



ОБЗОР ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Если создать систему, которой сможет пользоваться даже дурак, то только дурак захочет ею пользоваться.

А. Блох

Содержание

2

- Пути достижения параллелизма вычислений
- Определение суперкомпьютера
- Примеры суперкомпьютеров

Параллельные вычисления

3

- *Параллельные вычисления* – процессы решения задач, в которых в один и тот же момент времени могут выполняться одновременно несколько вычислительных операций.

Пути достижения параллелизма

4

- Независимое функционирование отдельных устройств компьютера (устройства ввода-вывода, обрабатывающие процессоры и устройства памяти).
- Избыточность элементов вычислительной системы
 - использование специализированных устройств
 - отдельные процессоры для целочисленной и вещественной арифметики, устройства многоуровневой памяти;
 - дублирование устройств
 - использование нескольких однотипных обрабатывающих процессоров или нескольких устройств оперативной памяти
- Конвейерная реализация обрабатывающих устройств.

Пути достижения параллелизма

5

- *Многозадачный (псевдопараллельный) режим*
 - для выполнения нескольких процессов используется единственный процессор
- *Параллельный режим*
 - в один и тот же момент времени может выполняться несколько команд обработки данных (обеспечивается при наличии нескольких процессоров или при помощи конвейерных и векторных обрабатывающих устройств)
- *Режим распределенных вычислений*
 - для параллельной обработки данных используется несколько удаленных друг от друга обрабатывающих устройств, а передача данных по линиям связи приводит к существенным временным задержкам.

Суперкомпьютер

6

- *Суперкомпьютер* – вычислительная система, обладающая предельными характеристиками по производительности среди компьютерных систем, имеющих в данное время.
- Другие определения ☺
 - Суперкомпьютер – любой компьютер, весящий более одной тонны.
 - Суперкомпьютер – любой компьютер, который создал Сеймур Крей (создатель ряда американских суперкомпьютеров).



Сray-2, самый быстрый компьютер 1985-89 гг.

Производительность суперкомпьютеров

7

- *FLOPS (Floating point Operations Per Second, флорпс)* – мера производительности, показывающая, сколько операций с плавающей запятой в секунду выполняет данная вычислительная система.

| Производительность суперкомпьютеров | | |
|-------------------------------------|-------------|------------------------|
| Название | год | FLOPS |
| флорпс | 1941 | 10 |
| килофлорпс | 1949 | 10³ |
| мегафлорпс | 1964 | 10⁶ |
| гигафлорпс | 1987 | 10⁹ |
| терафлорпс | 1997 | 10¹² |
| петафлорпс | 2008 | 10¹⁵ |
| эксафлорпс | 2021 | 10¹⁸ |
| зеттафлорпс | 2037 | 10²¹ |
| йоттафлорпс | 2066 | 10²⁴ |
| ксерафлорпс | 2082 | 10²⁷ |

Пиковая и Linpack производительность

8

- *Пиковая производительность* – суммарная производительность процессоров (ядер), из которых состоит суперкомпьютер
- *Linpack-производительность* определяется путём запуска на суперкомпьютер теста LINPACK (решение систем линейных алгебраических уравнений), в ходе которого решается задача с известным количеством операций и подсчитывается время, за которое она была решена.

Популярность Linpack

9

- Флопс является абсолютной величиной.
- Многие задачи инженерной и научной практики в конечном итоге сводятся к решению СЛАУ, а тест LINPACK как раз и базируется на измерении скорости решения таких систем.
- Подавляющее большинство компьютеров (включая суперкомпьютеры) построены по классической архитектуре с использованием стандартных процессоров, что позволяет использовать общепринятые тесты с большой достоверностью.

Границы применимости FLOPS

10

- Флопс не всегда адекватная мера производительности, поскольку неоднозначным является уже само его определение.
 - Под "операцией с плавающей запятой" может скрываться масса разных понятий.
 - Существенную роль в данных вычислениях играет разрядность операндов, которая также нигде не оговаривается.
 - Величина флопс подвержена влиянию очень многих факторов, напрямую не связанных с производительностью вычислительного модуля:
 - пропускная способность каналов связи с окружением процессора
 - производительность основной памяти
 - синхронность работы кэш-памяти разных уровней.
- Результаты, полученные на одном и том же компьютере при помощи разных программ, могут существенным образом отличаться. Более того, с каждым новым испытанием разные результаты можно получить при использовании одного алгоритма.

