

## ОТЗЫВ

официального оппонента Калайды Владимира Тимофеевича  
на диссертацию **Снытникова Алексея Владимировича**  
на тему «Исследование производительности высокопроизводительных  
вычислительных систем»  
по специальности 05.13.15 – Вычислительные машины, комплексы и  
компьютерные сети

**Актуальность темы.** В перечень критических технологий Российской Федерации (утверждён Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899) включены «Технологии и программное обеспечение распределённых и высокопроизводительных вычислительных систем». Методы и средства управления ресурсами высокопроизводительных вычислительных систем входят в состав таких технологий.

В настоящее время высокопроизводительные вычислительные системы, представляющее собой совокупность множества элементарных машин и коммуникационной сети, связывающей их, являются основным инструментальным средством решения множества сложных задач в различных прикладных областях. Класс прикладных задач, решаемых с использованием высокопроизводительных вычислительных систем охватывает практически все области производственной деятельности и научных исследований. Особо актуально применение таких систем в оборонных задачах, при проведении астрофизических исследований и исследовании процессов в плазменных реакторах, моделировании технологических процессов при сверхвысоких температурах и давлениях, метеорологических исследованиях, задач зондирования Земли из космоса и т.п. Такие задачи предъявляют высокие требования к оборудованию и системному программному обеспечению вычислительной системы. Эффективность работы (особенно временные ресурсы) определяется эффективностью организации функционирования системы. Это, в свою очередь, требует создания специализированных программ-тестов для оценки временной эффективности (быстродействия) конкретной вычислительной системы.

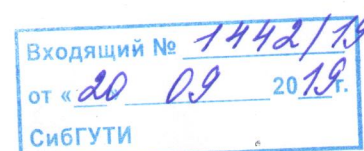
Проблема создания эффективных тест-программ является комплексной, так как требует одновременного решения целого ряда, зачастую, противоречивых задач:

- определения быстродействия конкретной вычислительной системы;
- реализация тестов на основе числовых методов, широко используемых для решения актуальных научно-исследовательских и производственных задач;
- оценка производительности систем ввода-вывода, так как многих случаях ввод-вывод является фактором, замедляющим решение задач и работу вычислительных систем в целом.

Особо важно создавать тесты на базе программ, реализующих математические методы, предъявляющие высокие требования сразу ко всем подсистемам тестируемой вычислительной системы. Всё это даёт основание утверждать, что задача разработки методов комплексного тестирования производительности вычислительных систем и реализация таких тестов является актуальной.

### Основная идея диссертации

Соискателем разработана методика и создана программная система для комплексной оценки производительности вычислительной системы с учётом





функционирования всех подсистем и оценки скорости решения реальных задач, включающая в себя:

- программный комплекс, позволяющий оценивать производительность всех подсистем конкретной вычислительной системы, на быстродействие (процессорные ядра, графические ускорители, контроллеры памяти, межпроцессорные коммуникационные интерфейсы, контроллеры коммуникационной сети, сетевые коммутаторы, средства доступа к энергонезависимой подсистеме хранения данных (дисковой подсистеме)), и выделять конкретную подсистему, наиболее снижающую скорость счета реальных приложений;

- метод оптимального распределения процессов в приложении на узлах распределённой вычислительной системы, основанный на исследовании коммуникационной структуры параллельных распределённых вычислительных систем;

- метод оценки эффективности использования мультиархитектурной вычислительной системы для решения конкретных задач, на основе оценки производительности её узлов.

### **Наиболее значимые результаты.**

- Разработанная методика сравнения производительности вычислительных систем и оценки эффективности использования конкретной вычислительной системы для решения прикладных задач.

- Разработанный метод анализа коммуникационной структуры высокопроизводительных вычислительных систем, адаптивный к количеству узлов и процессов, позволяющий оптимизировать топологию распределению процессов на узлах высокопроизводительной вычислительной системы.

- Предложенный метод комплексного анализа производительности узлов мультиархитектурной вычислительной системы позволяющий с большей точностью, по сравнению с синтетическими тестами, прогнозировать эффективность (по времени) конкретной вычислительной системы для решения конкретных прикладных задач,

- Разработанный программный комплекс, позволяющий для конкретных приложений формировать эффективную по скорости подсистему вычислительной системы.

### **Новыми научными результатами, полученными автором, являются:**

- методика оценки, на основе одного комплексного теста, всех факторов, влияющих на производительность вычислительной системы;

- применение технологии разбиения метода частиц в ячейках на этапы различной сложности для выявления «низко производительных» подсистем тестируемой вычислительной системы;

- метод оценки, на базе одного комплексного теста, интегральной производительности вычислительной системы;

- методика оценки эффективности распараллеливания и масштабируемость для вычислительной системы, основанная на анализе статистики сообщений результатов выполнения теста на части узлов вычислительной системы кластерного типа.

