

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель проректора

по науке и инновациям ДИФУ

Щека О.Л.

«08» апреля 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Кудряшовой Екатерины Сергеевны по теме: «Модели параллельных систем и их применение для трассировки и расчета времени выполнения параллельных вычислительных процессов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Представленная на отзыв диссертационная работа посвящена формальным методам анализа определённого класса параллельных вычислительных процессов. *Актуальность работы* обуславливается повсеместным внедрением многоядерных процессоров и повышением роли параллельного программного обеспечения в современном электронном мире, происходящим в последнем десятилетии. Так как фундаментальные проблемы параллельного программирования, такие как обеспечение надёжности, масштабируемости и эффективность программ, до сих пор не решены, то поиск новых инструментов моделирования, анализа и построения параллельных программ будет оставаться актуальным до тех пор, пока не будет найдено качественное решение этих проблем. В диссертационной работе подчёркивается, что целый ряд учёных, - Э. В. Дейкстра, К. Петри, Р. Милнер, Ч. Хоар, А. Мазуркевич, М. Беднарчук, В. Е. Котов, И. Б. Вирбицкайте, - внесли вклад в теорию моделирования параллельных процессов. И в то же время для решения некоторых задач нужны новые

модели, например, модели, предложенные в диссертации, позволяют рассчитывать производительность волновых вычислительных процессов.

Практическая значимость диссертации заключается в том, что автором предложены формальные методы оценки производительности конвейерных и волновых вычислительных систем. Это позволяет использовать результаты диссертации для определения производительности процессоров, обработка команд в которых выполняется с помощью волновых вычислительных систем, на заданном наборе примеров, и проводить оптимизацию внутренней схемы процессора на базе полученных оценок.

В первой главе диссертации дан краткий обзор математических моделей параллельных вычислительных систем. Введены дистрибутивные асинхронные автоматы, для которых доказано, что они обобщают автоматы с отношением параллельности. Показано, что при помощи сетей Петри можно описывать дистрибутивные асинхронные автоматы. Рассматриваются и изучаются волновые системы как дистрибутивные асинхронные автоматы. Разработан и обоснован метод построения маршрута волновой системы, имеющего наименьшее количество блоков. Показано, что для каждого пути, удовлетворяющего некоторым условиям в дистрибутивном асинхронном автомате, максимальная форма пути будет иметь наименьшее число независимых блоков.

Вторая глава посвящена вопросам, связанным с трассировкой и расчетом времени выполнения вычислительного процесса. Введены асинхронные системы с функцией времени. Для операций, у которых известны времена выполнения, доказано утверждение о том, что минимальное время выполнения трассы, соединяющей два состояния, равно высоте ее нормальной формы Фoaты. Найдены условия, когда преобразование асинхронных систем, сопоставляющее каждой операции первой системы разложение этой операции во второй системе, сохраняет минимальное время выполнения параллельного процесса. На основе этого показан способ вычисления времени работы псевдо-конвейера и асинхронного конвейера. Для асинхронного конвейера, с помощью

компьютерной модели, получена формула для нахождения ускорения. Для асинхронного конвейера получена и доказана формула для нахождения времени обработки входных данных объема n . Доказано утверждение о том, что количество блоков максимальной нормальной формы трассы в измельчении волновой системы равно минимальному времени выполнения этой трассы. Эта теорема дает алгоритм трассировки волновой системы и позволяет построить ее таблицу занятости. Получена формула для времени обработки входных данных объема n с помощью волновой системы.

В третьей главе вводятся временные дистрибутивные асинхронные автоматы. Доказано, что они обобщают временные сети Петри в смысле Поповой-Цойгман. Моделируется функционирование системы мониторинга в нотации временных сетей Петри, рассматривается алгоритм разработки программного обеспечения для отслеживания работы сети с возможностью получения результатов в режиме реального времени.

Научная новизна работы заключается в использовании нового формального описания параллельных вычислений для анализа времени выполнения задач. В работе рассмотрены конвейерные, автоматные и волновые вычислительные системы, исследован вопрос их производительности. Расширено формальное понятие асинхронных автоматов¹ и рассмотрено взаимное отображение между автоматными моделями и расширениями сетей Петри. Разработан метод нахождения кратчайшего пути выполнения процесса в волновой системе, а также получена и доказана формула для нахождения времени обработки входных данных объема n с помощью волновой системы.

Общая оценка работы. Диссертация Е.С. Кудряшовой является завершённым исследованием, посвящённым решению проблемы, актуальной и важной и в научном и практическом отношениях. Содержание работы изложено в логически последовательной форме. Стил изложения достаточно

¹ Название «временные дистрибутивные асинхронные автоматы» возможно некорректно, так как есть альтернативные определения:

Nicolas Baudru/ Distributed Asynchronous Automata. // CONCUR 2009: 115-130

Catalin Dima, Ruggero Lanotte Distributed Time-Asynchronous Automata. // ICTAC 2007: 185-200

чёткий и ясный. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Автореферат и публикации соискателя в полной мере отражают её наиболее существенные положения, выводы и рекомендации. Достоверность научных выводов и положений диссертации обеспечивается математическими доказательствами и вычислительными экспериментами с использованием компьютерных моделей конвейерных вычислительных систем для сравнения теоретических результатов с практическими. Результаты исследований, приведённых в диссертации, апробировались на международных и российских конференциях, опубликованы в различных российских изданиях, в том числе в 5 изданиях из перечня ВАК изданий, рекомендованных для публикации результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Имеются следующие *замечания* по диссертационной работе:

1) По тексту диссертационной работы новые определения и теоремы, введённые соискателем не выделены относительно уже устоявшихся.

2) Для волновой системы следовало бы применить другой термин. В работах Куна она называется “wavefront array processor”, поэтому логичнее ее называть ациклическим волновым матричным процессором.

3) Компьютерная модель конвейерных и волновых систем во второй главе использует операцию, с вводящим в заблуждение названием Sleep(τ), для моделирования полезного действия систем.

4) Во второй главе после доказательства теоремы 2.3 приведена последовательность рассуждений, иллюстрируемая примерами. Стоило выделить эти примеры в виде отдельных подпунктов. Это сделало бы изложение структурированным и более понятным.

5) Выводы ко второй главе оформлены неудачно. Непонятен смысл пункта «Нормальную форму Фoaты можно обобщить на максимальную нормальную форму».

Сделанные замечания не снижают научной ценности диссертации и не ставят под сомнение полученные результаты.

Диссертация Кудряшовой Екатерины Сергеевны «Модели параллельных систем и их применение для трассировки и расчета времени выполнения параллельных вычислительных процессов», соответствует специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой получены новые результаты, имеющие существенное научное и практическое значение в области построения моделей параллельных систем и расчета времени обработки данных с помощью волнового процессора. Автор диссертации «Модели параллельных систем и их применение для трассировки и расчета времени выполнения параллельных вычислительных процессов» заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв рассмотрен и одобрен по результатам обсуждения доклада соискателя Кудряшовой Е.С. на заседании семинара федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет», 26 февраля 2015 г.

Профессор

Школы естественных наук ~~ДВФУ~~

~~д.ф.-м.н. профессор~~

Евгений Алексеевич Нурминский

Федеральное государственное ~~автономное~~ образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ)

690091 г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел. 8 (423) 243-34-72, факс 8 (423) 243-23-15, e-mail: rectorat@dvfu.ru, <http://www.dvfu.ru>