Границы применимости FLOPS

11

- Суперкомпьютер MDGrape-3 (Исследовательский институт RIKEN, Япония), пиковая производительность 1 Пфлопс.
 - Данный компьютер не является компьютером общего назначения и приспособлен для решения задач моделирования сворачивания белков, и стандартный тест LINPACK на нем выполнить невозможно в силу особенностей его архитектуры.
- Игровая приставка Xbox 360 (Microsoft), пиковая производительность 1 Тфлопс, приставка PlayStation 3 (SONY) – 2 Тфлопс (суперкомпьютеры начального уровня!).
 - Операции с 3d графикой, которые они в основном выполняют, очень хорошо поддаются распараллеливанию, что с успехом используется в графических процессорах.
 - Однако эти процессоры не в состоянии выполнять большинство задач общего назначения, и их производительность не поддаётся оценке теста LINPACK и сравнению с другими системами.

Кластеры

12

- *Кластерная вычислительная система (кластер)* – набор рабочих станций или персональных компьютеров общего назначения, объединенных в систему с помощью одной из стандартных сетевых технологий (Fast или Gigabit Ethernet, Myrinet и др.) на базе шинной архитектуры или коммутатора.
- Кластер предполагает более высокую надежность и эффективность, чем ЛВС, и существенно более низкую стоимость в сравнении с другими видами параллельных вычислительных систем (за счет использования типовых аппаратных и программных решений).

Персональные суперкомпьютеры

13

- Персональный мини-кластер T-Edge Mini t-platforms.ru/ru/temini.php
 - 4 двухпроцессорных узла на базе 4-ядерных процессоров Intel Xeon (всего 32 ядра)
 - Оперативная память – до 128 Гбайт
 - Сеть передачи данных – Gigabit Ethernet или InfiniBand
 - Операционная система – одна из: SUSE Linux Enterprise Server, RedHat Enterprise Linux, MS Windows Compute Cluster Server 2003
 - Пиковая производительность – 384 GFlops
 - Размеры – 57×33×76 см



Динамика развития суперкомпьютерных мощностей в ЮУрГУ

Вычислительный кластер
Physics
Пиковая производительность
1 Gflops
2000 г.



Intel Pentium 3
0,8 ГГц

Вычислительный кластер
Infinity
Пиковая производительность
333 Gflops
2004 г.



Intel Xeon64 DP
3,2 ГГц

Вычислительный кластер
СКИФ Урал
Пиковая производительность
16 Teraflops
2008 г.



Intel Xeon E5472
3 ГГц

Суперкомпьютер
СКИФ-Аврора ЮУрГУ
Пиковая производительность
24 Teraflops
2010 г.



Intel Xeon x5570
2,93 ГГц

Суперкомпьютер
СКИФ-Аврора ЮУрГУ
Пиковая производительность
117 Teraflops
2011 г.



Intel Xeon x5680
3,33 ГГц

Infinity

15

- Число вычислительных узлов/процессоров: 26/52
- Тип процессора:
Intel Xeon EM64T 3.2 ГГц
- Оперативная память: 58 Гб
- Дисковая память: 2400 Гб
- Тип системной сети:
InfiniBand (PCI-Express 4x)
- Тип управляющей (вспомогательной) сети: Gigabit Ethernet
- Пиковая производительность: 333 GFlops
- Производительность на тесте Linpack:
270 GFlops
- Операционная система:
 - Linux Gentoo 2006.1
 - Windows Compute Cluster Server 2003
- Система бесперебойного электропитания: 15 kVA



СКИФ Урал

16

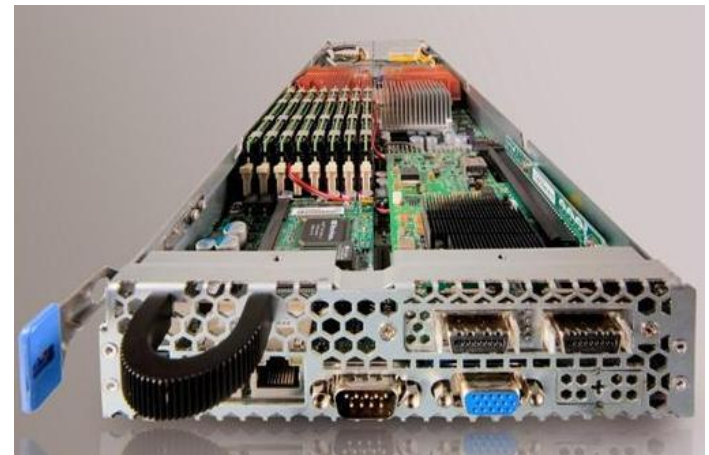
- Число вычислительных узлов/процессоров/ядер:
166/332/1328
- Оперативная память: 1.33 Тб
- Тип процессора:
Intel Xeon E5472 (4 ядра по 3.0 ГГц)
- Дисковая память: 49.29 Тб
- Параллельная система хранения данных:
T-Platforms ReadyStorage – 20ТВ
- Тип системной сети:
InfiniBand (20 Гбит/s, макс. задержка 2 μ s)
- Тип управляющей сети: Gigabit Ethernet
- Сервисная сеть: СКИФСервNet
- Пиковая производительность: 16 Тфлопс
- Производительность на тесте Linpack: 12.2 Тфлопс
- Операционная система:
 - SUSE Linux Enterprise Server 10
 - Windows HPC Server 2008
- Система бесперебойного электропитания:
APC Symmetra 160 kVA



