

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор ФГАОУ ВО

«Национальный исследовательский  
университет ИТМО»

В.Н. Васильев

*августа* 2022 г.

### **ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертационную работу

Рожковой Татьяны Сергеевны

«Специальное математическое и программное обеспечение децентрализованного управления динамической реконfigurацией вычислительной системы на базе мобильных устройств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Актуальность темы. На сегодняшний день быстрое развитие мобильных терминалов различной функциональности привело к подключению к глобальным распределенным вычислительным ресурсам миллиарды вычислительных устройств мобильного типа. Для удовлетворения требований к задержке и надежности, предъявляемых широким спектром приложений, необходима эффективная обработка данных, генерируемых на границе сети. Использование парадигмы облачных вычислений при этом приводит к существенным задержкам результатов обработки, что является критичным для большинства процессов реального времени, выполняющихся на мобильных терминалах. В связи с этим, предлагается использование незадействованных вычислительных ресурсов мобильных устройств, находящихся в непосредственной близости, без передачи выполнения задач в удаленное облако. Однако, учитывая то, что возможности мобильных устройств ограничены вычислительными ресурсами и энергоемкостью аккумулятора, предполагается динамическое формирование многоузловой децентрализованной вычислительной системы из множества мобильных устройств и использование совокупности их вычислительных ресурсов в качестве единого ресурса для решения вычислительных задач.

подавляющее большинство проблем, решаемых в этой предметной области, ориентировано, или на повышение энергоэффективности вычислительного процесса, в силу ограниченных возможностей мобильного электропитания, или на оптимизацию использования ограниченной пропускной способности каналов связи между мобильными терминалами. При этом, требуют исследования задачи динамического формирования и поддержания децентрализованной вычислительной инфраструктуры, в частности, вопросы ее масштабируемости и устойчивости распределенного вычислительного процесса, связанные с проблемой «оттока узлов» – то есть динамического исключения вычислительных узлов из состава многоузловой децентрализованной вычислительной системы в силу объективных причин. Данные задачи требуют разработки соответствующих средств специального математического и программного обеспечения для реализации процесса распределенного управления.

Рассмотренные выше проблемы, а также имеющиеся недостатки существующих многоузловых децентрализованных вычислительных систем, позволяют сделать вывод об актуальности исследования, выполненного Рожковой Татьяной Сергеевной в диссертационной работе.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Все представленные положения, выносимые на защиту, а также выводы, сделанные в ходе решения отдельных задач, имеют достаточную степень теоретического и эмпирического обоснования, что свидетельствует о корректном применении Рожковой Т.С. выбранных методов исследования.

Оценка новизны и достоверности основных научных положений, выводов и рекомендаций.

Положениями, выносимыми на защиту в рассматриваемой диссертационной работе, являются:

1. Теоретико-игровая модель взаимодействия вычислительных узлов, отличающаяся реализацией кооперативной стохастической игры на основе методов мультиагентного обучения с подкреплением, обеспечивающая их равновесное состояние в условиях динамической реконфигурации структуры системы.

2. Алгоритм распределения вычислительных ресурсов и управления потоками данных, отличающийся кворумным методом взаимного информационного согласования данных процесса распределенных вычислений на основе схемы «ведущий-ведомый» и, обеспечивающий динамический выбор узла-ведущего в условиях динамической реконфигурации системы.

3. Архитектура многоузловой децентрализованной вычислительной системы, отличающаяся реализацией двухуровневой схемы вычислительной инфраструктуры и обеспечивающая поддержание логической целостности распределенных данных протокола взаимного информационного

согласования, функционирующего поверх протокола междуузловой маршрутизации.

Их состоятельность и достоверность подтверждается научно организованными экспериментами, корректным применением известных методов исследования, непротиворечивостью и воспроизводимостью результатов, полученных в процессе сравнительного анализа вычислений и натуральных экспериментов.

Теоретическая и практическая значимость исследования состоит в разработке средств специального математического и программного обеспечения децентрализованного управления распределением вычислительных ресурсов и потоков данных в многоузловой децентрализованной системе на основе теоретико-игрового подхода и технологии одноранговых вычислительных систем, обеспечивающих повышение динамической устойчивости формируемой вычислительной инфраструктуры.

Диссертационная работа соответствует перспективной тематике научных исследований ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации».

