



ШЕСТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ» Москва, 24–26 октября 2012 г.

Конференцию провел Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН) при поддержке Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, Научного совета РАН по теории управляемых процессов и автоматизации, Российского национального комитета по автоматическому управлению, РФФИ, ЗАО «Оракл Компьютерное оборудование», компании «РОЙ Интернэшнл Консалтанси» и компании NVIDIA. В течение трех дней вниманию участников конференции было предложено 87 докладов, посвященных различным аспектам параллельных вычислений и задач управления. На конференцию приехали специалисты из более чем 50 организаций России и ближнего зарубежья.

На пленарных заседаниях было прочитано 12 докладов. В докладе директора Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, академика РАН *Б.Н. Четверушкина* рассматривалась проблема верификации высокопроизводительных вычислений при моделировании сплошных сред. Достигнутый современными вычислительными системами уровень разрешения позволяет обосновать введение регуляризирующих членов в соответствующие уравнения и доказать существование решений модифицированных уравнений механики сплошных сред. Доклад директора ВЦ им. А.А. Дородницына РАН, академика РАН *Ю.Г. Евтушенко* и канд. физ.-мат. наук *М.А. Посыпкина* был посвящен методу неравномерных покрытий для аппроксимации множества Парето при решении задач многокритериальной оптимизации. Предложенный авторами метод в отличие от других известных подходов позволяет получать более равномерную аппроксимацию и гарантирует ее ε -оптимальность. Заместитель директора НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова и руководитель проекта Parallel.ru, чл.-корр. РАН *Вл.В. Воеводин* в своем пленарном докладе рассказал о российских суперкомпьютерных системах и о проблемах подготовки специалистов соответствующего профиля в России. С обзорным докладом о состоянии и перспективах развития суперкомпьютерных технологий в России и в мире выступил директор Института программных систем им. А.К. Айла-

мазяна РАН и руководитель Российской программы СКИФ по разработке суперкомпьютеров, чл.-корр. РАН *С.М. Абрамов*. Автор проанализировал технологические возможности и научный задел РАН для создания отечественной вычислительной системы сверхвысокой производительности. Были также заслушаны следующие пленарные доклады.

- Д-р физ.-мат. наук *Н.Н. Ненейвода* (Институт программных систем им. А.К. Айлазяна РАН, г. Переславль-Залесский). От численного моделирования к алгебраическому.
- Акад. РАН *В.К. Левин*, акад. РАН *Б.Н. Четверушкин*, канд. физ.-мат. наук *Г.С. Елизаров*, *В.С. Горбунов*, д-р физ.-мат. наук *А.О. Лацис*, д-р физ.-мат. наук *В.В. Корнеев*, *А.А. Соколов*, *Д.В. Андрюшин*, *Ю.А. Климов* (Научно-исследовательский институт «Квант», г. Москва, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва). Коммуникационная среда MVC-Экспресс.
- Д-р техн. наук *В.Э. Малышкин* (Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск). Параллельные вычисления и представление активных знаний.
- Канд. физ.-мат. наук *М.А. Марченко* (Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск). Технологии распределенного статистического моделирования на супер-ЭВМ.
- Д-р физ.-мат. наук *В.Ф. Копьев*, чл.-корр. РАН *С.Л. Чернышев* (Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский). Развитие методов вычислительной аэроакустики в ЦАГИ.

На пленарном заседании выступили представители ведущих мировых компаний — производителей в области параллельных технологий. Представитель ЗАО «Оракл Компьютерное оборудование» *В.А. Гречушкин* рассказал о новых возможностях обработки больших массивов данных. Представитель Центра компетенций MathWorks компании «SoftLine» *Д.В. Жегалин* привел обзор методов и инструментов распараллеливания в программе MATLAB. Представитель фирмы NVIDIA *А.Р. Джораев* рассказал об использовании в

гибридных параллельных вычислениях графических ускорителей на базе технологии NVIDIA CUDA. Были даны ответы на практические вопросы, возникающие перед исследователями, применяющими параллельные технологии в своей работе.

Работа конференции проходила **по шести секциям** — А, В, С, D, E, F.

На секции А (руководители: чл.-корр. РАН *А.Г. Ченцов* и профессор *О. Ваарман*) были заслушаны доклады о параллельных методах и алгоритмах моделирования, оптимизации и управления. Это традиционная секция на конференциях РАСО. Она носит в основном теоретический характер и представляет параллельные алгоритмы и методы, как для традиционных, так и для вновь возникающих задач. Среди традиционных направлений можно перечислить алгоритмы и методы оптимизации, декомпозиции, учета неопределенности, решения комбинаторных задач, решения дифференциальных уравнений и др. Выделяется группа докладов, посвященная анализу самих параллельных алгоритмов и их эффективности.

