятора Pluto на основе исходных текстов из набора PolyBench, демонстрируют прирост эффективности распараллеливания до 25% в случае реализации с OpenMP и до 302% в случае реализации с MPI. Такой существенный выигрыш достигается благодаря применению предложенных методов преобразования программ линейного класса.

Вместе с тем, при анализе автореферата возникают следующие вопросы.

1. В автореферате не приведены данные о времени трансляции программ с использованием разработанного ПО, что не позволяет оценить производительность самого транслятора.

2. Не ясно, рассматривались ли альтернативные подходы к сравнению аффинных преобразований программ помимо экспериментальной оценки.

Уточнение указанных вопросов позволило бы более полно оценить результаты исследования и их практическую значимость.

Высказанные замечания не носят критического характера и не умаляют ценности проведенного исследования. На основе представленного автореферата можно заключить, что диссертационная работа Лебедева Артема Сергеевича является завершенным научно-квалификационным трудом. Актуальность, новизна и практическая значимость работы не вызывают сомнений. Научные положения, изложенные в автореферате, соответствуют специальности 2.3.5. "Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей". Считаю, что диссертант Лебедев А.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности за представленное диссертационное исследование.

ФГБОУ ВО "Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)" (МАИ)
Институт № 8 "Компьютерные науки и прикладная математика"
Кафедра № 804 "Теория вероятностей и компьютерное моделирование"

Доцент, к.ф.-м.н., без уч. звания _____ Рассказова
Варвара Андреевна

Рассказова

14.05.2024г.

Подпись доцента Рассказовой В.А. удостоверяю:

Директор дирекции института № 8 МАИ _____



Крылов

Адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4
E-mail: kaf804@mail.ru
Тел.: +7 (499) 158-48-74