

**ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО  
СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО ЦЕНТРА  
«СКИФ-СО РАН» НА ОСНОВЕ  
суперЭВМ РЯДА 4 «СКИФ»**



**Академик Б.Г. Михайленко, д.т.н. Б.М. Глинский**

***«Страна,  
желающая победить  
в конкуренции, должна  
победить в вычислениях»***

**Deborah Wince-Smith,  
президент Совета  
по конкурентоспособности США**

**Сегодня критические (прорывные) технологии в государствах, развивающих науку и строящих экономику, основанную на знаниях, исследуются и разрабатываются на базе широкого использования высокопроизводительных вычислений.**

**Без серьезной суперкомпьютерной инфраструктуры:**

- ✓ **невозможно развивать фундаментальные исследования в науке;**
- ✓ **невозможно развивать перспективные технологии (биотехнологии, нанотехнологии, решения для энергетики будущего и т.п.);**
- ✓ **невозможно создать современные изделия высокой (аэрокосмическая техника, суда, энергетические блоки электростанций различных типов) и даже средней сложности (автомобили, конкурентоспособная бытовая техника и т.п.);**
- ✓ **невозможно быстрее конкурентов разрабатывать новые лекарства и материалы с заданными свойствами.**

# Предпосылки для создания регионального суперцентра «СКИФ - СО РАН»

- ✓ Наличие в Новосибирске 3-х академий:  
*СО РАН; СО РАМН; СО РАСХН*
- ✓ Необходимость информационной и аналитической поддержки органов власти Новосибирской области (мониторинг экологических и социальных процессов в области)
- ✓ Наличие крупных промышленных предприятий:  
*НЗХК; ЭЛСИБ; НПО им. Чкалова и др.*
- ✓ Развитие Технопарка
- ✓ Поддержка IT-фирм г. Новосибирска
- ✓ Развитие Центра Компетенции СО РАН-Intel

## Технологические предпосылки создания центра «СКИФ-СО РАН»

- ✓ Наличие ССКЦ КП СО РАН, имеющего свободные площади для размещения СуперЭВМ ряда 4 семейства «СКИФ»
- ✓ Наличие квалифицированных кадров для обслуживания новой техники
- ✓ Существующая инфраструктура передачи данных СО РАН
- ✓ Технологические и методические наработки институтов СО РАН
- ✓ Центр Компетенции по высокопроизводительным вычислениям СО РАН - Intel

**Первая очередь  
машинного зала ССКЦ  
(70 кв. м.)**

**Вторая очередь  
машинного зала ССКЦ  
(70 кв. м.)**



**Открытие кластера НКС-30Т  
(8 апреля 2009 г.)**

# ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ССКЦ КП

Кластер **НКС-160**  
(hp rx1620)



168 процессор.  
Itanium 2,  
1,6 ГГц;  
  
InfiniBand,  
Gigabit  
Ethernet (GE);  
  
> 1 ТФлопс.

**New !!!** Кластер **НКС-30Т**  
(hp BL2X220c)



100 процессор.  
Intel Xeon Quad  
Core E5450,  
3 ГГц;  
  
InfiniBand,  
GE;  
  
4,8 ТФлопс.

Сервер с общей памятью  
(hp DL580 G5)



4 процессора  
Intel Xeon Quad  
Core X7350,  
2,93 ГГц, (16 ядер);  
  
256 Гбайт  
общая память;  
  
187,5 ГФлопс.

## СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ (СХД)



Параллельная СХД  
НКС-160  
6 Тбайт (max-2 Пбайт)



СХД сервера  
с общей памятью  
9 Тбайт (max-48 Тбайт)

Ethernet  
GigabitEthernet  
FibreChannel



## СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ



Графическая станция  
SunBlade 2000

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Системное  
Общематематическое  
Прикладное (ППП)

Сеть  
ИВМиМГ

GE

Сеть  
Internet ННЦ

GE

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ ССКЦ КП

- ✓ Обеспечение работ институтов СО РАН и университетов Сибири по математическому моделированию в фундаментальных и прикладных исследованиях.
- ✓ Координация работ по развитию суперкомпьютерных центров РАН Сибири, осуществляемая Советом по супервычислениям при Президиуме СО РАН.
- ✓ Организация обучения специалистов СО РАН и студентов университетов (НГУ, НГТУ) методам параллельных вычислений на суперкомпьютерах (поддержка ежегодных зимних и летних школ по параллельному программированию для студентов).
- ✓ Сотрудничество с INTEL, HP и промышленными организациями, тестирование новых процессоров.
- ✓ Сетевое взаимодействие с другими Суперкомпьютерными центрами СО РАН, Москвы и других городов России, а также зарубежных стран, совместная разработка технологий распределенных вычислений.
- ✓ Центр обеспечивает вычислительными и консалтинговыми услугами 22 Института СО РАН, 3 университета, ФГУП «Вектор», НТЦ «Schlumberger».

# Гранты, при выполнении которых использовались услуги ССКЦ в 2008 г.

Всего грантов, программ и проектов — **98**

Из них Российских — **95**,  
Международных — **3**.

