



# СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



**Материалы 2-й Всероссийской  
научно-технической конференции**

24 - 29 сентября 2012  
Дивноморское, Геленджик

**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**  
**НОЦ «Многопроцессорные вычислительные и управляющие системы»**  
**Южного федерального университета**  
**ФГУП «НИИ «Квант»**  
**ООО «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокompьютеров»**  
**Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий»**

---

# **СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**СКТ-2012**

**Материалы 2-й Всероссийской  
научно-технической конференции  
24 – 29 сентября 2012  
Дивноморское, Геленджик**

**Таганрог – Москва  
2012**

УДК 004.272.43  
ББК 32.973  
С 73

С 73 Суперкомпьютерные технологии (СКТ-2012) // Материалы 2-й Всероссийской научно-технической конференции. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2012. – 410 с.

ISBN

Публикуемые материалы отражают круг актуальных проблем и задач, представленных для обсуждения на 2-й Всероссийской научно-технической конференции «Суперкомпьютерные технологии» (СКТ-2012). Наряду с фундаментальными вопросами создания суперкомпьютеров, их архитектуры и математического и программного обеспечения в представленных материалах большое внимание уделено организации распределенных вычислений, применению суперкомпьютерных технологий в науке, технике и промышленности.

*Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 12-07-06032 г*

М  $\frac{2404000000}{6КО(03) - 2012}$  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, 2012

## ***Уважаемые коллеги!***

*Рад приветствовать вас на очередной конференции «Суперкомпьютерные технологии» (СКТ-2012), которая собрала представителей ведущих компаний и организаций России, занимающихся разработкой, созданием и внедрением суперкомпьютерных технологий.*

*Целью нашей конференции является объединение усилий российских ученых в развитии фундаментальных исследований и прикладных разработок в области суперкомпьютерных технологий и их практическому применению в различных сферах человеческой деятельности.*

*Программа конференции объединяет широкий круг вопросов по следующим основным направлениям развития суперкомпьютерных технологий:*

- Принципы построения и архитектура суперкомпьютеров*
- Математическое и программное обеспечение суперкомпьютеров*
- Проблемно-ориентированные и встраиваемые вычислительные системы*
- Аппаратная база высокопроизводительных вычислений*
- Распределенные вычислительные и управляющие системы*
- Применение суперкомпьютерных технологий в науке, технике и промышленности*

*Надеюсь, что проведение конференции будет способствовать консолидации суперкомпьютерного сообщества России, повышению уровня фундаментальных и прикладных исследований, а также содействовать разработке суперкомпьютерных технологий и их внедрению во все сферы человеческой деятельности.*

*Выражаю искреннюю благодарность Российскому фонду фундаментальных исследований, оказавшему финансовую поддержку в проведении конференции СКТ-2012.*

*Желаю всем участникам и гостям конференции плодотворной работы и новых научных достижений.*

***Председатель  
Программного комитета СКТ-2012***

***Академик***



***В.К. Левин***

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### РАЗДЕЛ 1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И АРХИТЕКТУРА СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ

*Андрюшин Д.В., Петухов Е.В.*

Результаты исследования многосокетных серверов с общей памятью на тестовой задаче UA расчета теплопереноса ..... 13

*Андрюшин Д.В., Соколов А.А., Лебедев А.Л., Семеновский В.Б.*

Сравнительное тестирование 2-сокетных узлов на базе процессоров Sandy Bridge и Interlagos ..... 18

*Андрюшин Д.В., Соколов А.А., Петухов Е.П., Швецов А.В.*

Исследование и оптимизация внутриузловых и межузловых коммуникаций суперкомпьютеров на базе многосокетных серверов с общей памятью ..... 23

*Горбунов В.С., Елизаров Г.С., Левин В.К.*

Суперкомпьютеры сегодня и в ближайшие годы ..... 28

*Горбунов В.С., Эйсымонт Л.К., Соколов А.А., Зайцев А.В., Заборовский В.С., Семеновский В.Б.*

Экзамасштабные технологии: инкапсуляция иерархической структуры суперкомпьютеров в модели HPGAS ..... 29

*Дикарев Н.И., Шабанов Б.М., Шмелев А.С.*

Проблемы масштабирования производительности в векторном процессоре с архитектурой управления потоком данных ..... 34

*Доронченко Ю.И., Стоянов С.В.*

Синхронизация вычислительных процессов в реконфигурируемых вычислительных системах с динамической распределенной памятью ..... 39

*Елизаров Г.С., Горбунов В.С., Кульков Г.Б., Титов А.Г.*

Применение программируемых логических схем для ускорения вычислений в суперкомпьютерах ..... 45