Основные научные результаты достаточно полно отражены в публикациях, в том числе и по перечню ВАК. Так, результаты диссертационного исследования представлены в 16 публикациях, из которых 3 статьи опубликованы в журналах из перечня ВАК РФ и 1 статья опубликована в издании, индексируемом Scopus. Дополнительно апробация проводилась в научных журналах и материалах всероссийских и международных конференций. Кроме того, получены патент на изобретение и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты диссертационного исследования были реализованы в виде специального программного модуля для прототипа вычислительного узла на базе мобильного устройства и нашли практическое применение в работе АО «Научно-технический центр «Атлас»» для совершенствования программного обеспечения, реализующего вычислительный процесс в распределенной системе обработки информации. Апробация результатов подтверждена актом внедрения.

Рекомендации по внедрению.

Модели и алгоритмы, предложенные в диссертации Рожковой Т.С. рекомендованы к внедрению в сфере разработки программного обеспечения многоузловой децентрализованной вычислительной системы, а также для модернизации архитектуры программного обеспечения существующих систем. Дальнейшее развитие тематики исследования рекомендовано на базе научного коллектива по месту выполнения диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе.

1. В главе 1 среди рассмотренных существующих моделей управления ресурсами и потоками данных подробно описаны лишь аукционные методы,

остальные же методы рассмотрены поверхностно или же вовсе не рассмотрены.

1. Рассмотренный в п. 2.1.3 критерий эффективности используется только при детерминированном подходе, при этом, при стохастическом подходе результаты применения данного критерия не описаны.

2. Концептуальное описание (п. 3.1.1) разработанной имитационной модели не соответствует функциональному ограничению модели.

3. В ходе испытания и исследования (п. 3.2) разработанной имитационной модели, проведена ее верификация с использованием формальных процедур, однако не указано, какие именно гипотезы о поведении системы проверялись.

4. Заявленный в качестве положения, выносимого на защиту, алгоритм распределения вычислительных ресурсов и управления потоками данных в явном виде не представлен в диссертации.

5. Некоторые части работы возможно сократить без ущерба для ценности диссертации, а в главе 4 больше внимания уделить описанию проведения и анализа результатов натурального эксперимента так, как это сделано в главе 3 при проведении вычислительного эксперимента анализа чувствительности модели.

При этом отмеченные недостатки не снижают качество полученных результатов диссертационного исследования.

Закключение. Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, в котором изложены подходы к разработке средств математического и программного обеспечения многоузловой децентрализованной вычислительной системы, что соответствует пункту 3 «Модели, методы, алгоритмы, языки и программные инструменты для организации взаимодействия программ и программных систем» и пункту 9 «Модели, методы, алгоритмы и программная инфраструктура для организации глобально распределенной обработки данных» паспорта специальности. Полученные автором результаты в достаточной степени достоверны и являются значимыми для развития указанной отрасли науки. Логика изложения материала диссертации соответствует заявленной цели и поставленной в рамках исследования научной задачи. По результатам исследования сделаны обоснованные выводы. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Диссертационная работа отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 в действующей редакции, а ее автор, Рожкова Татьяна Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Диссертационная работа обсуждалась на заседании мегафакультета трансляционных информационных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Настоящий отзыв рассмотрен и одобрен на заседании мегафакультета трансляционных информационных технологий, протокол № 43 от 21 июля 2022 г. На заседании присутствовали 14 человек.

Директор  
мегафакультета трансляционных  
информационных технологий,  
доктор технических наук



А.В. Бухановский

Секретарь заседания,  
заместитель декана  
факультета цифровых трансформаций,  
кандидат технических наук



А.С. Климова

Отзыв составил:  
профессор  
факультета цифровых трансформаций,  
доктор технических наук, доцент



О.О. Басов

Сведения о составителе отзыва:

Басов Олег Олегович  
доктор технических наук, доцент,  
профессор факультета цифровых трансформаций  
oobasov@itmo.ru  
+70210010 100

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский университет  
ИТМО» (Университет ИТМО).

Почтовый адрес: 197101, г. Санкт-Петербург, пр-т Кронверкский, д. 49, лит. А

Телефон: (812) 480-00-00

Веб-сайт: <https://itmo.ru>

Адрес электронной почты: [od@itmo.ru](mailto:od@itmo.ru)