Вычислительный узел СКИФ Урал

17

- Тип процессора:
Intel Xeon E5472 (4 ядра по 3.0ГГц)
- Оперативная память: 8 Гб
- Дисковая память: 320 Гб
- Операционная система:
 - SUSE Linux Enterprise Server 10
 - Windows Computer Cluster Server



Хост-машина СКИФ Урал

18

- Тип процессора:
Intel Xeon E5472 (4 ядра по 3.0 ГГц)
- Оперативная память: 16 Гб
- Дисковая память: 1.25 Тб RAID
- Операционная система:
 - SUSE Linux Enterprise Server 10
 - Windows Computer Cluster Server



Параллельная система хранения данных СКИФ Урал

19

- Производительное хранилище данных Panasas ActiveStorage 5100 (20 Тб) с архитектурой NAS, разработанное специально для кластеров
- Пропускная способность более 60 Гбит/сек
- Параллельный доступ к данным всех узлов кластера



Характеристики суперкомпьютера «СКИФ-Аврора ЮУрГУ»



- **4** место в рейтинге СНГ TOP50
- **185** место в рейтинге TOP500
- **117** Терафлопс
- **8832** вычислительных ядер
- Оперативная память: **9** Тбайт
- Дисковая память: Intel SSD **108** Тбайт

Коммуникационные сети:

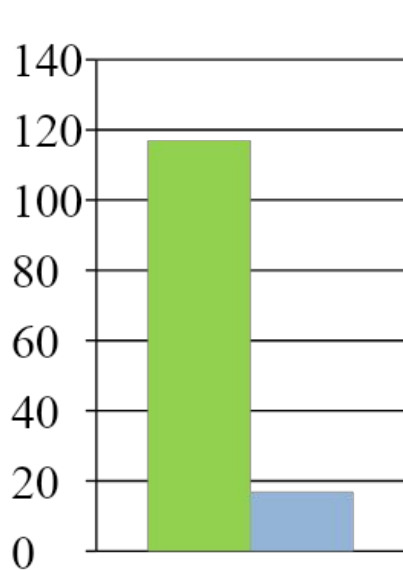
- Системная сеть: 3D torus, **60** Гбит/сек.
- InfiniBand QDR, **40** Гбит/сек.
- Gigabit Ethernet
- Сети мониторинга – **3** шт.

Суперкомпьютер «СКИФ-Аврора ЮУрГУ»

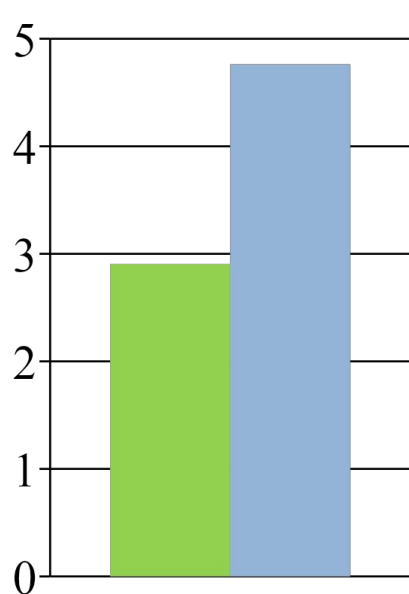


■ СКИФ-Аврора ЮУрГУ
■ СКИФ Урал

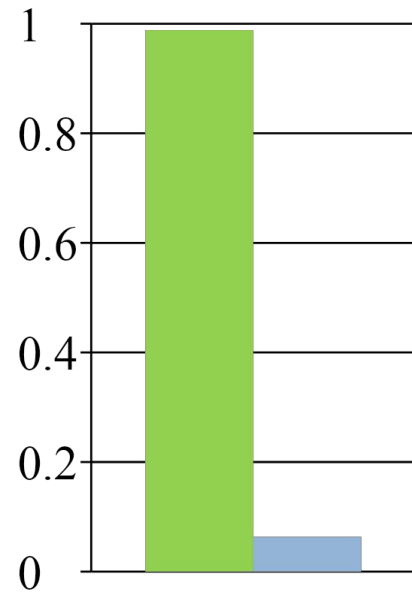
- Высший технологический уровень
- Высокая производительность
- Высокая надежность
- Низкая стоимость владения
- Эффективное использование площадей



Производительность (TFlops)



