

## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента Кривова Максима Викторовича**

на диссертационную работу Онтужевой Галины Александровны «МОДЕЛЬНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МНОГОУРОВНЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫМИ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ СИСТЕМАМИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации в диссертационный совет Д 24.2.403.01 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

### **Актуальность диссертационной работы**

Развитие современных вычислительных систем обозначается четкой тенденцией отхода от классических кибернетических принципов построения компьютерных систем в сторону распараллеливания и распределения процессов обработки информации. Появляются качественно новые системы децентрализованной обработки и хранения информации, такие как блокчейн, грид-системы, системы облачных вычислений и др. Одновременно формируется потребность в новых методах синтеза и управления такими системами.

Несмотря на успехи в развитии систем децентрализованной обработки информации, работы по развитию гетерогенных вычислительных систем, которые являются самими массовыми и наиболее доступными системами распределенной обработки информации, требуют особого внимания.

Во-первых, гетерогенные вычислительные процессы из-за разнородности своих компонентов существенно усложняют процесс принятия решения о конфигурации.

Во-вторых, интуитивный или экспертный подходы в определении оптимальной конфигурации требует специальной поддержки на основе методов математического моделирования и системного анализа.

В-третьих, на сегодняшний день сложилась ситуация с отсутствием стандартизации коммерческого программного обеспечения для распределенных вычислительных сетей, поэтому разработка методологий синтеза и управления таких систем есть важный и нужный шаг локализации указанной проблемы. Все это обосновывает актуальность и подчеркивает практическую значимость диссертационного исследования.

### **Постановка цели и задач исследования**

Целью диссертационной работы является повышение эффективности работы гетерогенной распределенной системы обработки информации (ГРСОИ) за счет оптимального выбора конфигурации и распределения ресурсов вычислительной системы. Реализация сформулированной цели достигается решением следующих задач:

1) анализа существующих подходов к управлению программно-технической конфигурацией ГРСОИ;

2) разработки технологии поддержки принятия решений в области управления программно-технической конфигурацией ГРСОИ, позволяющей при помощи методов формального и имитационного моделирования описывать и анализировать альтернативные конфигурации ГРСОИ;

3) модернизации формальной модели ГРСОИ с учетом гетерогенного характера обрабатываемых в системе задач;

4) разработки обобщенной имитационной модели ГРСОИ, позволяющей анализировать процесс распределения вычислительного ресурса в альтернативных конфигурациях систем в асинхронном режиме, и апробировать алгоритмы распределения вычислительного ресурса в режиме реального времени.

5) разработки алгоритма распределения ресурсов ГРСОИ и исследования его эффективности на имитационной модели.

### **Новизна исследований и полученных результатов**

К основным научным результатам диссертационной работы можно отнести следующее:

1) технология поддержки принятия решений в области управления программно-технической конфигурацией ГРСОИ, которая позволяет выбрать квазиоптимальную конфигурацию ГРСОИ среди множества допустимых альтернатив при помощи методов формального и имитационного моделирования;

2) модифицированная формальная модель ГРСОИ, дополненная с помощью аппарата теории массового обслуживания и агентного подхода и позволяющая однозначно описывать ГРСОИ различных современных программно-технических конфигураций, в том числе с большим разнообразием решаемых вычислительных задач.

3) обобщенная имитационная модель ГРСОИ, объединяющая в себе данные о распределении вычислительного ресурса и информацию о программно-технической конфигурации ГРСОИ. Модель позволяет определить, удовлетворяет ли анализируемая конфигурация и алгоритм распределения ресурсов ГРСОИ множеству ограничений, выбранному ЛПР.

4) разработанный алгоритм поиска наименьшего времени для атомарных задач в решении задачи управления ресурсами ГРСОИ как частного случая транспортной задачи с атомарными потребностями по критерию времени.