**Достоверность полученных результатов**, изложенных в диссертации, достаточно высокая и обеспечивается корректностью постановки задачи, подробным анализом предложенных методов и алгоритмов, результаты не противоречат работам

других авторов, а также подтверждаются заявленными показателями пиковой производительности системы.

**Практическая значимость** полученных результатов обуславливается тем, что разработанный и реализованный тест позволяет выполнять контроль и диагностику функционирования вычислительных машин путём измерения скорости работы сложного многопланового приложения, с неравномерной недетерминированной нагрузкой всех подсистем вычислительной машины

Практическое значение диссертации подтверждается тем, что результаты её исследований нашли применение путём использования их при выполнении:

- грантов Российского фонда фундаментальных исследований:

- № 13-07-00589;
- № 14-07-00241;
- № 16-07-00434;
- № 16-07-00916;
- № 18-07-00364;

- проекта Министерства образования и науки РФ (уникальный идентификатор работ RFMEFI57417X0145, соглашение №14.574.21.0145 от 26.09.2017г.) в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы».

**Полнота опубликования результатов диссертации, соответствие автореферата содержанию диссертации.**

Диссертация содержит 155 страницы основного текста, с 32 рисунками и 50 таблицами, состоит из введения, пяти глав, заключения и двух приложений. Список использованных источников содержит 182 наименований.

По теме диссертации автором опубликовано 16 печатных работ, в том числе 10 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК для публикации результатов диссертационных исследований, 5 в международных изданиях, индексируемых, Scopus и Web of Science; раздел в монографии. Материалы исследований достаточно полно отражены в публикациях автора.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международных научных конференциях в России и за рубежом:

- на международных научных конференциях серии Parallel Computing Technologies (Нижний Новгород, 2003, Красноярск, 2005, Новосибирск, 2009);

- на международной конференции International Conference on Computational Science (Амстердам, 2009);

- на международной конференции Open Magnetic Systems for Plasma Confinement (Новосибирск, 2010);

- на международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления» (Москва, 2010);

- на международной суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (Новороссийск, 2009, 2011, 2014);

- на международной научной конференции Russian Supercomputing Days (Москва, 2015, 2016);

- на международной конференции «Супервычисления и математическое моделирование» (Саров, 2016).



Все изложенные в работе результаты исследований получены при непосредственном участии автора.

Содержание автореферата отражает основные положения диссертации.

### **Замечания и недостатки диссертации**

Вместе с тем диссертационная работа обладает и рядом недостатков. По содержанию работы и её оформлению следует выделить следующие.

1. В работе, при обосновании использования метод частиц в ячейках для построения теста, автор аргументирует выбор высокими требованиями этого метода к быстродействию процессоров, оперативной памяти, и системы хранения данных, перечисляя его преимущество перед другими вариантами. При этом никаких альтернативных подходов не рассматривается.

2. В разделе 1 диссертации декларируется, что число операций вычислительного алгоритма метода частиц в результате автоматической оптимизация программы «не даёт почти ничего». Оценок, подтверждающий это утверждение в работе нет.

3. Значения оценок производительности систем (и подсистем), приведённых в работе, из-за ограниченного объёма расчётов, можно рассматривать как предварительные.

4. Положения, выносимые на защиту, содержат не чёткие, а зачастую и не корректные определения типа: «наиболее заметно снижающую...» (положение № 1), «по более оптимальному...» (положение № 2), «более достоверные...» (положение № 4).

5. Положение №4 содержат лишь объекты защиты (метод комплексного анализа) и не чёткую сравнительную оценку его практической значимости, при этом отличительные новизны метода не выделены.

6. Формулировки пунктов научной новизны многословны, в них трудно выделить существенные признаки объектов научной новизны.

7. В автореферате, в части описания объёма и структуры диссертации имеются расхождение с фактическим данными.

Отмеченные недостатки не снижают значимость работы, содержащей научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для организации и управления вычислениями в высокопроизводительных вычислительных системах.

### **Общее заключение по диссертации:**

Диссертация Снытникова Алексея Владимировича соответствует специальности 05.13.15 – вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложены новая научно обоснованная методика комплексного тестирования мультиархитектурных параллельных вычислительных систем, внедрение которой позволит автоматизировать выработку рекомендаций по оптимизации кода в используемых методах математического моделирования под конкретные вычислительные системы.

По своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов представленная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (редакции

от 01.10.2018), а её автор Снытников Алексей Владимирович заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук.

Профессор кафедры оптико-электронных систем и  
дистанционного зондирования,  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национально исследовательский Томский  
государственный университет»,  
доктор технических наук, профессор,  
Калайда Владимир Тимофеевич