*Змеев Д.Н., Левченко Н.Н., Окунев А.С., Яхонтов Д.Е.*

Исследование последовательности выбора полей токена при поиске в ассоциативном процессоре ППВС ..... 48

|  |    |
|--|----|
| <i>Каравай М.Ф., Подлазов В.С.</i><br>Топологические резервы многоканального 3D-тора .....   | 54 |
| <i>Каравай М.Ф., Подлазов В.С.</i><br>Топологические резервы системных сетей со структурой двух-<br>уровневых полных графов .....  | 59 |
| <i>Климов А.В., Левченко Н.Н., Окунев А.С., Стемпковский А.Л.</i><br>Использование архитектуры потока данных для создания сверх-<br>высокопроизводительных вычислительных систем .....         | 64 |
| <i>Левин И.И.</i><br>Проблемы и перспективы высокопроизводительных реконфигу-<br>рируемых вычислительных систем .....  | 69 |
| <i>Левченко Н.Н., Окунев А.С., Яхонтов Д.Е.</i><br>Методы снижения энергопотребления АЗУ ППВС .....  | 73 |
| <i>Никольская Ю.Н., Акжолов М.Ж., Змеев Д.Н.</i><br>Вопросы организации аппаратной поддержки синхронизации<br>процессов в вычислительной системе с управлением потоком<br>данных .....         | 78 |
| <i>Слуцкий А.И., Симонов А.С., Леонова А.Е., Фролов А.С.,<br/>Сыромятников Е.Л., Жабин И.А., Макагон Д.В.</i><br>Суперкомпьютерные технологии в ОАО «НИЦЭВТ»: состояние<br>и перспективы ..... | 83 |
| <i>Соколов А.А., Андриюшин Д.В., Климов Ю.А.</i><br>Сравнительное тестирование сети МВС-Экспресс и Infiniband с<br>использованием пакета NAS Parallel Benchmark .....                          | 88 |

## РАЗДЕЛ 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ

|  |    |
|--|----|
| <i>Беззубцев С.О.</i><br>Особенности управления операциями ввода-вывода для ускоре-<br>теля ресурсоемких вычислений .....                            | 93 |
| <i>Бовкун А.В.</i><br>Автоматизированные методы сокращения аппаратных затрат при-<br>кладных задач для реконфигурируемых вычислительных систем ..... | 98 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Бычков И.В., Опарин Г.А., Феоктистов А.Г., Вартамян Э.К.</b><br>Технология спецификации объектных моделей проблемно-ориентированных распределенных вычислительных систем ..... | 99  |
| <b>Витиска Н.И., Шмойлов В.И., Титова Е.Б.</b><br>Методика решения СЛАУ на кластерных вычислительных системах с применением г/ф-алгоритма .....                                   | 103 |
| <b>Домнин В.В.</b><br>Процедура генерации исходных данных для ресурсоемких вычислений сложнообратимых функций .....   | 107 |
| <b>Дордопуло А.И. Гудков В.А.</b><br>Реализация межкадровых условных операторов в языке программирования высокого уровня COLAMO .....   | 113 |
| <b>Зачёсов Ю.Л., Рожков А.Ф.</b><br>Реализация алгоритма отсева целочисленных полиномиальных уравнений без целых корней на графических процессорах .....                          | 115 |
| <b>Ильченко Д.Н.</b><br>Реализация поиска ключевых слов в текстовых файлах, передаваемых по сети Ethernet .....   | 118 |
| <b>Коваленко А.Г.</b><br>Процедура автоматического преобразования параллельно-конвейерных программ для реконфигурируемых вычислительных систем .....                              | 120 |
| <b>Кочерга М.С., Семерников Е.А., Чкан А.В.</b><br>Организация вычислений и анализ обработки данных в конвейерном вычислителе БПФ на основе ПЛИС семейства VIRTEX .....           | 125 |
| <b>Кочуров А.В., Головашкин Д.Л.</b><br>Решение сеточных уравнений на графических вычислительных устройствах методом пирамид. Трёхмерный случай .....                             | 130 |
| <b>Курносов М.Г., Пазников А.А.</b><br>Вложение параллельных программ в пространственно-распределённые вычислительные системы на основе методов разбиения графов .....            | 135 |
| <b>Логанова Л.В.</b><br>Реализация параллельного алгоритма встречных циклических прогонок на гетерогенной вычислительной системе .....  | 140 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Лукин Н.А.</b><br>Эффективные параллельные методы вычисления полиномов .....  | 145 |
| <b>Малышева С.А., Головашкин Д.Л.</b><br>Разностное решение уравнений максвелла на графическом процессоре методом пирамид .....  | 152 |
| <b>Маркович И.И.</b><br>Алгоритмы вычисления частичного ДПФ .....  | 157 |
| <b>Поляков А.Ю.</b><br>Отказоустойчивое выполнение параллельных программ под управлением менеджера ресурсов TORQUE средствами пакета DMTCP .....   | 164 |
| <b>Саак А.Э.</b><br>Полиномиальная диспетчеризация круговым типом массива заявок пользователей .....   | 169 |
| <b>Семерникова Е.Е.</b><br>Масштабируемые конвейерные реализации алгоритмов символьной обработки на языке COLAMO .....   | 174 |
| <b>Сергиевский Н.А., Харламов А.А.</b><br>Параллельная обработка в анализе изображений. Структурный подход .....   | 177 |
| <b>Сластен Л.М.</b><br>Синтез конфигураций многокадровых параллельно-конвейерных структур .....  | 181 |
| <b>Сорокин Д.А.</b><br>Методика синтеза параллельно-конвейерных программ решения задач с существенно переменной интенсивностью потоков данных на реконфигурируемых вычислительных системах ..... | 188 |
| <b>Строцев А.А.</b><br>Методика теоретико-игровой оценки нахождения кластерной вычислительной системы в состояниях эффективного функционирования на основе марковской модели .....               | 192 |
| <b>Сухинов А.И., Четверушкин Б.Н.</b><br>Явные или неявные схемы? Возможная смена парадигмы на пути к эксафлопсным вычислениям .....   | 197 |