5) модифицированные алгоритмы методов северо-западного угла, потенциалов, Фогеля, позволяющие учитывать условие атомарности при решении транспортной задачи с атомарными потребностями по критерию времени;

Анализ диссертационной работы позволяет согласиться с тем, что автор подтвердил заявленную научную новизну. Особо можно отметить алгоритмическое обеспечение оценки показателей надежности рельсовых скреплений в условиях неопределенности исходных данных, названное нечетким численным анализом.

### **Содержание диссертационной работы**

Диссертационная работа содержит введение, три главы, заключение, список литературы из 140 наименований. Общий объем работы составляет 122 страницы, 29 рисунков, 4 таблицы и 5 приложений на 89 страницах. Основные

положения диссертационной работы раскрыты полно и обосновано. Имеется достаточное количество графического материала и статистических данных, иллюстрирующих результаты исследований и выводы работы. Оформление диссертации отвечает предъявляемым требованиям.

*Во введении* охарактеризована структура работы, обосновывается ее актуальность, сформулирована цель, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

*В первой главе* проведен анализ предметной области, включающий анализ особенностей гетерогенных вычислительных систем, анализ методов и подходов к управлению программно-технической конфигурацией и распределению нагрузки в ГРСОИ, приведено обоснование целесообразности разработки технологии поддержки принятия решений в области управления программно-технической конфигурацией ГРСОИ.

*Во второй главе* предложена технология поддержки принятия решений в области управления программно-технической конфигурацией ГРСОИ, которая состоит из двух процессов: процесса управления программно-технической конфигурацией вычислительной системы и процесса управления вычислительными ресурсами ГРСОИ в процессе эксплуатации в реальном времени. В рассматриваемой технологии выделено пять этапов, включающих определение информации о требованиях к вычислительной системе, определение критериев функционирования, выбор алгоритмов распределения ресурсов и анализ полученного решения. Для процесса управления программно-технической конфигурацией предложен подход к систематизации информации о вычислительной системе, к определению системы ограничений и параметризации моделей системы обработки информации. Для формирования оптимального решения о конфигурации вычислительной системы строится формальная и обобщенная имитационная модель ГРСОИ, с помощью которой заданными методами оптимизации подбирается конфигурация, отвечающая требованиям к ГРСОИ.

Для процесса управления вычислительными ресурсами ГРСОИ автором предложен мультиагентный подход, суть которого состоит во внедрение в структуру вычислительных узлов четырех типов реактивных агентов мониторинга параметров функционирования узла, а также 4-х типов агентов для управление коммуникациями в структуру телекоммуникационных узлов. Предложено формализовать ГРСОИ как сеть массового обслуживания, применяя к ней подходы теории массового обслуживания.

Для оптимизации распределения вычислительных ресурсов ГРСОИ в работе предложено решение на базе транспортной задачи линейного программирования с модернизацией по критериям оптимальности.

Разработано алгоритмическое обеспечение для имитационного моделирования ГРСОИ.

*В третьей главе* проведена апробация разработанного алгоритмического обеспечения ИМ ГРСОИ для решения задачи выбора программно-технической конфигурации с ограничением по времени решения задач.

Оригинальным решением, на взгляд оппонента, является применение аппарата нечеткой логики для формализации слабо детерминированных параметров.

Проведено исследование алгоритмов распределения вычислительного ресурса в имитационной модели. Рассматриваемые алгоритмы поиска наименьшего времени для атомарных заявок для решения транспортной задачи с атомарными потребностями по критерию времени проработаны достаточно полно.

В ходе численных экспериментов доказана эффективность алгоритма поиска наименьшего времени для атомарных задач.

Основное содержание работы опубликовано в 16 печатных работах, пять из которых в изданиях, рекомендованных ВАК для освещения кандидатских диссертаций, и две работы, опубликованных в изданиях, индексируемых в базе Scopus. Практические результаты работы защищены двумя свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ. Результаты диссертационного исследования докладывались на восьми конференциях, включая международные, которые соответствуют профилю диссертационного исследования.

Автореферат отражает основные положения диссертационной работы и соответствует ее содержанию.

