

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
ученой степени кандидата физико-математических наук Мукосея
Анатолия Викторовича на тему: «Алгоритмы выбора узлов и
построения таблиц маршрутов для высокоскоростной сети с топологией
«многомерный тор» по специальности 2.3.5 – «Математическое и
программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и
компьютерных сетей»

Актуальность избранной темы

Представленная диссертационная работа Мукосея Анатолия Викторовича посвящена вопросам повышения эффективности эксплуатации суперкомпьютеров на базе российской высокоскоростной коммуникационной сети Ангара. Режим коллективного пользования, в котором функционируют суперкомпьютеры, подразумевает выделение суперкомпьютерных ресурсов по требованию пользователей в условиях потенциальных отказов каналов связи или вычислительных узлов. Состав исправных свободных узлов суперкомпьютера непрерывно изменяется, и в этих условиях выделение или выбор для очередного задания пользователя достижимого множества узлов, а также создание в этом множестве таблиц маршрутизации становятся нетривиальными научно-техническими задачами. В работе справедливо отмечается, что от качества решения задачи построения сбалансированных таблиц маршрутов зависит время выполнения задания пользователя, а от выбора узлов зависит полезная загрузка (утилизация) ресурсов суперкомпьютера. Целью диссертационной работы определено расширение возможности выбора множества узлов в сети Ангара в условиях наличия занятых и отказавших ресурсов, что несомненно является актуальной научной задачей.

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность работы, поставлены цель и задачи работы, определена ее научная новизна, приведены сведения о

защищаемых положениях, публикациях автора по теме исследования и об апробации диссертации.

В первой главе рассмотрены основные принципы маршрутизации в сетях с тороидальной топологией, подходы к решению задачи построения таблиц маршрутов, в том числе с равномерным распределением сетевого трафика. Рассмотрена проблема выделения для пользовательского задания множества узлов, удовлетворяющего требованиям по запрашиваемым ресурсам.

Вторая глава посвящена решению задачи анализа маршрутов в сети Ангара. Для решения этой задачи для сети Ангара предложен алгоритм построения маршрутного графа, который позволяет провести взаимно однозначное соответствие между маршрутами в заданной сети и путями в маршрутном графе. Представлено решение задачи определения достижимости множества узлов в заданной сети с помощью маршрутного графа.

Третья глава посвящена задаче построения таблиц маршрутов. В начале главы приведен анализ базового алгоритма построения таблиц и его недостатков. Далее рассмотрены предложенные соискателем генетический алгоритм и алгоритм на основе поиска вширь по маршрутному графу.

В четвертой главе предложено решение задачи выбора достижимого множества узлов. После постановки задачи сформулирован упорядоченный список критериев выбора единственного решения из набора возможных. Далее рассмотрен способ оценки фрагментированности сети после выделения множества узлов. Предложено два алгоритма решения задачи: улучшенный алгоритм перебора многомерных прямоугольников с применением алгоритма построения таблиц маршрутов при помощи маршрутного графа и алгоритм равномерного расширения.

Пятая глава посвящена экспериментальному исследованию разработанных алгоритмов. В первом подразделе приведены результаты исследования отказоустойчивости сети Ангара в случае маршрутизации с

возможностью нарушения правила порядка направлений по сравнению со случаем маршрутизации без возможности нарушения правила порядка направлений. Во втором подразделе проведено сравнение алгоритмов построения таблиц маршрутов по критерию оценки построенных таблиц маршрутов и по времени работы. В третьем подразделе рассмотрена разработанная имитационная модель суперкомпьютера для исследования разработанных алгоритмов при выполнении на суперкомпьютере очереди пользовательских заданий. В четвертом подразделе пятой главы приведены результаты сравнения количества возможных решений, найденных с помощью разработанного алгоритма выбора узлов улучшенным перебором многомерных прямоугольников и с помощью базового алгоритма выбора узлов в сети Ангара. Пятый подраздел содержит результаты исследования утилизации суперкомпьютеров с использованием разработанных алгоритмов.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Положения, выносимые на защиту, сформулированы в полном соответствии с выполненной работой и полученными в диссертации результатами. Обоснованность и достоверность сформулированных в работе научных положений и выводов подтверждается их строгим формальным изложением, а также показательной серией экспериментов. Адекватность имитационной модели суперкомпьютера подтверждается экспериментом на реальном суперкомпьютере.

Основные результаты диссертации представлены в 11 печатных работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, в том числе индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и RSCI и в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

Научная новизна представленной работы не подлежит сомнению и заключается в следующем.

1. Впервые предложен алгоритм построения маршрутного графа для сетей с топологией «многомерный тор» и произвольным количеством отказавших узлов и каналов связи, а также маршрутизацией, накладывающей ограничение на маршрут сетевого пакета в зависимости от истории его прохождения по сети.

2. Впервые разработаны алгоритмы определения достижимости множества вычислительных узлов, построения таблиц маршрутов и выбора множества узлов для сети Ангара с возможными отказами узлов и каналов связи.

3. В отличие от существовавших ранее алгоритмов, разработанные алгоритмы охватывают несколько уровней системного программного обеспечения суперкомпьютера и позволяют на уровне управления ресурсами суперкомпьютера учитывать аппаратные возможности маршрутизации сети Ангара.

Замечания

1. В экспериментальных исследованиях соискатель использовал равномерное распределение отказавших каналов связи, но не обосновал, почему выбрано именно это распределение, и почему достаточно рассмотреть только такое распределение.
2. Синтетические очереди заданий, с использованием которых проведено исследование алгоритмов выбора узлов, сформированы в предположении максимально возможной реальной утилизации суперкомпьютера 80%. Выбранный уровень 80% не соответствует обычному уровню утилизации современных суперкомпьютерных систем коллективного пользователя, который составляет 95–98%.

Указанные замечания не умаляют значимости результатов представленной работы, которая соответствует требованиям, установленным Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова к

диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание диссертации соответствует специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова. Работа оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Считаю, что соискатель Мукосей Анатолий Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук, доцент,
заместитель директора по информационной безопасности
Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН –
филиала ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН

Баранов Антон Викторович

08 декабря 2023г.

Контактные данные:

e-mail: Anton.Baranov@jscc.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 20.03.11

Адрес места работы:

119334 Москва, Ленинский проспект, 32а
Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук –

филиал Федерального государственного учреждения
«Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт
системных исследований Российской академии наук»
Тел.: +7 (495) 938-18-75; e-mail: jscc@jscc.ru

Подпись сотрудника А.В. Баранова
удостоверяю:
Начальник отдела кадров МСЦ РАН –
филиала ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН
«*AB*» *R* 2023 г.

В.В. Шишкина

