

УТВЕРЖДАЮ

Директор по НИОКР – начальник
центра научно-технического
развития АО «Концерн «Вега»

В.В. Мекекечко
« 15 » 2023 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Чекиной Марии Дмитриевны

на тему

«Методы и средства обработки фракталов на реконфигурируемых
вычислительных системах»,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.5 - Математическое и программное обеспечение
вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей, технические
науки

Важной частью математического моделирования является обработка геометрических параметров объектов различных размеров. В последнее время для решения задач, связанных с описанием реальных природных объектов, на практике оперируют с самоподобными структурами, например, фракталами.

Для фрактальных алгоритмов характерны обработка больших массивов данных и высокая информационная связанность задач. При распараллеливании задач требуется выполнять многочисленные обмены данными между параллельно выполняемыми процессами. С увеличением количества задействованных вычислительных узлов возрастает время обмена данными между ними.

Для многопроцессорных систем на базе универсальных процессоров характерны большие расходы на передачу данных между процессорами и синхронизацию параллельных процессов, приводящие к простой части вычислительного оборудования.

Графические ускорители обладают большой вычислительной мощностью, но не могут функционировать как самостоятельные устройства. Из-за того, что скорость работы шины обмена данными намного ниже производительности графического процессора, при увеличении аппаратного ресурса вычислительной системы этот разрыв увеличивается и происходит снижение реальной производительности.

Вычислительные системы на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) обладают большими потенциальными возможностями для решения задач фрактального типа, благодаря гибкой логике и возможности адаптации архитектуры под структуру конкретной задачи. В широко применяемых гибридных вычислительных системах ПЛИС не являются самостоятельными вычислительными устройствами, а работают в качестве ускорителей для универсальных процессоров. Для гибридных систем также характерна процедурная парадигма вычислений, обладающая всеми недостатками, присущими вычислительным системам, построенным на базе традиционной архитектуры, а именно: необходимостью постоянного обмена данными между процессором управляющей машины и ускорителем, а также регулярными обращениями к внешней памяти, так называемое «бутылочное горло фон Неймана».

В отличие от описанных выше устройств, реконфигурируемые вычислительные системы (РВС), объединяющие множество ПЛИС в единое вычислительное поле, используют структурную парадигму вычислений. Благодаря этому РВС успешно позволяет решить проблему «бутылочного горла», изменяя гибкую логику ПЛИС и выстраивая пространственные коммутации между вычислительными блоками. Однако, на данный момент для РВС не существует методов представления и обработки самоподобных

структур, для которых характерна нерегулярность данных, а также необходимость хранения и обработки, помимо полезных данных, управляющей информации, которая определяет связность блоков и может динамически меняться по ходу решения задачи. Существующие методы обработки данных на РВС не позволяют эффективно задействовать вычислительный ресурс при решении задачи фрактального типа.

Таким образом, для эффективного решения задач фрактального типа на РВС возникает необходимость в создании новых методов и средств, обеспечивающих масштабирование приложений. В связи с этим тема диссертации является актуальной.

Объектом исследований являются задачи фрактального типа, а предметом исследований - методы, алгоритмы и программные средства для решения задач фрактального типа на РВС.

Целью работы является повышение реальной производительности РВС при решении задач фрактального типа, а научная задача, решаемая в диссертации, состоит в разработке методов и средств обработки самоподобных структур, повышающих реальную производительность реконфигурируемых вычислительных систем при решении задач фрактального типа..

Обозначенная цель достигается решением следующих задач:

- проведен анализ существующих вычислительных средств и методов, позволяющих решать задачи фрактального типа, и существующих способов представления фрактальных данных в вычислительных системах;
- разработаны методы решения на РВС параллельно-конвейерным способом задач фрактального сжатия и декомпрессии изображений, обеспечивающие максимальное задействование вычислительного ресурса системы;
- разработан метод синтеза вычислительной структуры для решения на РВС задачи распространения газа во фрактальной среде, использующий подобные подграфы;

- разработаны программные средства для решения задач фрактального сжатия и декомпрессии изображений и задачи распространения газа во фрактальной среде.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что в ней разработаны:

- метод решения на РВС параллельно-конвейерным способом задачи фрактального сжатия изображений, **отличающийся** от известных побитовой обработкой данных и сортировкой структур, содержащих выходные данные, по номеру рангового блока;
- метод решения на РВС параллельно-конвейерным способом задачи декомпрессии сжатых изображений, **отличающийся** от известных использованием одинарной косвенной адресации памяти, содержащей доменные блоки;
- метод синтеза вычислительной структуры для решения на РВС задачи распространения газа во фрактальной среде, **отличающийся** от известных возможностью оптимизации вычислительной структуры для конкретной СЛАУ на основе оценки ее параметров и использованием подобных вычислительных подграфов в конвейере.