### **Значимость для науки и практики**

*Научная и практическая ценность* диссертационной работы заключается в разработке технологии процесса поддержки принятия решения о структуре и конфигурации гетерогенной распределенной системы обработки информации, в создании и применении алгоритмического и программного обеспечения для выбора оптимальной конфигурации гетерогенной распределенной вычислительной системы, алгоритмического и программного обеспечения управления вычислительной системой для обеспечения максимальной кибернетической мощности в реальном времени.

Основные результаты диссертационной работы в виде программного комплекса и разработанного алгоритмического обеспечения нашли применение в практике управления системами обработки информации единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций МЧС России на территории Сибирского федерального округа, в сети финансовых организаций Finvinci Volsor s.r.o. (Чешская Республика), в вычислительной сети компании Petrosoft inc. (США)

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.1 с как научно-исследовательская работа, направленная на решение проблем разработки и применения методов системного анализа сложных прикладных объектов исследования, обработки информации, целенаправленного воздействия человека на объекты исследования, включая вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования управления и принятия решений, с целью повышения эффективности функционирования объектов исследования.

Область исследования диссертации соответствует областям научной специальности: п. 2 «Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации»; п.3 «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации»; п. 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного

анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации», п. 10 «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах».

### Дискуссионные положения и замечания

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. В первой главе автор указывает: «ГРСОИ широко используются на предприятиях и в организациях...» (стр. 12). Однако упоминаемый автором класс вычислительной техники фактически не является ГРСОИ, поскольку в основном на предприятиях и в организациях вычислительная техника используется как «персональный компьютер», что по сути является средством индивидуальной обработки информации, а не гетерогенной распределенной вычислительной системой. Распределённые средства обработки информации – это узкий класс вычислительной техники, используемый для специальных задач (например, для полномасштабного компьютерного моделирования).

2. Внедрение в состав вычислительных узлов (ВУ) ГРСОИ многоуровневой структуры реактивных агентов повлечет увеличение вычислительной нагрузки каждого узла, а также нагрузку коммуникационного оборудования, связанную с обслуживанием задач самих программных агентов. В работе упоминается, что конфигурация может быть разнообразной (гетерогенной) и не всегда высокопроизводительной (межведомственный характер ГРСОИ). В связи с этим возникает вопрос, который не учтен в работе, – вопрос об уровне влияния мультиагентного подхода на полезную вычислительную мощность системы обработки информации.

3. При определении ограничения  $C^2$  (стр. 49, стр. 9 в автореферате) критерий сформирован некорректно ввиду наличия дискретной вероятности исполнения задачи на  $j$ -ом узле ( $p_{ij}$ ) (например, как указано автором, из-за отсутствия необходимого ПО). То есть, поскольку не все задачи могут быть выполнены на каком-то  $j$ -ом СМО, то в критерии не стоит учитывать вес абсолютно всех задач и время их выполнения. Возможно, следует добавить в выражение под знаком суммы дискретный коэффициент, учитывающий возможность выполнения  $i$ -ой задачи на  $j$ -ом узле.

4. В параграфе 1.2 при описании характеристики ГРСОИ пропущена или нарушена нумерация классифицированных характеристик рассматриваемых вычислительных систем (стр.15). Имеются и другие неточности при оформлении диссертационной работы: не на всех рисунках указаны единицы измерения; формулы не индексированы.

### Заключение

Сделанные замечания не снижают положительного впечатления от диссертационного исследования, его значительного вклада в решение важной научно-практической задачи, связанной с заявленной целью работы. Полученные результаты являются новыми, обоснованными, имеют практическую и научную значимость. Диссертационная работа Онтужевой Галины Александровны «модельно-алгоритмическое обеспечение многоуровневого управления гетерогенными распределенными системами обработки информации» является

законченной научно-квалификационной работой, полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации.

**Официальный оппонент:**

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой вычислительных машин и комплексов  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»

Максим Викторович Кривов

17.09.2021

Проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Ангарский государственный  
технический университет», д.т.н., профессор



Алексей Валерьевич Бальчугов

Почтовый адрес:

665835, Иркутская область, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60.

Телефон: (3955)-67-18-32,

E-mail: info@angtu.ru