



СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



**Материалы 3-й Всероссийской
научно-технической конференции**

29 сентября - 4 октября 2014
Дивноморское, Геленджик

ТОМ 1

Министерство образования и науки Российской Федерации
Российский фонд фундаментальных исследований
Южный научный центр Российской академии наук
Южный федеральный университет
НИИ многопроцессорных вычислительных систем
имени академика А.В. Каляева Южного федерального университета
ОАО «НИЦЭВТ»
ФГУП «НИИ «Квант»
ООО «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров»
Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий»
Журнал «Известия ЮФУ. Технические науки»

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СКТ-2014

**Материалы 3-й Всероссийской
научно-технической конференции**

29 сентября – 4 октября 2014
Дивноморское, Геленджик

ТОМ 1

Ростов-на-Дону
2014

УДК 004.272.43

ББК 32.973

С 73

С 73 Суперкомпьютерные технологии (СКТ-2014) // Материалы 3-й Всероссийской научно-технической конференции. Т.1. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 226 с.

ISBN

В первом томе материалов 3-й Всероссийской научно-технической конференции «Суперкомпьютерные технологии» (СКТ-2014) представлены доклады, посвященные вопросам создания суперкомпьютеров, их архитектуре и аппаратной базе, а также разработке математического и программного обеспечения суперкомпьютеров.

Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 14-07-20307 г

М $\frac{2404000000}{6КО(03) - 2014}$ без объявл.

ББК 32.973

ISBN

© Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем имени академика А.В. Каляева федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», составление, оформление, 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одним из приоритетных направлений модернизации экономики Российской Федерации является создание и развитие отечественных стратегических информационных технологий, основу которых, безусловно, составляют суперкомпьютерные технологии.

Суперкомпьютерные технологии оказывают всё большее влияние как на экономику и обороноспособность страны, так и на повседневную жизнь людей – медицину, образование, торговлю, финансовый сектор.

Однако в России имеется существенное отставание от развитых стран Америки, Европы и Азии в области создания и применения стандартных кластерных суперкомпьютеров. В списке TOP-500 (ноябрь 2013), содержащем сведения о наиболее производительных суперкомпьютерах мирового сообщества, самый мощный суперкомпьютер в России (Ломоносов - МГУ) занимает 37-ю строчку.

В то же время по ряду перспективных направлений развития суперкомпьютеров (суперкомпьютеры с реконфигурируемой архитектурой, гетеровычислительные системы и ряд других) Россия находится на передовых рубежах

Поэтому обсуждение таких опережающих подходов к развитию суперкомпьютерных технологий является очень актуальным и составляет основной предмет рассмотрения на данной конференции, собравшей воедино как разработчиков аппаратных средств высокопроизводительных вычислений, их системного и программного обеспечения, представляющих различные отечественные научные школы, так и представителей организаций – потенциальных пользователей суперкомпьютеров.

Целью научно-технической конференции «Суперкомпьютерные технологии» (СКТ-2014) является работа по консолидации

суперкомпьютерного сообщества, а также обобщение и развитие накопленного за последние годы отечественного опыта разработки, создания и программирования суперкомпьютеров, применения перспективных суперкомпьютерных технологий, а также выработка рекомендаций по дальнейшему использованию этого опыта с точки зрения задач модернизации экономики России.

Научная программа конференции объединяет широкий круг вопросов по следующим основным направлениям развития суперкомпьютерных технологий:

- Принципы построения, архитектура и аппаратная база суперкомпьютеров.*
- Математическое и программное обеспечение суперкомпьютеров.*
- Проблемно-ориентированные и реконфигурируемые вычислительные системы.*
- Распределенные вычислительные и управляющие системы.*
- Применение суперкомпьютерных технологий в науке, технике и промышленности.*

