

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Рубцова Алексея Алексеевича по теме
«Специальное математическое и программное обеспечение
децентрализованного обслуживания высокоинтенсивных составных запросов
в распределенных системах доставки данных», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем,
комплексов и компьютерных сетей»

Научный прогресс в области распределенных вычислений обусловлен развитием методов построения и функционирования программного и аппаратного обеспечения в многоуровневых вычислительных системах, от многоядерных процессорных архитектур до комплексных распределенных систем обработки данных. Одной из важнейших составляющих подобных систем является система доставки данных, функции которой обеспечивают своевременное предоставление данных узлам распределенных вычислительных систем. При этом ключевым элементом систем доставки данных является организация временного локального и распределенного хранения данных, необходимого для оперативного выполнения вычислительных процессов. Ее основой являются процессы буферизации и кэширования данных с поддержкой соответствующих протоколов доставки, где уровни кэширующих хранилищ согласованы с иерархией распределенных вычислительных систем. К данным системам относятся, в частности, системы кэш-памяти многоядерных процессоров, актуализации таблиц маршрутизации в пакетных сетях, а также специализированные компоненты в системах управления данными (СУД) и обработки информации в реальном времени.

Актуальные исследования в области СУД сосредоточены на решении проблем согласованности и доступности данных, что отражается в теоретических основах, таких как теоремы CAP и BASE, используемые для систем с устойчивым и неустойчивым состояниями соответственно. Однако существующие исследования ограничены в отношении оперативности доставки данных, которая, в частности, может быть выражена через время отклика узла СУД на запросы узлов распределенной вычислительной системы.

Обычно внимание уделяется централизованному управлению доставкой данных, при котором не учитывается автономность узлов, что особенно важно для современных систем распределенных вычислений.

В контексте когерентности кэша в микропроцессорах проблема минимизации времени отклика решается аппаратно, тогда как в распределенных системах отсутствует обобщенное решение для оптимизации доставки данных. Существующие методы часто адаптированы под инфраструктуры с детерминированной структурой и формализуют задачи согласованности и оперативности в условиях ограничений, что не всегда приемлемо для систем с высокой автономией узлов, таких как микросервисы и сети доставки контента. Кроме того, в известных исследованиях отсутствует обобщенное решение задачи обслуживания составных (содержащих параллельные подзапросы) запросов на получение данных в условиях высокой интенсивности их поступления на вход системы доставки данных. Следовательно, *актуальность настоящего диссертационного исследования* вытекает из необходимости разработки специального математического и программного обеспечения для повышения оперативности обслуживания составных потоков запросов в условиях их высокой интенсивности.

Соискатель в своей работе ставит *цель* повысить оперативность обслуживания потоков составных запросов узлами распределенных систем доставки данных в условиях нестационарного характера их интенсивности за счет разработки математического и программного обеспечения децентрализованного формирования логических групп узлов доставки данных.

В данной диссертации представлены следующие результаты, обладающие *научной новизной*:

- модель распределенной системы доставки данных, которая позволяет определять время отклика узлов и другие вероятностно-временные характеристики обслуживания высокоинтенсивных составных запросов,

основываясь на принципах одноканальных систем массового обслуживания с приоритетной обработкой;

- комплекс из алгоритма динамического объединения узлов, использующего пиринговое взаимодействие для формирования логических групп параллельного обслуживания и алгоритма информационного согласования узлов в группах, работающих с высокоинтенсивными потоками;

- структура программного комплекса многоузловой распределенной системы доставки данных с наложенной вычислительной инфраструктурой для поддержки динамического межузлового взаимодействия в процессе согласования и обработки составных запросов.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке нового подхода к взаимному информационному согласованию автономных узлов распределенной системы доставки данных, что существенно повышает их логическую интеграцию и снижает время отклика на составные запросы в условиях вариативности интенсивности обращений.

Практическая значимость разработки выражается в создании структуры программного комплекса взаимного информационного согласования узлов, способствующего интеграции в современные системы управления распределенными данными.

По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ (из них 1 – в изданиях WoS и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ).

Обоснованность и достоверность результатов данной работы гарантируется адекватным применением математических методов моделирования и анализа, а также результатами сравнительного анализа, проведенного на основе данных вычислительных и натуральных экспериментов.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки): п.3 «Модели, методы, алгоритмы, языки и программные инструменты для организации

взаимодействия программ и программных систем»; п.8 «Модели и методы создания программ и программных систем для параллельной и распределенной обработки данных, языки и инструментальные средства параллельного программирования».

Замечания и рекомендации по диссертационной работе:

1. В частных задачах, определяющих постановку научной задачи исследования требуется уточнение параметров и граничных условий функционирования разработанного алгоритма взаимного информационного согласования для формирования логической группы элементов системы доставки данных.

2. Не в полной мере в п. 2.3 обосновано использование дополнительного узла типа «Диспетчер запросов» в основе необходимости модификации СМО-модели узла распределенной СУД-системы.

3. В п. 2.3, 2.4 обоснованность выбора в качестве базового класса СМО-модели класса M/G/1 делается только для интернет-узлов и требует подкрепления исследованиями об его использовании для других уровней иерархии вычислительных систем.

4. В п. 2.4 требуется более корректная отсылка на исследования возможности аппроксимации гиперэкспоненциальным распределением величины составных запросов для предложенного вида модели при рассмотрении процессов функционирования систем распределенных вычислений.

5. В главе 3 недостаточно полно представлены примеры возможного использования разработанных алгоритмов на различных уровнях функционирования систем распределенных вычислений.

Отмеченные замечания не снижают теоретическую и практическую ценность полученных соискателем результатов.

Считаю, что диссертация Рубцова А.А. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. По своей актуальности, значимости полученных результатов и научному уровню работа

соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и после устранения указанных недостатков может быть рекомендована для защиты в диссертационном совете на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» по специальности 2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» (технические науки).

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник лаборатории проблем компьютерной безопасности Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН)
доктор технических наук, профессор

Саенко Игорь Борисович

«25» декабря 2024 г.

Контактные данные СПб ФИЦ РАН:

почтовый адрес: 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, Россия

телефон: +7 (812) 508 33 11

факс: +7 (812) 328 44 50

e-mail: info@spcras.ru

Подпись руки Саенко И. Б. заверяю

Начальник отдела кадров СПб ФИЦ РАН

Ирина
«25» декабря