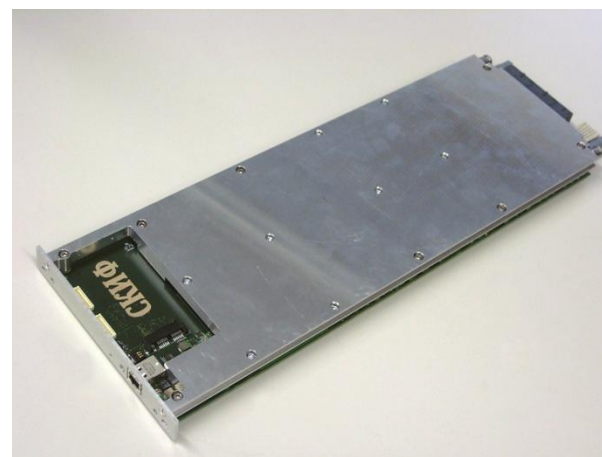
Энергопотребление (Киловатт/TFlops)



Плотность упаковки (TFlops/Юнит)

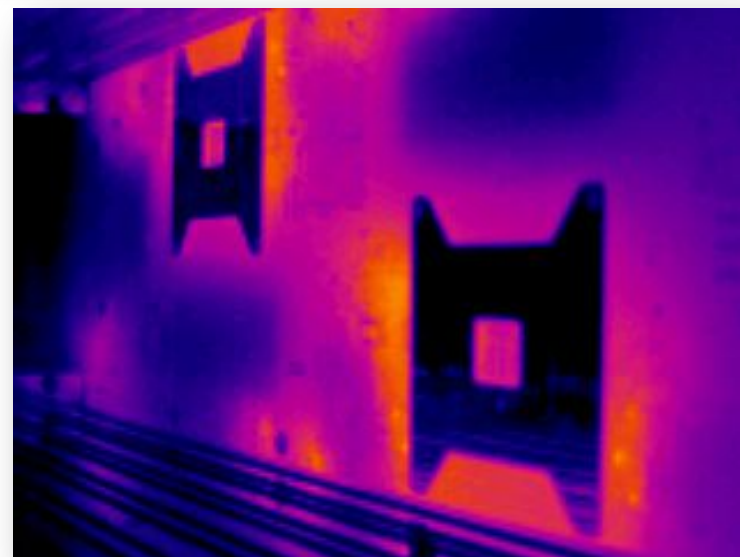
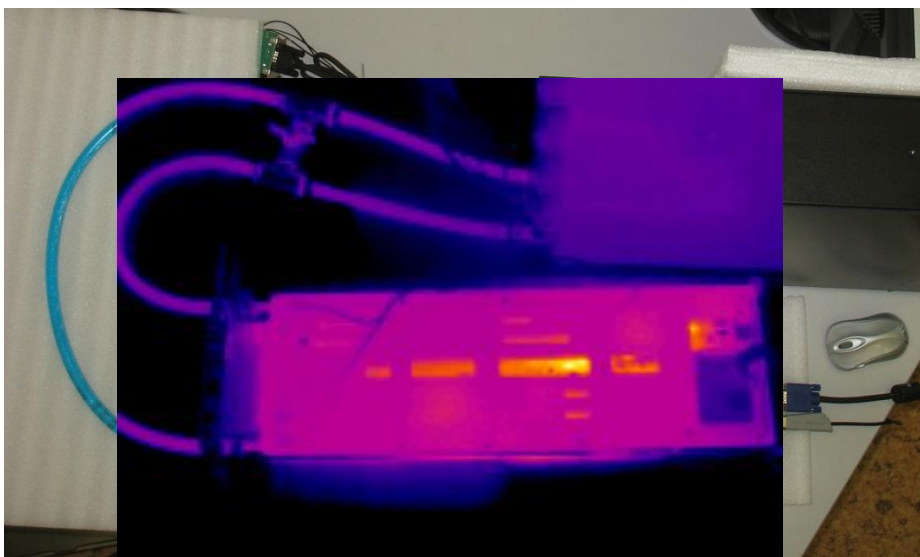
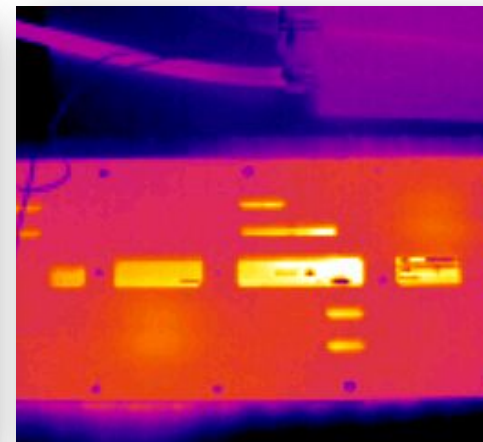
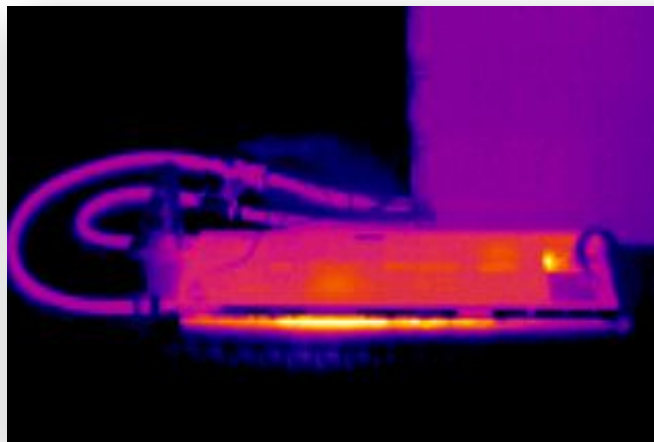
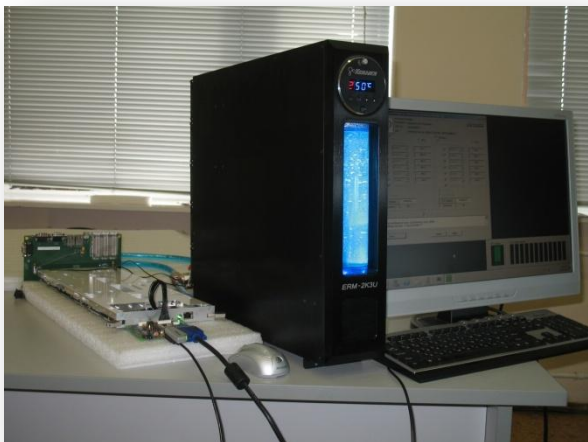