В докладе канд. техн. наук *О.С. Заикина*, канд. физ.-мат. наук *М.А. Посыпкина* и канд. техн. наук *А.А. Семенова* (Институт динамики систем и теории управления СО РАН, г. Иркутск, Институт системного анализа РАН, г. Москва) предложен новый подход к построению декомпозиционных множеств, используемых для крупноблочного распараллеливания SAT-задач и их решения в распределенных вычислительных средах. Предложенные алгоритмы используются в проекте добровольных распределенных вычислений «SAT@home». В докладе *А. Leibak*, *А. Šeletski* и профессора *О. Vaarmann* (Институт кибернетики, г. Таллинн) изложен иерархический метод декомпозиции для решения больших задач многокритериальной оптимизации. В докладе д-ра физ.-мат. наук *А.В. Панюкова* и *В.А. Голодова* рассмотрен алгоритм решения системы линейных уравнений с интервальной неопределенностью данных. Приведены подробности программной реализации алгоритма в распределенных системах и результаты численных экспериментов. Интерес слушателей вызвал доклад канд. техн. наук *А.В. Ахметзянова*, д-ров физ.-мат. наук *А.Г. Кушнера* и *В.В. Лычагина* (ИПУ РАН) о геометрическом методе построения разрывных решений нелинейных дифференциальных уравнений. В качестве примера рассматривалось многомерное уравнение Эйлера—Хопфа.

Секция В (руководители: д-р физ.-мат. наук *С.А. Степаненко* и канд. техн. наук *Ю.С. Затуливетер*) была посвящена архитектуре параллельных и распределенных систем. Эта секция также традиционная для конференции РАСО. Архитектура систем рассматривается как со стороны аппаратной реализации, так и со стороны общетеоретических достаточно абстрактных моделей. Многие доклады посвящены рассмотрению нейронных сетей, клеточных автоматов

и других дискретных моделей параллельных систем, находящихся все более широкое применение.

С концептуальным докладом «Эксафлопные супер-ЭВМ — контуры архитектуры» выступили д-р физ.-мат. наук *С.А. Степаненко* и *В.В. Южаков* (Российский федеральный ядерный центр ВНИИ экспериментальной физики, г. Саров). Авторами получены оценки необходимых параметров вычислительной и коммуникационной среды, проанализированы архитектурные средства масштабирования эффективности. В докладе канд. техн. наук *Ю.С. Затуливетра*, канд. техн. наук *Е.А. Фищенко*, *С.Е. Артамонова* и *В.А. Козлова* (ИПУ РАН, ООО «ИДМ», г. Зеленоград) анализировались причины, проявления и промышленные проблемы внутрикомпьютерного кризиса, связанного со структурным насыщением микропроцессорных архитектур. Предлагается проект масштабируемой и комплексируемой архитектуры класса GP, который обладает архитектурным потенциалом опережения. В докладе д-ра техн. наук *Б.Я. Штейнберга* (Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону) рассматривалась проблема оптимального распределения площади кристалла процессора между памятью и вычислительными ядрами. Оживленную дискуссию вызвал доклад д-ра техн. наук *Б.А. Зырянова* и *Н.В. Стрельцова* (ОАО «Мультиклет», г. Екатеринбург) об обеспечении живучести мультиклеточного процессора. Авторами предложен ряд аппаратных и программных решений для реализации живучести на микропроцессорном уровне. В докладе канд. техн. наук *М.С. Таркова* (Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, г. Новосибирск) рассмотрено построение рекуррентной нейронной сети гамильтоновых циклов в графе распределенной вычислительной системы. Предложенный нейросетевой алгоритм, использующий метод частичных сумм, не уступает по времени построения цикла известным перестановочным методам.

На секции С (руководители: д-р физ.-мат. наук *С.В. Знаменский* и д-р техн. наук *Н.Н. Бахтадзе*) рассматривалось решение задач в распределенной среде. Это направление имеет заметную тенденцию к росту, и было выделено в отдельную секцию. От традиционных моделей параллельных вычислений осуществляется переход к использованию распределенных и сетевых систем. Причем это происходит как в сфере создания технических систем с сетецентрическим управлением, так и в сфере экономико-социального управления. Особого внимания заслуживают управление в многоагентных системах, в которых имеются агенты, обладающие значительной степенью самостоятельности и своими собственными интересами.

В докладе д-ра техн. наук *В.С. Выхованца* и *А.В. Яцутко* (ИПУ РАН) был представлен новый подход в области динамического управления процессами, основанный на использовании графической нотации с совмещенными сетями управления и данных. Благодаря явному заданию потока данных появ-



ляется возможность реализации естественного распараллеливания и эффективного выполнения процессов. В докладе д-ра физ.-мат. наук *С.В. Знаменского* (Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН) рассматривалась методология использования ретроспективной памяти в качестве основы для безгранично перестраиваемого высокодоступного вычислительного сервиса для длительной эксплуатации. Предложенный способ организации информационной системы обеспечивает повышение доступности и защищенности системы. В докладе канд. физ.-мат. наук *С.В. Кругликова* (Институт математики и механики УРО РАН, г. Екатеринбург) рассмотрена задача моделирования на плоскости движения группы объектов ограниченной маневренности в обход системы невыпуклых препятствий. Показано, что априорную модель движения группы объектов при заданных терминальных положениях можно строить по схеме принципа разделения задач управления и оценивания в гарантированной постановке.

