

Стратегии и тактики “заоблачного” математического моделирования

В.П.Ильин

¹Институт вычислительной математики
и математической геофизики СО РАН,

²Новосибирский государственный университет
Новосибирск, e-mail: ilin@sscc.ru

ПАВТ-2014
3 апреля 2014 г.
Ростов-на-Дону

- Эволюция суперкомпьютерной инфраструктуры
- Миссия математического моделирования
- Кризисы программного обеспечения
- БСМ – интегрированная инструментальная среда
- Многогранные аспекты высокой производительности
- О “дорожной карте” IT-технологий МОН
- Глобализация или “шире круг броуновского движения”?

1. DATA CENTER:
URL: www.datacenterknowledge.com (дата обращения: 01.12.2013).
2. Ильин В.П., Скопин И.Н. Технологии вычислительного программирования// Программирование. – 2011. – N 4. С. 53-72.
3. OpenFOAM: URL: www.openfoam.com (дата обращения: 01.12.2013).
4. DUNE Numerics: URL: www.dune-project.org (дата обращения: 01.12.2013).

5. IESP: URL: www.exascale.org/iesp (дата обращения: 01.12.2013).
6. Чесбро Г. Открытые инновации. – М., изд. “Поколение”. – 2007. – 333с.
7. ANSYS — Simulation Driven Product Development: URL: www.ansys.com (дата обращения: 01.12.2013).
8. Kleppe A. Software Language Engineering: Creating Domain-Specific Language Using Metamodels//N.Y. Addison-Wesley. – 2008. – 207 p.

- Кластеры и серверы с гетерогенными узлами:
CPU+GPGPU(+FPGA)
- Grid + Cloud Computing
- Software as a Service (SaaS)
- Средства распараллеливания
- Библиотечные инструментарии

Вызовы математического моделирования

- Непознанные мощности суперкомпьютеров
- Теоретическая математика и физика XXI - века
- Новое поколение вычислительных моделей и алгоритмов
- От Iphone и Internet - к тотальному моделированию
- “Модельер” - новая парадигма теоретика
- Прорывные технологии: от палео - к нео-информатике
- Итоги: повышение производительности труда и рост ВВП на $X\%$

- От 10^3 к 10^{10} ядер: переход количества в качество
- Призыв IESP к смене Software (X-Soft)
- ANSYS и K^0 : тупик закрытых инноваций
- Извечные вопросы совместимости и переиспользования
- Проблемы суперкомпьютерного образования для разработчиков, пользователей и олигархов
- Координация + интеграция = аутсорсинг

- Системный анализ технологических стадий моделирования
- Программа = алгоритмы + структуры данных (Н.Вирт)
- Множественность + конвертируемость = согласованность
- Развиваемость → длительный жизненный цикл
- “Not group project, but community project”
- Функциональное наполнение: реальные сверхзадачи
- Архитектурные принципы БСМ

- Междисциплинарность: электромагнетизм, упругопластичность, гидро-газодинамика, многофазный тепломассоперенос; классические и обобщенные постановки; гамильтоновы формализм, дифференциальные и дискретные формы; пространства, группы и многообразия; динамические процессы, хаос и катастрофы.
- Обратные задачи: целевые функционалы и многокритериальная оптимизация; локальная и глобальная условная минимизация; оптимизация геометрико-топологических форм; управление сложными системами.
- Проблемы автоматического проектирования: САПР, САД, САМ, САЕ, PLM; системы принятия решений. ЯДРО - 3D.

- Геометрические и функциональные объекты
- Автоматизация построения моделей
- Графические пользовательские интерфейсы
- Множественные структуры данных и конвертизация
- Интегрируемость с внешними разработками
- Открытость и развиваемость

- Построение адаптивных квазиструктурированных сеток:
ГСД + ФСД → ССД
- Поддержка многосеточных и декомпозиционных подходов
- Автоматизация построения алгоритмов
- Контроль качества и визуализация
- Интегрированность с внешними разработками
- Развиваемость и расширяемость библиотеки

- **Фундаментальные вопросы аппроксимации**
- **Технологический взгляд на сеточные методы**
- **Аппроксимация:**
$$\text{ССД} + \text{ГСД} + \text{ФСД} \rightarrow \text{АСД}$$
- **Принципы поэлементных технологий**
- **Поддержка декомпозиционных и многосеточных подходов**
- **Использование апостериорных и априорных оценок**
- **Автоматизация построения алгоритмов**

KRYLOV: библиотека параллельных алгебраических решателей

- Широкий спектр СЛАУ
- Отсутствие программных ограничений на r.c.s. (d.o.f) и на количество используемых процессоров/ядер
- Методы декомпозиции с параметризованными пересечениями и интерфейсами подобластей
- Двухуровневые предобусловленные итерационные методы в подпространствах Крылова
- Ускорение процессов на основе принципов deflation, smoothed aggregation, coarse grid correction

KANTOROVICH: библиотека оптимизационных алгоритмов

- Условная минимизация целевого функционала
- Локальная и глобальная минимизация
- Методы внутренних точек, квадратичного последовательного программирования, доверительных интервалов
- Автоматизация построения моделей и алгоритмов
- Интегрированность с внешними разработками
- Развиваемость и расширяемость библиотеки

Что такое “высокая производительность”

- Понятие “БСМ коллективного пользования”
- Концентрация экстремальных ресурсов для сверхзадачи
- Варианты масштабируемого распараллеливания
- Межзадачный и внутренний параллелизм
- Оптимизация очередей и потоков задач

**“Развитие отрасли информационных технологий”
2018 - 3 - кратный рост по отношению к росту ВВП,
объем экспорта 9 млрд.\$, объем производства 450
млрд.р.**

I. Развитие исследований и разработок...

**5. Проведение комплекса исследований,
направленных на создание отечественных
технологий, вычислений в облачной и
суперкомпьютерной среде...**

II. Развитие инфраструктуры

**III. Развитие системы подготовки и повышения
квалификации специалистов...**

- IV. Совершенствование институциональных условий ведения бизнеса
- V. Создание информационно-аналитической базы...
- VI. Меры общего характера (Гос. программа Информационное общество (2011-2020 гг.))
Распоряжение Правительства РФ, 13.12.2013.
Д.Медведев.

Прогноз научно-технологического развития РФ на период до 2030 года МОН, декабрь 2013 г.

I. Информационно-коммуникационные технологии

- Перспективные рынки, продукты и услуги
- Перспективные направления научных исследований
 1. Компьютерные архитектуры и системы
 2. Телекоммуникационные технологии
 3. Технологии обработки и анализа информации
 4. Элементная база и электронные устройства, робототехника

5. Предсказательное моделирование, функционирование перспективных систем (...прототипы программных систем...)
6. Информационная безопасность
7. Алгоритмы и программные технологии (ОС, СУБД)

**Математизация и компьютеризация знаний - основа
научно-технического прогресса
нано-, био-, техно-, инфо-, когни-**

**“Страна, желающая победить
в конкуренции, должна победы
в вычислениях”**

**Дебора Винс-Смит, Президент Совета
по конкурентоспособности США**

**Технологическая сингулярность и гуманитарные
ресурсы человечества !?**