Вычислительный модуль СуперЭВМ «СКИФ Аврора» с водяным охлаждением



Охлаждение горячей водой.

Полная нагрузка In — 50°C, Out — 55°C, CPU — 86–92°C





SKIF Aurora Platform - Intel Xeon X5680

South Ural State University, Russia

Is ranked

No. 87

among the world's TOP500 Supercomputers

with 100.4 TFlop/s Linpack Performance

On the TOP500 List published at the ISC11 conference, June 20th, 2011

Congratulations from The TOP500 Editors

Handwritten signature of Hans Meuer in black ink.

Hans Meuer
University of Mannheim

Handwritten signature of Erich Strohmaier in black ink.

Erich Strohmaier
NERSC/Berkeley Lab

Handwritten signature of Jack Dongarra in black ink.

Jack Dongarra
University of Tennessee

Handwritten signature of Horst Simon in black ink.

Horst Simon
NERSC/Berkeley Lab

Суперкомпьютерный центр ЮУрГУ - Windows Internet Explorer

http://supercomputer.susu.ru/

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка

Избранное Суперкомпьютерный центр ЮУрГУ

Страница Безопасность Сервис

СКЦ ЮУрГУ

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ ЦЕНТР

Национального исследовательского университета ЮУрГУ


- **СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ**
 - Суперкомпьютер «СКИФ-Аврора ЮУрГУ»
 - Кластер «СКИФ Урал»
 - Кластер «Infinity»
 - Суперкомпьютерная сеть «СКИФ-Полигон»
- **ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ**
 - Правила
 - Регистрация
 - Пакеты программ
 - Программирование
 - Техническая поддержка
 - Обучение
 - **Программа "СуперИнжиниринг"**
- **КОММЕРЧЕСКИМ КЛИЕНТАМ**
 - Услуги
- **О НАС**
 - Новости
 - Информация в СМИ
 - Сотрудники
 - История
 - Фотографии
 - Эмблема СКЦ
 - Научные публикации пользователей
 - Контакты

Google

поиск >>

www по сайту

Добро пожаловать на сайт СКЦ ЮУрГУ!



Суперкомпьютерный центр Национального исследовательского университета ЮУрГУ (СКЦ ЮУрГУ) основан 28 мая 2008 года.

СКЦ ЮУрГУ является центром коллективного пользования. Включает в себя инновационный энергоэффективный суперкомпьютер "СКИФ-Аврора ЮУрГУ", используемый для решения научных и инженерных задач.

Как стать пользователем суперкомпьютера?

- Сотрудникам или студентам ЮУрГУ для получения доступа к ресурсам СКЦ необходимо заполнить две формы: "Данные для регистрации" (на каждую желаемую учетную запись) и "Служебная записка для регистрации". [Подробнее >>](#)
- Лицам из других некоммерческих организаций для получения доступа к к ресурсам СКЦ необходимо направить от руководства организации [официальное письмо на имя ректора ЮУрГУ](#) и заполнить форму "Данные для регистрации" на каждую желаемую учетную запись. [Подробнее >>](#)
- Для коммерческих организаций и юридических лиц СКЦ предлагает ряд услуг. Подробная информация о видах услуг и сопутствующих документах размещается в разделе "Коммерческим клиентам". [Подробнее >>](#)

Все возникающие вопросы направляйте по адресу supercomputer@susu.ru.