Грантов РФФИ — **37**

Программ РАН — **16**

Проектов СО РАН — **27**

Программ Минобрнауки — **9**

Другие — **9**

---

Всего публикаций — **115**

Российских — **64**

Зарубежных — **51**

## Гранты по институтам:

Вектор — **1**

ИВМиМГ — **35**

ИВТ — **1**

ИК — **5**

ИКЗ (Тюмень) — **1**

ИНГГиГ — **4**

ИНХ — **1**

ИТ — **3**

ИТПМ — **12**

ИФП — **2**

ИХиХТ (Красноярск) — **1**

ИХКиГ — **3**

ИЦиГ — **17**

ИЯФ — **3**

НГТУ — **7**

НГУ — **1**

НИИ М МГУ (Москва) — **1**

# **БОЛЬШИЕ ЗАДАЧИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Конвекция в мантии Земли**

**ИГиМ, ИВМиМГ СО РАН**

**Термоаэродинамика летательных аппаратов**

**ИТПМ СО РАН**

**Эволюция протопланетной системы**

**ИК, ИВМиМГ СО РАН**

**Геномика, протеомика и биоинформатика**

**ИЦГ СО РАН**

**Прямые и обратные 2D и 3D задачи геофизики**

**ИНГГиГ, ИВМиМГ СО РАН**

**Моделирование полупроводниковых квантовых  
наноустройств**

**ИФП СО РАН**

# К СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ССКЦ КП СО РАН

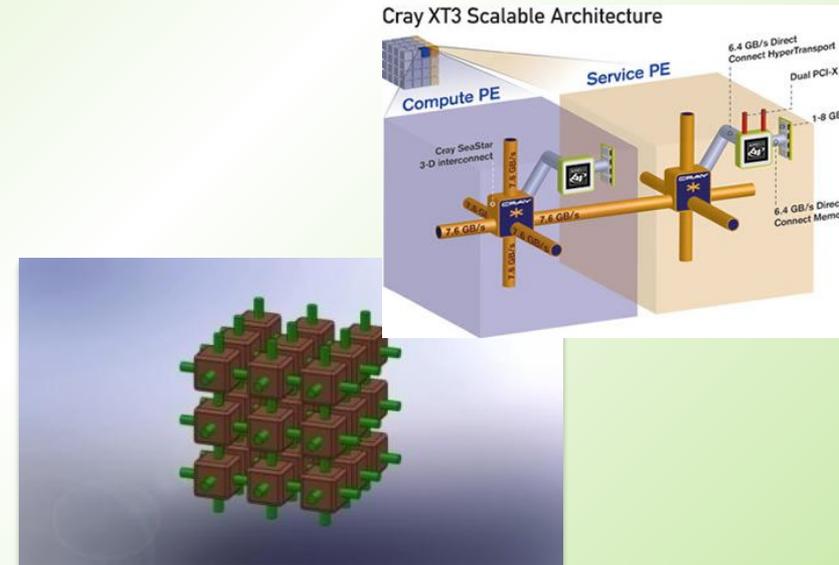
- ✓ **Наращивание вычислительных мощностей ССКЦ до 30 – 40 TFlop/s, в перспективе до 100. Создание на базе ССКЦ мощного центра коллективного пользования по высокопроизводительным вычислениям (HPC) на базе технических средств (HW) и программного обеспечения (SW) Intel.**
- ✓ **Отслеживание современных тенденций в области HPC, включая графические ускорители (GPU) и IBM Cell.**
- ✓ **Объединение основных вычислительных ресурсов ССКЦ, НГУ и Центра «Биоинформационных технологий», формируемого на базе ИЦиГ в рамках Программы «ГЕНОМИКА, ПРОТЕОМИКА И БИОИНФОРМАТИКА», организация их промышленной эксплуатации.**
- ✓ **Развитие Центра Компетенции по высокопроизводительным вычислениям СО РАН – Intel.**
- ✓ **Участие в создании Сибирского сегмента Grid по HPC, объединяющего ресурсы высокопроизводительных вычислительных мощностей Новосибирска, Томска, Красноярска, Иркутска в единый пул вычислительных ресурсов.**

## РЕШЕНИЕ «СКИФ» РЯДА 4

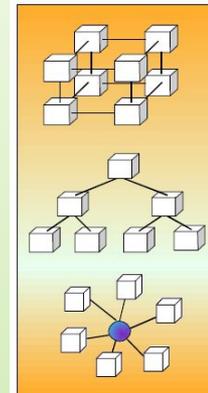
- ✓ Решение превосходящее достижения в индустрии высокопроизводительных систем
- ✓ Уникальное по вычислительной плотности решение в индустрии — 24 TFLOPS в стойке (до 10.67 CPU на 1U)
- ✓ Максимально эффективное водяное охлаждение платы
- ✓ Отсутствие подвижных элементов на плате. Бесшумность работы.
- ✓ Линейка развития до 2012 года на базе текущего решения
- ✓ Возможность построения до 1 PFLOPS в 2009 году и до 5 PFLOPS в 2011 году
- ✓ Использование процессоров *Intel Xeon 55xx* и *Intel Solid State Disk*