**Ченцов А.А., Ченцов А.Г.**

Динамическое программирование и метод итераций в задачах маршрутизации ..... 199

**Эйсымонт Л.К., Моляков А.С., Заборовский В.С., Федоров С.А.**

Символьная обработка: эпизоды отечественной истории и перспективы ..... 202

### **РАЗДЕЛ 3. ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ И ВСТРАИВАЕМЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**

**Верба В.С., Меркулов В.И., Сузанский Д.Н., Чернов В.С.**

Отождествление результатов измерений в распределенных пассивных угломерных радиоэлектронных системах управления воздушного базирования ..... 207

**Дмитренко А.И., Соломахин П.А.**

Применение синфазных сигналов в LVDS-линии для передачи служебной информации ..... 212

**Ильчук А.Р., Романенков А.А., Татарский Б.Г.**

О перспективных направлениях развития и реализации радиолокационных систем управления воздушным движением ..... 215

**Катаев О.В.**

Методология проектирования отказоустойчивых вычислительных систем ..... 220

**Кириченко Е.В., Семерников Е.А.**

Вычислительные системы гидроакустических комплексов на основе ПЛИС семейства VIRTEX ..... 225

**Маркович И.И., Ершова О.В., Андриенко В.А.**

Цифровая обработка сигналов в гидроакустических комплексах ..... 230

**Машошин А.И.**

Имитационный стенд для разработки, отработки и испытаний гидроакустического комплекса подводной лодки ..... 234

**Машошин А.И., Шафранюк А.В., Соколов А.И., Юхта П.В.**

Особенности построения спецвычислителя для гидроакустических систем ..... 240

**Меркулов В.И., Миляков Д.А., Чернов В.С.**

Траекторное управление наблюдением в распределенных угломерных радиоэлектронных системах управления воздушного базирования ..... 247

**Ступин Д.Д.**

Проблемы «портретной» обработки радиолокационной информации в сложной и неопределенной целевой обстановке ..... 252

**Шафранюк А.В.**

Оценка требований к ресурсам спецвычислителя для реализации адаптивного сверхразрешающего алгоритма ..... 255

#### **РАЗДЕЛ 4. РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

**Анциферов С.С.**

Метрология распределенных систем обработки ..... 260

**Анциферов С.С., Русанов К.Е., Маслова Л.В.**

Система оценки качества защиты информации в распределенных системах обработки ..... 264

**Витиска Н.И., Титова Е.Б.**

Диспетчеризация в многопроцессорных вычислительных машинах с учетом распараллеливания неустойчивых процессов решения расходящихся СЛАУ ..... 269

**Глебов Н.А.**

Управляющая взаимосвязанная система для объектов с распределенными модулями движения ..... 272

**Горелова Г.В., Мельник Э.В.**

Имитационное моделирование при проектировании распределенных информационно- управляющих систем ..... 275

**Гудкова Н.В., Бесклубова К.В., Мельник Э.В., Чуйков В.М.**

Адаптивная линеаризация датчиков технологических параметров в распределенных системах управления ..... 280

**Данилов И.Г.**

DSTM\_P1: распределённая программная платформа для запуска многопоточных приложений на кластере с синхронизацией на основе транзакционной памяти ..... 284

