

## ПЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ» Москва, 26–28 октября 2010 г.

Конференция была проведена Институтом проблем управления (ИПУ) им. В.А. Трапезникова 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» и компании «РОЙ Интернэшнл Консалтанси, Инк.». В ней приняли участие представители 56-ти организаций из 27 городов России и ближнего зарубежья, прочитаны 73 доклада, из них 40 — сотрудниками учреждений РАН, 27 — представителями вузов. Состоялись три пленарных заседания, на которых заслушаны следующие доклады.

- Акад. РАН *С.Н. Васильев* (ИПУ РАН, г. Москва). Ивери Варламович Прангишвили: более полувека в науке управления.
- Акад. РАН *Ю.Г. Евтушенко*, канд. физ.-мат. наук *А.И. Голиков* (ВЦ им. А.А. Дородницына РАН, г. Москва), канд. физ.-мат. наук *М.А. Постыкин* (Институт системного анализа РАН, г. Москва). Параллельные методы решения экстремальных задач.
- Акад. РАН *В.П. Иванников* (Институт системного программирования РАН, г. Москва). Облачные вычисления в образовании, науке и госсекторе.
- Чл.-корр. РАН *И.А. Каляев*, д-р техн. наук *И.И. Левин* (НИИ МВС им. акад. А.В. Каляева Южного федерального университета, г. Таганрог). Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные системы для решения потоковых задач обработки информации и управления.
- Чл.-корр. РАН *И.В. Бычков*, д-р техн. наук *Г.А. Опарин*, канд. техн. наук *А.П. Новопашин*, канд. техн. наук *А.Г. Феоктистов*, канд. техн. наук *А.С. Корсуков* (Институт динамики систем и теории управления СО РАН, г. Иркутск). Управление потоками заданий в интегрированных кластерных системах.
- Чл.-корр. РАН *А.Г. Ченцов* (Институт математики и механики УрО РАН, г. Екатеринбург). Задачи маршрутизации с ограничениями и внутренними работами.

- Д-р техн. наук *С.А. Степаненко* (Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Институт теоретической и математической физики, г. Саров). Оценки ускорения вычислений гибридными системами.
- Д-р техн. наук *В.П. Кутепов* (Московский энергетический институт (технический университет). О параллелизме с разных сторон.
- Д-р техн. наук *В.Э. Малышкин* (Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск). Язык и система фрагментированного программирования больших численных моделей.
- *В.А. Рокотыло* (ЗАО «Оракл. Компьютерное оборудование», г. Москва). Кластерные решения Oracle на серверах X86.  
Основные направления работы конференции:
- параллельные и распределенные вычисления в задачах моделирования, анализа, идентификации, управления и оптимизации (секция А, руководитель д-р техн. наук *В.С. Подлазов*);
- математические модели, вычислительные методы, алгоритмы распараллеливания вычислений (секция В, руководитель д-р техн. наук *В.Г. Лебедев*);
- архитектура параллельных и распределенных вычислительных систем, инструментальные средства для организации вычислений (секция С, руководитель канд. техн. наук *Ю.С. Затуливетер*).  
Из докладов, заслушанных на секции А можно выделить пять групп.

1. Первую и самую многочисленную группу составляют доклады, в которых параллельные вычисления представлены наиболее полно и ярко.

Доклад д-ра техн. наук *И.И. Левина* (Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону) посвящен новым архитектурным решениям для реконфигурируемых вычислительных систем, обеспечивающих максимальный параллелизм при решении задач, представленных в мультиконвейерном потоковом виде и вложенных в поле ПЛИС. В докладе канд. физ.-мат. наук *В.П. Пархоменко* (ВЦ им. А.А. Дородницына РАН) рассматривается моделирование поведения океана на многопроцес-