Проведение конференции СКТ-2014 призвано способствовать повышению уровня фундаментальных и прикладных исследований в области суперЭВМ, проводимых в России; содействовать созданию высокопроизводительных вычислительных систем новых поколений, привлечению творческой научной молодежи к проведению фундаментальных и прикладных исследований в области суперкомпьютерных систем; повышению уровня подготовки специалистов и кадров высшей квалификаций в высших учебных заведениях по данному направлению; модернизации экономики России и превращению ее из сырьевой в инновационную.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ, АРХИТЕКТУРА И АППАРАТНАЯ БАЗА СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ

<i>Абрамов С.М., Амелькин С.А., Романенко А.Ю., Симонов А.С., Чичковский А.А.</i> Опыт реализации высокопроизводительных вычислительных систем с погружной жидкостной системой охлаждения	10
<i>Акжолов М.Ж., Дикарев Н.И., Шабанов Б.М., Шмелев А.С.</i> Оценка производительности векторного потокового процессора при изменении размера обрабатываемых массивов	15
<i>Алексеев А.В., Антипина Н.Р., Ветчинников А.В., Залялов А.Н., Липов Д.И., Ломтев А.В., Нуэдин А.А., Сапронов И.С.</i> Тестирование многопроцессорных суперЭВМ с гетерогенной и гибридной архитектурой	20
<i>Брындин Е.Г.</i> Управление непрерывной обработкой программ на виртуальной памяти	21
<i>Бутенков С.А., Семерников Е.А.</i> Оптимизация проектирования вычислительных систем реального времени на основе моделей массового обслуживания	30
<i>Гренадеров М.А., Рошин И.С., Смирнов А.В., Яблонский С.В.</i> Особенности электроснабжения и холодоснабжения современных суперкомпьютеров	35
<i>Затуливетер Ю.С., Фищенко Е.А., Артамонов С.Е.</i> К созданию отечественной элементной базы для высокопараллельных и распределённых вычислений	40
<i>Змеев Д.Н., Левченко Н.Н., Окунев А.С.</i> Исследование принципов работы параллельной потоковой вычислительной системы на кластерных вычислительных системах	45
<i>Змеев Д.Н., Левченко Н.Н., Окунев А.С.</i> Управление вычислениями в системе ввода данных параллельной потоковой вычислительной системы «БУРАН»	48

Коваленко В.Б.

Объекты в иерархии софт-архитектур реконфигурируемых вычислительных систем 52

Левин И.И., Мельников А.К.

Методы управления гибридными высокопроизводительными вычислительными комплексами 55

Левин И.И., Мельников А.К., Семерников Е.А.

Некоторые особенности аппаратной реализации вычислительных структур в ПЛИС 61

Митькин А.С., Погорелов В.А., Соколов С.В.

Многофункциональный оптический вычислитель 64

Носков С.В.

Особенности работы с памятью в реконфигурируемой вычислительной системе 70

Подлазов В.С., Каравай М.Ф.

Повышение пропускной способности многомерных торов 72

РАЗДЕЛ 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ

Алексеев А.В., Баранов А.В., Киселев А.В., Киселев Е.А.

Экспериментальное сравнение технологий распараллеливания по данным Пирамида, MapReduce и MPI 77

Андреев А.Е., Духнич Е.И., Красников А.А.

Реализация схемы шифрования на основе кватернионов в реконфигурируемой вычислительной системе с помощью Altera OpenCL SDK 81

Анцыферов С.С., Русанов К.Е.

Время принятия решения в алгоритмах последовательной обработки нечеткой информации 85

Аряшев С.И., Зубковский П.С., Кулешов А.С., Цветков В.В.