NEWS

- 16.12.2010 -

Зав. кафедрой системного программирования, директор Суперкомпьютерного центра ЮУрГУ Л.Б. Соколинский стал победителем в номинации ЮУрГУ "Человек года 2010"

16 декабря 2010 г. прошел праздничный концерт, посвященный дню рождения ЮУрГУ. Это первый день рождения вуза в новом статусе национального исследовательского университета. Кульминацией праздника стало награждение победителей университетского конкурса "Человек года". Гран-при в этом году присудили директору Суперкомпьютерного центра ЮУрГУ Л.Б. Соколинскому. [Подробнее](#)

[Архив новостей](#)


- 13.12.2010 -

Научный семинар "Суперкомпьютер СКИФ-Аврора"


25 ноября 2010 г. в Национальном исследовательском университете ЮУрГУ проведен семинар "Суперкомпьютер СКИФ-Аврора", организованный центром компетенции ЮУрГУ-Intel в области высокопроизводительных компьютерных технологий для инженерного моделирования. На этом семинаре после модернизации был представлен инновационный энергоэффективный суперкомпьютер "СКИФ-Аврора ЮУрГУ". [Подробнее](#)



ЮУрГУ




НИУ ЮУрГУ
ПИР-5



MaxMat


Кафедра
«Системное
программирование»



Суперкомпьютерный
консорциум
университетов России

Центр компетенции
ЮУрГУ-Intel

Вход
для сотрудников СКЦ
(авторизованный
доступ)



ИИИ
МСКФ

Интернет | Защищенный режим: вкл. 100%

- Рейтинг-листы суперкомпьютеров
 - Мировой: TOP500 (top500.org)



- Российский: TOP50 (supercomputers.ru)



Текущий рейтинг

16-ая редакция от 27.03.2012

| N | Место | Кол-во CPU/ядер | Архитектура (тип процессора / сеть) | Производительность (Tflop/s) | | Разработчик |
|---|--|-----------------|--|---------------------------------|----------|--------------------------------------|
| | | | | Linpack | Пиковая | |
| 1 | Москва Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова 2011 г. | 12422/82468 | узлов: 4160 (2xXeon 5570 2.93 GHz 12 GB RAM) узлов: 777 (2xXeon E5630 [GPU: 2xTesla X2070] 2.53 GHz 12 GB RAM) узлов: 640 (2xXeon 5670 2.93 GHz 24 GB RAM) узлов: 288 (2xXeon E5630 [GPU: 2xTesla X2070] 2.53 GHz 24 GB RAM) узлов: 260 (2xXeon 5570 2.93 GHz 24 GB RAM) узлов: 40 (2xXeon 5670 2.93 GHz 48 GB RAM) узлов: 30 (2xPowerXCell 8i 3.2 GHz 16 GB RAM) узлов: 4 (4xXeon E7650 2.26 GHz 512 GB RAM) сеть: Infiniband QDR/Gigabit Ethernet/Gigabit Ethernet | 872.50 | 1,700.21 | T-Платформы |
| 2 | Москва ФГБУН Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук Российская академия наук 2009 г. | 2370/13004 | узлов: 990 (2xXeon E5450 3 GHz 8.192 GB RAM) узлов: 192 (2xXeon 5365 3 GHz 8.192 GB RAM) узлов: 74 (2xXeon X5670 2.93 GHz 12,288 GB RAM) узлов: 19 (2xXeon X5675 [GPU: 8xTesla M2090] 3 GHz 196.608 GB RAM) сеть: Infiniband 4x DDR/2xGigabit Ethernet/Gigabit Ethernet | 119.93 | 227.84 | Hewlett-Packard |
| 3 | Москва РНИЦ Курчатовский институт 2010 г. | 2576/10304 | узлы: (Xeon E5472 3 GHz) сеть: Infiniband 4x DDR/Gigabit Ethernet/Gigabit Ethernet | 101.21 | 123.65 | Hewlett-Packard |
| 4 | Челябинск Южно-Уральский государственный университет 2010 г. | 1472/8832 | СКИФ ряд 4 Xeon X5680 3.33 GHz сеть: Трехмерный тор 60 Gbits, макс. задержка 1 мкс, InfiniBand QDR 40 Gbits | 100.35 | 117.64 | Группа компаний РСК |
| 5 | Екатеринбург Институт математики и механики УрО РАН 2011 г. | 476/5544 | узлов: 192 (2xXeon E5450 3 GHz 16 GB RAM) узлов: 20 (2xXeon X5675 GPU 8xTesla M2050 3.06 GHz 48 GB RAM) узлов: 16 (2xXeon E5450 3 GHz 32 GB RAM) узлов: 10 (2xXeon X5675 GPU 8xTesla M2090 3.06 GHz 192 GB RAM) сеть: Infiniband 4x DDR/Gigabit Ethernet/Gigabit Ethernet | 75.20 | 160.00 | Hewlett-Packard, Открытые технологии |
| 6 | Москва НИЦ "Курчатовский институт" 2011 г. | 152/4104 | узлов: 76 (5xXeon X5650 [GPU: 3xTesla M2070] 2.67 GHz 43.008 GB RAM) сеть: Gigabit Ethernet/QDR Infiniband/Fast Ethernet | 68.67 | 127.16 | Hewlett-Packard |
| 7 | Web Content Provider | 2004/12024 | узлов: 1002 (2xXeon E5645 2.4 GHz) сеть: Gigabit Ethernet | 59.90 | 115.43 | Hewlett-Packard |
| 8 | Нижний Новгород Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского 2011 г. | 120/3040 | узлов: 50 (2xSandy Bridge E5-2660 [GPU: 2xTesla M2090] 2.2 GHz 65.536 GB RAM) узлов: 10 (2xSandy Bridge E5-2660 [GPU: 3xTesla M2090] 2.2 GHz 65.536 GB RAM) сеть: QDR Infiniband/Gigabit Ethernet/Gigabit Ethernet | 51.86 | 103.31 | Ниагара Компьютерс, Supermicro |