**Иванов Д.Я., Гандурин В.А., Мельник Э.В.,  
Погорелов К.В.**

Сетевые информационно-управляющие системы сложных распределенных технических объектов ..... 289

**Каляев А.И.**

Об одном методе размещения задач в коллективе вычислителей, основанном на планировании времени решения задачи ..... 294

**Каляев И.А., Мельник Э.В.**

Реконфигурируемые информационно-управляющие системы ..... 298

**Киселёв А.В., Корнеев В.В.**

Реализация специализированных облачных сервисов на базе технологии грид ..... 300

**Климов А.В., Левченко Н.Н., Окунев А.С.**

Модель вычислений с управлением потоком данных как средство решения проблем больших распределенных систем ..... 303

**Ковернинский И.В., Мельник Э.В., Таранов А.Ю.,  
Погорелов К.В.**

О проблемах организации вычислительного процесса в реконфигурируемой мультиагентной БИУС жесткого реального времени ..... 308

**Купалов-Ярополк И.К.**

Система управления ресурсоемкими вычислениями в условиях неопределенности ..... 311

**Погорелов К.В., Мельник Э.В.**

Децентрализованная организация вычислительного процесса в распределенных информационно-управляющих системах ..... 317

**Смелянский Р.Л.**

Программно Конфигурируемые Сети – основа интернета нового поколения ..... 321

**Хорошевский В.Г., Павский В.А., Павский К.В.**

Стохастическое моделирование распределенных вычислительных систем с резервом ..... 330

## РАЗДЕЛ 5. ПРИМЕНЕНИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУКЕ, ТЕХНИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

|   |     |
|---|-----|
| <i>Александров А.В., Крыжевич Г.Б., Норьков Е.С., Шапошников В.М.</i><br>Применение распределенных вычислений при решении сопряженных задач прочности и гидродинамики судов .....   | 335 |
| <i>Бондур В.Г., Резнев А.А.</i><br>О применении суперкомпьютеров для обработки потоков аэрокосмических изображений .....  | 338 |
| <i>Букатов А.А., Крукиер Л.А., Лазарева С.А, Сухинов А.И.</i><br>Реализация проекта программы «Суперкомпьютерное образование» в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах ..... | 345 |
| <i>Бухановский А.В., Иванов С.В., Нечаев Ю.И.</i><br>Оценка внешних возмущений при контроле экстремальных ситуаций на основе бортового многопроцессорного комплекса .....           | 349 |
| <i>Горбунов В.С., Эйсымонт Л.К., Речинский А.В., Заборовский В.С., Забеднов П.В.</i><br>Суперкомпьютеры для промышленности: вопросы тестирования, анализа и разработки .....        | 360 |
| <i>Гурьев Ю.В., Ткаченко И.В., Якушенко Е.И.</i><br>Опыт и перспективы применения суперкомпьютерных технологий в корабельной гидромеханике и гидродинамике .....                    | 365 |
| <i>Димитриенко Ю.И., Соколов А.П., Шпакова Ю.В., Першин А.Ю.</i><br>Проектирование сетевой вычислительной системы многомасштабного анализа свойств композиционных материалов .....  | 369 |
| <i>Душенин Ю.В., Маркович И.И., Шелестенко Е.Ю.</i><br>Применение современных вычислительных средств в перспективных гидролокаторах переднего обзора .....                          | 372 |
| <i>Желтов С.Ю., Блохинов Ю.Б.</i><br>Новые задачи информационного обеспечения в современных авиационных системах .....  | 377 |
| <i>Заборовский В.С., Солдатов И.В.</i><br>Многопроцессорная система контентного анализа трафика с использованием нумерации Гёделя .....   | 378 |

***Кириченко А.С., Зиновьева И.В.***

Моделирование и анализ технологического процесса получения сотовой панели на суперкомпьютере "Сергей Королев" ..... 383

***Кочегуров А.И., Лайком Д.Н., Аксенов С.В.***

Кластеризация астрофизической информации методом DBSCAN на основе технологий распределённой обработки ..... 387

***Нечаев Ю.И.***

Динамическая модель современной теории катастроф на основе интеллектуальных технологий и высокопроизводительных вычислений ..... 392

***Филатов А.Н., Микушкина С.М., Безруков А.В., Алексеев А.Ю.***

Суперкомпьютерные технологии для отработки новых образцов ракетно-космических систем ..... 400

***Шахматов Е.В., Кузьмичев В.С.***

Использование суперкомпьютерного центра «Сергей Королёв» в интересах аэрокосмического кластера Самарской области ..... 403

**АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ** ..... 408