сорной вычислительной системе (МВС) кластерного типа. Доклад д-ра физ.-мат. наук *А.И. Подгорного* (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва), д-ра физ.-мат. наук *И.М. Подгорного* (Институт астрономии РАН, Москва), а также доклады д-ра физ.-мат. наук *Б.П. Рыбакина* (кафедра высокопроизводительных вычислений МГУ им. М.В. Ломоносова) и канд. физ.-мат. наук *А.В. Снытникова* (Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск) посвящены решению задач магнитогидродинамики, газовой динамики и динамики плазмы на гибридных МВС с графическими ускорителями. В докладе чл.-корр. РАН *Д.А. Губайдуллина*, д-ра техн. наук *А.И. Никифорова*, канд. техн. наук *Р.В. Садовникова* (Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН, г. Казань), а также в докладе д-ра техн. наук *М.Г. Бояришинова*, *Д.С. Балабанова* (Пермский государственный технический университет, г. Пермь) приводятся решения задач механики сплошных сред на гибридных МВС. Доклад д-ра физ.-мат. наук *Г.К. Каменева*, д-ра физ.-мат. наук *А.В. Лотова*, *А.И. Рябикова* (ВЦ им. А.А. Дородницына РАН), посвящен решению задачи многокритериальной оптимизации на суперкомпьютерной МВС. В докладе *А.Ю. Шаенко* (Астрокосмический центр Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва) рассматривается задача радиационного теплообмена на локальной сети персональных компьютеров. В докладе канд. техн. наук *М.Н. Деменкова* (ИПУ РАН) приводится метод численного решения нелинейных дифференциальных уравнений, нацеленный на поиск точек бифуркации решений. Решения ищутся с помощью графических ускорителей. Доклад *Д.Ю. Князькова* (Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва) посвящен сравнению различных методов расчетов голограмм на МВС с графическими ускорителями. В докладе д-ра физ.-мат. наук *А.А. Лазарева*, *А.М. Сальникова*, *А.В. Баранова* (ИПУ РАН) рассматривается новый графический метод решения переборной задачи о ранце на МВС.

Отличительная особенность многих докладов этой группы, отчетливо проявившаяся на данной конференции, состоит в успешном применении гибридных вычислительных систем со сравнительно дешевыми графическими ускорителями (многопроцессорными SIMD-системами на базе технологии CUDA (Compute Unified Device Architecture)). Сейчас они стали доступными широкому кругу пользователей в виде модулей или карт, которые можно встраивать в персональный компьютер, придавая ему черты многопроцессорной системы.

2. Доклады, в которых демонстрируется полная готовность к применению параллельных вычислений: выявлены параллельные участки модели, разработаны алгоритмы или программы их реализации, произведены оценки ожидаемого ускорения вычислений.

3. Доклады, в которых рассматриваются системы автоматизации или мониторинга, которые по своей сути являются системами с распределенными и (или) параллельными вычислениями.

4. Доклады, в которых имеется «предчувствие» параллельных вычислений. В них проведен анализ математических моделей или объектов автоматизации, выявлены параллельные участки, но отсутствует анализ, как этим воспользоваться и что это даст.

5. Доклады, в которых рассматриваемые задачи никак не связаны с параллельными вычислениями, но связаны с построением или оптимизацией различных распределенных структур (организационных, сетевых и т. п.).

Из докладов молодых участников секции А отметим следующие работы:

— Параллельная реализация модели взаимодействия электронного пучка с плазмой на современных многопроцессорных вычислительных комплексах (канд. физ.-мат. наук *А.В. Снытников*, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН);

— Распределенный параллельный расчет радиационно-кондуктивного теплообмена методом Монте-Карло на базе графических ускорителей (*А.Ю. Шаенко*, Астрокосмический центр Физического института им. П.Н. Лебедева РАН);

— Параллельный бифуркационный анализ нелинейных систем управления (канд. техн. наук *М.Н. Деменков*, ИПУ РАН).

— Задачи расчета и оптимизации электромагнитных полей в голографической литографии (*Д.Ю. Князьков*, Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН).

Из представленных на секции В работ можно выделить группы докладов, направленные на:

— решение задач управления сложными системами с использованием параллельных вычислений;

— развитие методов автоматической разработки параллельных программ и совершенствование технологий программирования;

— решение так называемых NP-сложных задач целочисленного программирования.

В докладе канд. техн. наук *А.В. Бабичева* (ИПУ РАН) предложена новая модель представления алгоритмов, сделан краткий обзор результатов, связанных с этой моделью и на примере задачи распараллеливания продемонстрирована эффективность этой модели для задач оптимизации кода. В докладе канд. техн. наук *П.А. Правильщикова* (ИПУ РАН) рассмотрены фундаментальные проблемы управления, которые сводятся к решению NP-полных задач. В докладе канд. физ.-мат. наук *С.В. Кругликова* (Институт математики и механики УрО РАН) рассмотрены задачи моделирования согласованного маневрирования групп объектов в сложных физико-географических условиях. Модель основана на иерархическом представлении объектов, допускающем естественное наращивание, что позволяет рассматривать объекты большой сложности.