Основные положения диссертации соискателем Чекиной Марией Дмитриевной опубликованы в 16 научных печатных работах: из них 5 статей опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня ВАК РФ, имеются 3 свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ, а также тезисы и материалы 8 докладов на российских научно-технических конференциях. Результаты работы использованы в отчете о НИР шифр «Нефть».

В ходе рассмотрения материалов автореферата выявлены следующие замечания:

1. Под «степенью разработанности» (стр. 4) говорится о решении любых задач фрактального типа. В то же время в частных задачах, результатах и положениях, выносимых на защиту, предлагается решение

только для конкретно сжатия, декомпрессии изображений и синтеза вычислительной структуры распространения газа. Очевидно, решение этих трех задач с помощью конкретной архитектуры ПЛИС не позволяет говорить о решении любых фрактальных задач. Выводов и рекомендаций по применению полученных в работе результатов к другим задачам фрактального типа также не приводится.

2. Довольно смелое заявление «впервые решается задача создания эффективных параллельно-конвейерных программ» (стр.4). Все другие такие программы являются неэффективными? Они не позволяют получать решения? А если позволяют – некоторая эффективность всё же есть.

3. Результаты, выдвигаемые для защиты, недостаточны для решения поставленной научной задачи и цели исследования, как они сформулированы, так как не содержат заявленных в частных задачах «средств для решения задач ...». Ни средств для решения задач фрактального типа в целом, ни конкретно выбранных в какой-то момент автором трех задач в частности. Такое невнимание к «средствам» возможно, не было бы критичным, если бы не специальность 2.3.5.

4. Из материалов автореферата непонятно, почему сравнение эффективности вычислений предложенной архитектуры выполняется с одним конкретным процессором Intel Core i7-10700 и какие алгоритмические решения неприменимы или менее эффективны на универсальных процессорах. Очевидно, что как минимум часть решений так же эффективно будет работать и на них. Почему сравнение как одной ПЛИС, так и платы, содержащей 6 ПЛИС, выполняется с одним процессором, а не с многопроцессорной системой (во втором случае)? Отсутствие такого сопоставления еще сильнее ставит вопрос об экономической и другой эффективности решения на базе ПЛИС.

5. Не приведены первичные данные измерений производительности и методика оценки эффективности решений – только интегральные

результаты оценки. В совокупности с п. 4 это вызывает вопросы к достоверности.

В целом, несмотря на указанные замечания, диссертационная работа соискателя выполнена на высоком научно-техническом уровне и имеет следующую научную значимость:

- результаты, являются важными в развитии теории решения задач фрактального типа;
- сформулированы принципы организации эффективной обработки фрактальных структур на РВС и показано, что при решении задач, согласно этим принципам, обеспечивается рост реальной производительности при увеличении вычислительных ресурсов системы по сравнению с известными многопроцессорными реализациями;
- автором доказано, что реальная производительность традиционных вычислительных систем при решении задач фрактального типа при линейном увеличении вычислительного ресурса снижается.

Учитывая объем проведенных исследований и полученные результаты, можно сделать вывод, что работа соискателя Чекиной М.Д. является законченным научным трудом, направленным на решение актуальной задачи из области разработки методов и средств обработки самоподобных структур, повышающих реальную производительность реконфигурируемых вычислительных систем при решении задач фрактального типа. Научные публикации достаточно полно отражают содержание работы. Работа производит положительное впечатление и в целом соответствует паспорту заявленной специальности.

Диссертационная работа Чекиной М.Д. на тему «Методы и средства обработки фракталов на реконфигурируемых вычислительных системах» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Чекина Мария Дмитриевна, заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей, технические науки».

Диссертация удовлетворяет всем квалификационным требованиям, установленным разделом 2 положения «О присуждении ученых степеней в ЮФУ» в редакции от 30.11.2021 г. приказ №260-ОД.

Заместитель директора научно-образовательного центра

АО «Концерн «Вега»,

кандидат технических наук



Филатов Александр Александрович

Начальник научно-исследовательского отдела

научно-образовательного центра

АО «Концерн «Вега»,

кандидат технических наук



Майстренко Евгений Владимирович

Адрес организации: 121170, Москва, Кутузовский проспект, 34.