# Характеристики СуперЭВМ ряда 4 семейства «СКИФ» (2009 г.)

- Универсальная Архитектура Сети:
  - Отечественная сеть 3D Top: малые времена обмена сообщениями, большая пропускная способность
  - Коммутируемая сеть Infiniband QDR
  - Сеть глобальной синхронизации узлов (тик, семафоры/барьеры, и пр.)
  - 3 независимых сети мониторинга и управления
- Высокая плотность: более 10 CPU в 1U
- Передовое жидкостное охлаждение – отказоустойчивость и рекордно низкая стоимость владения
- Высокая надежность за счет полного отсутствия движущихся частей
- Гибридные вычисления – ускорители на ПЛИС



## Blue Gene/L Networks



### 3 Dimensional Torus

- ❖ Interconnects all compute nodes (65,536)
- ❖ Virtual cut-through hardware routing
- ❖ 1.4Gb/s on all 12 node links (2.1 GB/s per node)
- ❖ 1  $\mu$ s latency between nearest neighbors, 5  $\mu$ s to the farthest
- ❖ Communications backbone for computations
- ❖ 0.7/1.4 TB/s bisection bandwidth, 68TB/s total bandwidth

### Global Collective

- ❖ One-to-all broadcast functionality
- ❖ Reduction operations functionality
- ❖ 2.8 Gb/s of bandwidth per link
- ❖ Latency of one way traversal 2.5  $\mu$ s
- ❖ Interconnects all compute and I/O nodes (1024)

### Low Latency Global Barrier and Interrupt

- ❖ Latency of round trip 1.3  $\mu$ s

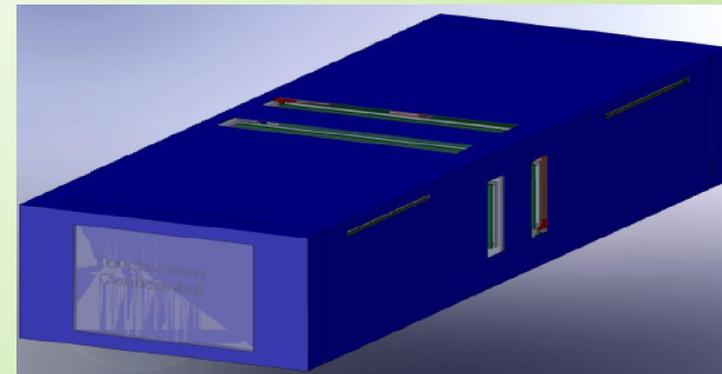
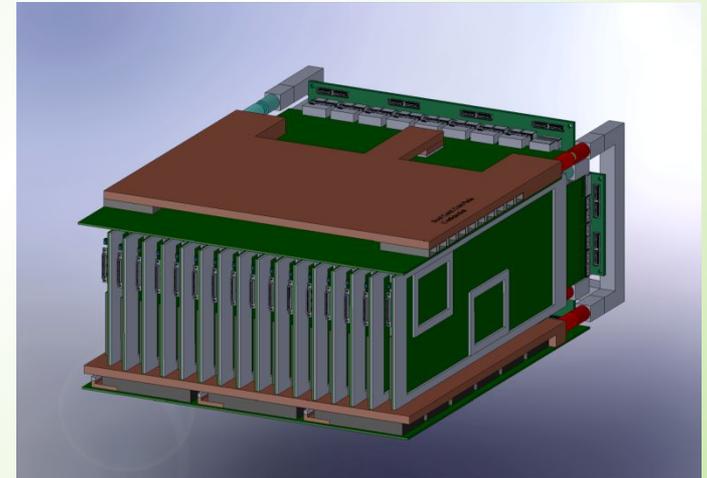
### Ethernet

- ❖ Incorporated into every node ASIC
- ❖ Active in the I/O nodes (1:8-64)
- ❖ All external comm. (file I/O, control, user interaction, etc.)

### Control Network

# Шасси – самодостаточный элемент

- Бесшумность (нет движущихся механических частей)
- Производительность: **3 TFLOPS**
- **32** узла, **64** процессора, **256** ядер (на основе Intel Xeon 5500)
- Энергопотребление — до 12 КВатт
- Размеры:  
6U (В) × 460 мм (Ш) × 1600 мм (Г)
- Два дополнительных управляющих узла (на каждые 16 стандартных узлов)
- Встроенный IB switch
- 40 свободных портов IB QDR
- Управление через сенсорный экран



## ПАРТНЕРСТВО В РАЗРАБОТКЕ «СКИФ» РЯДА 4

СуперЭВМ ряда 4 семейства «СКИФ» создаются силами ИПС РАН в технологическом партнерстве с западными и отечественными участниками разработки:

- Eurotech, *Италия*
- Intel, *США*
- Альт Линукс, НИЦЭВТ (*Россия*) и другие исполнители программы «СКИФ-ГРИД»

Участие ИВМиМГ СО РАН: создание системного и прикладного программного обеспечения, ориентированного на параллельную реализацию больших численных моделей на «СКИФ-СО РАН»

**Спасибо  
за внимание!**