Адаптация библиотеки подпрограмм линейной алгебры GotoBLAS к архитектуре векторного сопроцессора 90

<i>Бабешко В.А., Евдокимова О.В., Бабешко О.М., Гладской И.Б., Грищенко Д.В.</i> О методе блочного элемента	95
<i>Бутенков С.А.</i> Методы информационной грануляции в параллельных вычислениях.....	99
<i>Веркеенко М.С.</i> Разработка алгоритма стабильного и быстрого выделения угловых точек на цифровых снимках с использованием дерева принятия решений	104
<i>Гудков В.А., Дордопуло А.И.</i> Средства высокоуровневого программирования многокристальных реконфигурируемых вычислительных систем.....	108
<i>Гуленок А.А.</i> Генетический алгоритм разбиения информационных графов параллельных программ для реконфигурируемых вычислительных систем.....	115
<i>Димитриенко Ю.И., Коряков М.Н., Захаров А.А.</i> Разработка математического и программного обеспечения для суперкомпьютерного моделирования сопряженных процессов гиперзвуковой аэродинамики и термомеханики композитных конструкций перспективных летательных аппаратов	118
<i>Долгов А.И.</i> Корректные модификации формулы Байеса для параллельного программирования.....	122
<i>Духнич Е.И.</i> Октонийные дискретные линейные преобразования.....	127
<i>Егоров В.Ю.</i> Применение операционной системы QP ОС и гипервизора QP VMM как программной платформы для высокопроизводительных вычислений.....	132
<i>Еришова О.В., Кириченко Е.В., Семерников Е.А., Чкан А.В.</i> Ошибки усечения результатов арифметических операций с фиксированной точкой в алгоритмах быстрого преобразования Фурье.....	137

Жуков А.Л.

Жадные алгоритмы кластеризации данных на основе теории
грануляции 141

Иванников В.П., Аветисян А.И., Самоваров О.И.

Архитектура и особенности реализации программного обеспече-
ния предметно-ориентированных web-лабораторий 144

Каляев З.В., Данилов И.Г., Брандин Б.А.

Реализация системы диагностики крупных реконфигурируемых
вычислительных систем 153

Кулагин И.И., Пазников А.А., Курносоев М.Г.

Оптимизация информационных обменов в параллельных PGAS-
программах 158

Куприянов М.С., Шичкина Ю.А.

Метод распараллеливания алгоритма, представимого информа-
ционным графом 163

Никитина А.В., Семенов И.С.

Численное моделирование задач динамики планктонных популя-
ций на многопроцессорных вычислительных системах перспек-
тивной архитектуры 168

Никляев И.Ю.

Программирование устройств с архитектурой потока данных на
языке высокого уровня 172

Семенякина А.А.

Параллельное решение задач диффузии – конвекции на основе
схем повышенного порядка точности 177

Семерникова Е.Е.

Использование переменной разрядности данных в языках про-
граммирования высокого уровня для реконфигурируемых вы-
числительных систем 182

**Степанян А.Б., Алюшкевич В.Б., Дмитриев В.А.,
Максимович Е.П., Фисенко В.К.**

Требования по встраиванию средств защиты и соответствующего
программного обеспечения при их повторном использовании в
новых программных продуктах 184

Сушинов А.И., Хачуңц Д.С., Чистяков А.Е.

Численное моделирование распространения загрязняющих веществ в воздушной среде прибрежной зоны на многопроцессорных вычислительных системах 189

Сушинов А.И., Чистяков А.Е., Проценко Е.А.

Параллельные алгоритмы численного решения задач транспорта наносов в мелководных акваториях 194

Сушинов А.И., Чистяков А.Е., Семенов И.С., Григорян Л.А.

Параллельные алгоритмы численного решения задач фильтрации двухфазных несжимаемых жидкостей 199

Сушинов А.И., Чистяков А.Е., Тимофеева Е.Ф.

Численное моделирование волновых процессов в прибрежной зоне на основе регуляризованных по Б.Н. Четверушкину явных схем на вычислительных системах с массовым параллелизмом 204

Хисамутдинов М.В.

Алгоритм сложения множества изображений с целью получения одиночного незашумлённого изображения 209

Ченцов А.А., Ченцов А.Г.

Метод итераций в задаче последовательного обхода мегаполисов с ограничениями и внутренними работами 212

Шаповалов О.В.

Разработка библиотеки параллельных шаблонов 218

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ 224