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ
КОМПЛЕКСЫ ЛЮБОЙ
СЛОЖНОСТИ
ПОД ВАШИ ЗАДАЧИ



Организаторы
рейтинга



Научно-исследовательский
вычислительный центр МГУ



Межведомственный
Суперкомпьютерный
Центр РАН

[Home](#) ▶ [Lists](#) ▶ [June 2012](#)

TOP500 List - June 2012 (1-100)

R_{max} and R_{peak} values are in TFlops. For more details about other fields, check the [TOP500 description](#).

Power data in KW for entire system

[next](#)

| Rank | Site | Computer/Year Vendor | Cores | R_{max} | R_{peak} | Power |
|------|---|--|---------|-----------|------------|---------|
| 1 | DOE/NNSA/LLNL United States | Sequoia - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom / 2011 IBM | 1572864 | 16324.75 | 20132.66 | 7890.0 |
| 2 | RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS) Japan | K computer , SPARC64 VIIIfx 2.0GHz, Tofu interconnect / 2011 Fujitsu | 705024 | 10510.00 | 11280.38 | 12659.9 |
| 3 | DOE/SC/Argonne National Laboratory United States | Mira - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 786432 | 8162.38 | 10066.33 | 3945.0 |
| 4 | Leibniz Rechenzentrum Germany | SuperMUC - iDataPlex DX360M4, Xeon E5-2680 8C 2.70GHz, Infiniband FDR / 2012 IBM | 147456 | 2897.00 | 3185.05 | 3422.7 |
| 5 | National Supercomputing Center in Tianjin China | Tianhe-1A - NUDT YH MPP, Xeon X5670 6C 2.93 GHz, NVIDIA 2050 / 2010 NUDT | 186368 | 2566.00 | 4701.00 | 4040.0 |
| 6 | DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States | Jaguar - Cray XK6, Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA 2090 / 2009 Cray Inc. | 298592 | 1941.00 | 2627.61 | 5142.0 |
| 7 | CINECA Italy | Fermi - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 163840 | 1725.49 | 2097.15 | 821.9 |
| 8 | Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany | JuQUEEN - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 131072 | 1380.39 | 1677.72 | 657.5 |
| 9 | CEA/GCC-GENCI France | Curie thin nodes - Bullx B510, Xeon E5-2680 8C 2.700GHz, Infiniband QDR / 2012 Bull | 77184 | 1359.00 | 1667.17 | 2251.0 |
| 10 | National Supercomputing Centre in Shenzhen (NSCS) China | Nebulae - Dawning TC3600 Blade System, Xeon X5650 6C 2.66GHz, Infiniband QDR, NVIDIA 2050 / 2010 Dawning | 120640 | 1271.00 | 2984.30 | 2580.0 |

Суперкомпьютер "СКИФ-Аврора ЮУрГУ" занял 87 место в 37-ой редакции рейтинга TOP500 (июнь 2011).