В докладе *А.С. Игнатьева*, канд. техн. наук *А.А. Семенова* (Институт динамики систем и теории управления СО РАН) представлен новый подход к обращению полиномиально вычислимых дискретных функций. Основу предложенного подхода составляют алгоритмы логического вывода. Основной практический результат работы — новый решатель гибридной архитектуры, функционирующий в МРІ-среде. Данный решатель показал высокую эффективность на задачах обращения некоторых дискретных функций, используемых в криптографии. В работе *Е.А. Ярошенко* (ИПУ РАН) рассмотрена задача моделирования двухфазной фильтрации в пористой среде с применением универсальной многосеточной технологии и распараллеливания вычислений. Показана эффективность такой технологии на примере тестовых расчетов, выполненных на МВС.

Тематика **секции С** отражает актуальные вопросы решения теоретических и практических задач управления с учетом фундаментальных, технических и организационных аспектов развития параллельных и распределенных компьютерных систем и сетей.

Фундаментальное влияние разноплановых фундаментальных факторов, таких как распределенность, параллелизм и недетерминированность глобальных компьютерных сред, требует выработки новых целостных подходов и повышения уровней общности их рассмотрения. Это выдвигает новые требования к методам построения моделей управления и эффективных алгоритмов распределенной и параллельной обработки информации, обладающих высокой вычислительной, структурной и логической сложностью, а также технологий их программирования в распределенных и высокопараллельных компьютерных средах.

Представленные доклады на секции С посвящены актуальным теоретическим, методологическим и прикладным задачам и охватывают следующий круг вопросов:

- архитектура параллельных и распределенных вычислительных систем;
- модели и средства распределенных вычислений;
- программный инструментарий управления вычислительными кластерами;
- математические и инструментальные аспекты дискретной оптимизации;
- методы защищенного кодирования;
- оптимизация расписания взаимодействия задач во встроенных системах реального времени.

В значительной части докладов на секции С представлены результаты прикладных исследований и разработок, направленных на развитие аппаратных и программных методов повышения эффективности функционирования, проектирования и эксплуатации систем параллельной обработки данных общего и специального назначения.

Большой интерес вызвали доклады канд. техн. наук *Ю.С. Затуливетра*, канд. техн. наук *Е.А. Фищенко* и *И.А. Ходаковского* (ИПУ РАН), развивающие подход к разработке и обоснованию методов сетцентрического управления на основе исчисления древовидных структур, а также доклады *Н.В. Стрельцова* (ОАО «МУЛЬТИКЛЕТ», г. Екатеринбург) «Архитектура и реализация мультиклеточных процессоров», канд. физ.-мат. наук *А.Ю. Быковского* и *А.А. Егорова* (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва) «Методы защищенного кодирования сообщений и структур знаний в аппаратных многоагентных системах, реализуемые на основе многозначной алгебры Алена — Живона», канд. техн. наук *Э.И. Ватутина*, д-ра техн. наук *И.В. Зотова*, д-ра техн. наук *В.С. Тутова* (Юго-Западный государственный университет, г. Курск) «Акселератор для быстрого преобразования конструктивных подмножеств вершин параллельных алгоритмов», канд. техн. наук *Н.А. Лукина* (Институт машиноведения УрО РАН) «Функционально-ориентированные процессоры с однородной архитектурой для реализации алгоритмов бортовых систем управления», д-ра техн. наук *Г.Г. Стецюры* (ИПУ РАН) «Активные сети и сети с групповыми программами (сходство и различия)».

На заключительном заседании секции С была проведена дискуссия на тему организации параллельных и распределенных вычислений для сетцентрического управления. Это новое научное направление, представленное канд. техн. наук *Ю.С. Затуливетром*, вызвало интерес и стало предметом активного обсуждения, в ходе которого были отмечены новизна, оригинальность и актуальность представленного подхода. Обсуждались также перспективы технологий программирования, направленные на решение задач сетцентрического управления, отвечающих требованиям массового применения. К числу важнейших направлений исследований были отнесены проблемы разработки теоретических и прикладных методов постановки и решения задач управления в сильно связанном пространстве параллельных и распределенных вычислений, формирующемся в ресурсах глобальных сетей, а также проблемы построения высокопараллельных вычислительных систем и создания методов и технологий эффективного программирования.

*А.В. Ахметзянов, И.И. Ибрагимов, В.Г. Лебедев, В.С. Подлазов, Ю.С. Затуливетер*

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

**Ибрагимов Ильдар Ильясевич** — канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, ☎ (495) 334-90-30, ✉ ildar@ipu.ru,

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

**Подлазов Виктор Сергеевич** — канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник, ☎ (495) 334-78-31, ✉ podlazov@ipu.ru,

**Затуливетер Юрий Семенович** — канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник, ☎ (495) 334-92-09, ✉ zvt@ipu.ru,

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