На **секции D** (руководители: д-р техн. наук *В.С. Подлазов*, д-р техн. наук *Г.Г. Стецюра*) были заслушаны доклады о надежности параллельных вычислений и систем. Новым параметром надежности систем, который в последние годы привлекает все больше внимания, становится информационная безопасность.

В докладе д-ра техн. наук *Г.Г. Стецюры* (ИПУ РАН) предложен способ обнаружения и устранения отказов в оптико-электронных средствах обмена данными. Предложенная структура обмена данными сохраняет работоспособность при неуправляемой передаче сигналов одним или группой устройств и позволяет с высокой скоростью идентифицировать их отказ. В работе канд. физ.-мат. наук *Р.В. Нестуля*, канд. техн. наук *О.В. Сердюкова* и *А.Н. Скворцова* (Институт автоматики и электрометрии СО РАН, г. Новосибирск) разработан и опробован на практике новый подход к созданию комплексных систем автоматизации крупных технологических объектов. Предложенная технология построения системы на базе общей магистрали Fast Ethernet является инновационной и обладает широкими возможностями по производительности, масштабируемости, надежности и отказоустойчивости.

На **секции E** (руководитель д-р техн. наук *В.Э. Малышкин*) обсуждались технологии программирования и организации параллельных вычислений. Здесь были представлены доклады, посвященные языкам программирования, системам распараллеливания программ и инструментальным средствам разработки параллельных систем. Особое место занимала тема расписания заданий и распределения ресурсов в многопроцессорной среде. Заслушанные доклады представляли интерес для специалистов в области прикладных исследований, поскольку тематика секции связана с инструментарием любого практического вычислителя.

М.А. Городничев (Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск) представил результаты работы по реализации коммуникационной среды на основе стандартов MPI для организации выполнения параллельных программ на объединении вычислительных кластеров в проекте NumGRID. Автор дал анализ экспериментов по распределенному выполнению прикладных параллельных программ. Доклад д-ра техн. наук *Б.Я. Штейнберга*, канд. физ.-мат. наук *С.А. Гуда*, *Р.И. Морылева*, *А.П. Баглия* и *И.С. Скиба* (Южный федеральный университет) посвящен описанию созданной авторами программы ДВОР (Диалоговый Высокоуровневый Оптимизирующий Распараллеливатель) и применяемых в ней технологий анализа информационных зависимостей. Граф информационных зависимостей строится в диалоговом режиме с пользователем, что позволяет распознавать параллелизм там, где автоматически его найти не удастся.

Секция F (руководители: д-р физ.-мат. наук *С.Н. Андрианов* и д-р техн. наук *Б.Я. Штейнберг*) была посвящена параллельным вычислениям в прикладных задачах. Обсуждались проекты самых разнообразных вычислительных и управляющих систем в технике, производстве, экономике и проектировании. Часть докладов была посвящена системам, работающим в режиме реального времени. В частности, в докладе чл.-корр. РАН *Б.С. Алешина*, канд. техн. наук *С.Г. Баженова*, д-ра техн. наук *В.Г. Лебедева*, канд. техн. наук *Е.Л. Кулиды* (ЦАГИ, ИПУ РАН) рассматривалось использование параллельных процессов для оценки реализуемости и безопасности траекторий магистрального самолета с помощью его бортовой математической модели в интегрированной системе обеспечения безопасности полета. Отметим также задачи параллельного моделирования в физике. Например, доклад д-ра физ.-мат. наук *С.Н. Андрианова* (Санкт-Петербургский государственный университет) «Виртуальный ускоритель — распределенная среда моделирования и управления ускорительными комплексами». Прозвучали также доклады по применению параллельных расчетов в эконометрике и финансах. Можно предположить, что последнее направление будет интенсивно развиваться в соответствии с общемировой тенденцией, когда для анализа и управления будут привлекаться все более сложные и специфичные методы параллельной обработки информации.

А.В. Ахметзянов, А.Б. Искаков, В.Г. Лебедев

Атлас Валиевич Ахметзянов — канд. техн. наук, зав. лабораторией, ☎ (495) 334-92-11, ✉ atlas@ipu.ru,

Алексей Борисович Искаков — канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник, ☎ (495) 334-90-30, ✉ iskaikov@ipu.ru,

Валентин Григорьевич Лебедев — д-р техн. наук, ученый секретарь, ☎ (495) 334-90-20, ✉ lebedev@ipu.ru,

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва.