



## Программа Союзного государства

“Разработка и освоение в серийном производстве семейства высокопроизводительных вычислительных систем с параллельной архитектурой (суперкомпьютеров) и создание прикладных программно-аппаратных комплексов на их основе”

Основные результаты суперкомпьютерной программы «СКИФ»  
Союзного государства(2000–2004 года)

### Суперкомпьютерная программа «СКИФ»

Программа «СКИФ» выполнялась в 2000–2004 годах. В ней участвовали примерно по десять предприятий из России и Беларуси. Главные исполнители: от России — Институт программных систем Российской академии наук, от Беларуси — Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси.

#### Семейство кластеров «СКИФ»

В 2000–2004 годах было разработано семейство «СКИФ» (Ряд 1 и Ряд 2) высокопроизводительных вычислительных систем с параллельной архитектурой и широким спектром производительности. Была разработана соответствующая конструкторская и программная документация, выпущены шестнадцать опытных образцов с различными показателями производительности (рис. 1), проведены предварительные и приемочные (государственные) испытания. Самые мощные модели:

- **«СКИФ К-500»** — пиковая производительность 716.8 Gflops, Linpack-производительность 425.2 Gflops — 407 место в рейтинге Top-500 (редакция за ноябрь 2003 года);
- **«СКИФ К-1000»** — пиковая производительность 2,534 Gflops, Linpack-производительность 2,032 Gflops — 98 место в рейтинге Top-500 (редакция за ноябрь 2004 года).

В каждый год исполнения Программы «СКИФ» разрабатывалась старшая (самая мощная для семейства «СКИФ») на данный момент времени модель: «Первенец», VM-5100, «Первенец-М», «СКИФ К-500», «СКИФ К-1000». Linpack-производительность этой линейки (TopSKIF) пяти старших моделей семейства «СКИФ» росла в примерно в 3,7 раза в год (в 185 раз с декабря 2000 по декабрь 2004 года). В это же время (рис. 2) Linpack-производительность у старших моделей суперкомпьютеров в мире (Top10, Top100, ..., Top500) росла примерно в 1,8..2,0 раза в год (в 11–15 раз с декабря 2000 по декабрь 2004 года).

В ноябре 2004 года суперкомпьютерные установки семейства «СКИФ» заняли 14% мест в суперкомпьютерном рейтинге Top-50 (СНГ) и обеспечили четверть суммарной пиковой и одну треть суммарной Linpack-производительности этого рейтинга. Тем самым, объективно эффективность (КПД, отношение Linpack-к пиковой производительности) у семейства «СКИФ» в полтора раза выше, чем в среднем по другим (отечественным и зарубежным) суперкомпьютерам, установленным в СНГ.

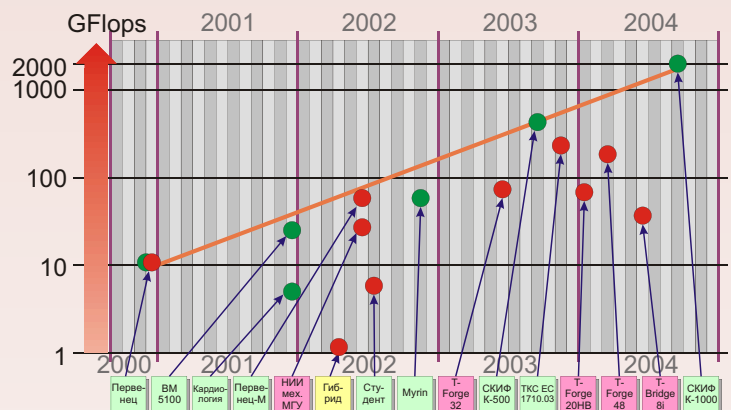


Рисунок 1. Linpack-производительность шестнадцати опытных образцов семейства «СКИФ»

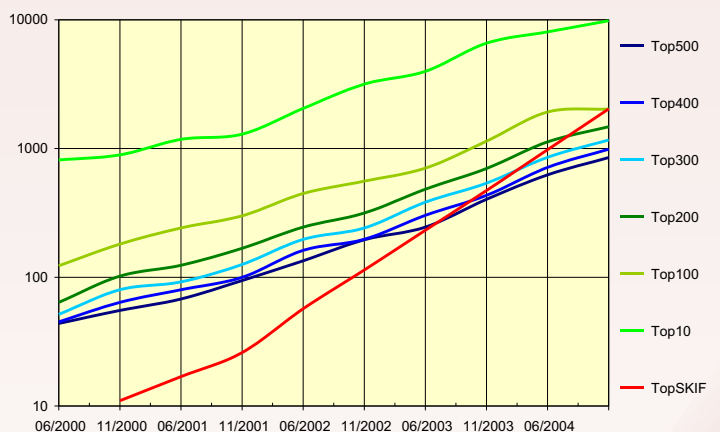


Рисунок 2. Темпы роста (2000–2004) Linpack-производительности старших моделей суперкомпьютеров в мире (Top10, Top100 ... Top500) и в Программе «СКИФ» (TopSKIF)

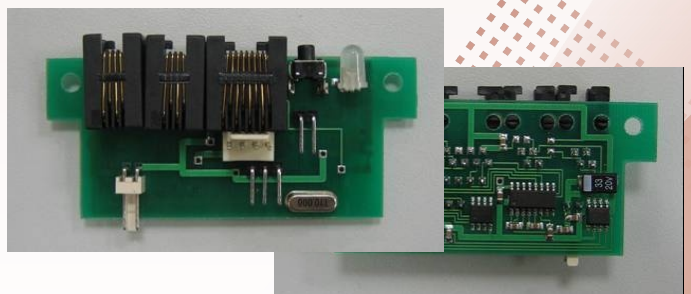


Рисунок 3. СКИФ-ServNet ver. 2, уменьшенный размер (66×33 мм), цена одного адаптера СКИФ-ServNet — \$40

## Программное обеспечение для кластеров семейства «СКИФ»

В 2000–2004 годах было разработано базовое программное обеспечение семейства «СКИФ», в том числе:

- ядро ОС Linux-SKIF;
- PVFS-SKIF — параллельная файловая система;
- OpenPBS-SKIF — система очередей;
- FLAME-SKIF — система мониторинга и управления (reset, power on/off) установками семейства «СКИФ»;
- OpenTS — Т-система с открытой архитектурой
  - компилятор TG++ для языка T++ (диалект C++)
  - транслятор TF2TC (T-Fortran → T++)
- TDB — распределенный интерактивный отладчик MPI-приложений (ближайший аналог — Total View).
- 6 прикладных программных систем в среде OpenTS;
- 12 адаптированных свободных пакетов, библиотек и приложений;
- 14 приложений собственной разработки (из них 3 в об-ласти ИИ);
- Совместимость платформы с коммерческими инженерными пакетами (более 6 отраслей реальных применений).

Т-система — система автоматического и динамического распараллеливания программ. В отличие от большинства аналогов Т-система поддерживает практически все параллельные платформы, начиная с многоядерных процессоров и включая все остальные архитектуры — SMP- и PVM-системы, MPI-кластеры, метакластерные системы и GRID-сети.

## Сервисная сеть СКИФ-ServNet

Сервисная сеть СКИФ-ServNet (рис 3.) предназначена для удаленного управления вычислительными узлами суперкомпьютерных систем. Сеть СКИФ-ServNet обеспечивает селективное (для узла или группы узлов) операции:

- управление электропитанием (Power On/Off);
- выполнение аппаратного сброса (Reset);
- полный контроль (Serial Console) над программным обеспечением в узлах кластера;
- реализацию функции «черного ящика» — чтение последних сообщений (Serial Console) на неработоспособном узле.

## Производственная база

Подготовлена база для производства кластеров. Возможности участников программы «СКИФ» (ИПС РАН, ОАО «НИЦЭВТ», ООО «Т-Платформы» и ИПС РАН) позволяют серийно выпускать:

- суперкомпьютеры с производительностью до 15 TFlops — по технологиям ранее проверенным на семействе «СКИФ К-1000»;
- адаптеров высокоскоростных сетей SCI для кластеров — полных аналогов адаптеров фирмы Dolphin (SCI PCI64/66 Dolphin ICS, 1D- и 2D-тор, D330, D337, D335);
- адаптеров сервисной сети СКИФ-ServNet.

## Приложения (использование) кластеров семейства «СКИФ»

### Прикладные системы собственной разработки (более 20 проектов)

- 1. MultiGen @OpenTS (ЧелГУ)**
  - Прогнозирование и проектирование в химии (лекарства и другие соединения).
- 2. Гидрометеорология**
  - ИПС РАН, Росгидромет: Модель проф. В.М. Лосева и другие метеорологические модели.
  - ОИПИ НАН Беларуси. Республиканский Гидрометеорологический центр (РГМЦ): модели регионального прогноза погоды на 48 часов, численные методы прогнозирования погоды
- 3. ИЦИИ ИПС РАН: три прикладные системы ИИ**
  - АКТИС: классификации текстов по заданным в процессе обучения классам (глубокий анализ текста, высокая релевантность)
  - INEX: извлечение знаний из неструктурированных текстов на ЕЯ (заполнение заданной рел. БД)
  - MIRACLE, @OpenTS: инструментальная система для проектирования интеллектуальных систем
- 4. Россия и Беларусь: использование семейства «СКИФ» в кардиологии**
  - ОИПИ НАН Беларуси, РНПЦ «Кардиология» и УП «НИИЭВМ»: Аппаратно-программный кардиологический комплекс
  - ADEPT-C, ИВВиИС: кардиологическая экспертная система реального времени «ADEPT-C»,

### Использование готовых (импортных, коммерческих) пакетов инженерных расчетов (более 10 проектов)

- 1. Тракторы «Беларусь»**
  - Моделирование остовов перспективных универсальных тракторов «Беларусь»
- 2. БелАЗ**
  - Расчет несущих конструкций карьерных самосвалов БелАЗ и шахтных крепей
- 3. Борисовский завод агрегатов Минпром РБ**
  - Расчет турбокомпрессоров для наддува дизельных двигателей

## Контакты

### ОИПИ НАН Беларуси

ул.Сурганова, 6, г. Минск, 220012

### Научный руководитель Программы от РБ:

д.т.н. Абламейко Сергей Владимирович

тел.: (1037517) 284-21-75,

факс.: (1037517) 231-84-03

e-mail: abl@newman.bas-net.by

### Исп. директор Программы от РБ:

к.т.н. Парамонов Николай Николаевич

тел.: (1037517)284-20-91

nick@newman.bas-net.by

### Институт программных систем РАН

г. Переславль-Залесский, 152020

### Научный руководитель и исп. директор Программы от РФ:

д.ф.-м.н. Абрамов Сергей Михайлович

тел./факс: (48535) 98-064

e-mail: Abram@botik.ru