Суперкомпьютер "СКИФ-Аврора ЮУрГУ" занял 185 место в 39-ой редакции рейтинга TOP500 (июнь 2012).

| | | | | | | |
|----|--|--|--------|---------|---------|--------|
| 11 | NASA/Ames Research Center/NAS United States | Pleiades - SGI Altix ICE X/8200EX /8400EX, Xeon 54xx 3.0/5570 /5670/E5-2670 2.93/2.6/3.06/3.0 Ghz, Infiniband QDR/FDR / 2011 SGI | 125980 | 1243.00 | 1731.84 | 3987.0 |
| 12 | International Fusion Energy Research Centre (IFERC), EU(F4E) - Japan Broader Approach collaboration Japan | Helios - Bullx B510, Xeon E5-2680 8C 2.700GHz, Infiniband QDR / 2011 Bull | 70560 | 1237.00 | 1524.10 | 2200.0 |
| 13 | Science and Technology Facilities Council - Daresbury Laboratory United Kingdom | Blue Joule - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 114688 | 1207.84 | 1468.01 | 575.3 |
| 14 | GSIC Center, Tokyo Institute of Technology Japan | TSUBAME 2.0 - HP ProLiant SL390s G7 Xeon 6C X5670, Nvidia GPU, Linux/Windows / 2010 NEC/HP | 73278 | 1192.00 | 2287.63 | 1398.6 |
| 15 | DOE/NNSA/LANL/SNL United States | Cielo - Cray XE6, Opteron 6136 8C 2.40GHz, Custom / 2011 Cray Inc. | 142272 | 1110.00 | 1365.81 | 3980.0 |
| 16 | DOE/SC/LBNL/NERSC United States | Hopper - Cray XE6, Opteron 6172 12C 2.10GHz, Custom / 2010 Cray Inc. | 153408 | 1054.00 | 1288.63 | 2910.0 |
| 17 | Commissariat a l'Energie Atomique (CEA) France | Tera-100 - Bull bullx super-node S6010/S6030 / 2010 Bull | 138368 | 1050.00 | 1254.55 | 4590.0 |
| 18 | Information Technology Center, The University of Tokyo Japan | Oakleaf-FX - PRIMEHPC FX10, SPARC64 IXfx 16C 1.848GHz, Tofu interconnect / 2012 Fujitsu | 76800 | 1043.00 | 1135.41 | 1176.8 |
| 19 | DOE/NNSA/LANL United States | Roadrunner - BladeCenter QS22/LS21 Cluster, PowerXCell 8i 3.2 Ghz / Opteron DC 1.8 GHz, Voltaire Infiniband / 2009 IBM | 122400 | 1042.00 | 1375.78 | 2345.0 |
| 20 | University of Edinburgh United Kingdom | DiRAC - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 98304 | 1035.30 | 1258.29 | 493.1 |
| 21 | National Institute for Computational Sciences/University of Tennessee United States | Kraken XT5 - Cray XT5-HE Opteron Six Core 2.6 GHz / 2011 Cray Inc. | 112800 | 919.10 | 1173.00 | 3090.0 |
| 22 | Moscow State University - Research Computing Center Russia | Lomonosov - T-Platforms T-Blade2/1.1, Xeon X5570/X5670/E5630 2.93/2.53 GHz, Nvidia 2070 GPU, PowerXCell 8i Infiniband QDR / 2011 T-Platforms | 78660 | 901.90 | 1700.21 | 2800.0 |
| 23 | IBM Development Engineering United States | DARPA Trial Subset - Power 775, POWER7 8C 3.836GHz, Custom / 2012 IBM | 39680 | 886.40 | 1217.70 | 2429.0 |
| 24 | HWW/Universitaet Stuttgart Germany | HERMIT - Cray XE6, Opteron 6276 16C 2.30 GHz, Cray Gemini interconnect / 2011 Cray Inc. | 113472 | 831.40 | 1043.94 | |
| 25 | Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany | JUGENE - Blue Gene/P Solution / 2009 IBM | 294912 | 825.50 | 1002.70 | 2268.0 |

| | | | | | | |
|----|--|--|--------|--------|---------|--------|
| 26 | National Supercomputing Center in Jinan China | Sunway Blue Light - Sunway BlueLight MPP, ShenWei processor SW1600 975.00 MHz, Infiniband QDR / 2011 NRCP CET | 137200 | 795.90 | 1070.16 | 1074.0 |
| 27 | Lawrence Livermore National Laboratory United States | Zin - Xtreme-X GreenBlade GB512X, Xeon E5 (Sandy Bridge - EP) 8C 2.60GHz, Infiniband QDR / 2011 Appro | 46208 | 773.70 | 961.13 | 924.2 |
| 28 | National Super Computer Center in Hunan China | Tianhe-1A Hunan Solution - NUDT YH MPP, Xeon X5670 6C 2.93 GHz, Proprietary, NVIDIA 2050 / 2011 NUDT | 53248 | 771.70 | 1342.75 | 1155.1 |
| 29 | EDF R&D France | Zumbrota - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 65536 | 690.20 | 838.86 | 328.8 |
| 30 | IDRIS/GENCI France | BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 65536 | 690.20 | 838.86 | 328.8 |
| 31 | Victorian Life Sciences Computation Initiative Australia | Avoca - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 65536 | 690.20 | 838.86 | 328.8 |
| 32 | University of Edinburgh United Kingdom | HECToR - Cray XE6, Opteron 6276 16C 2.30 GHz, Cray Gemini interconnect / 2011 Cray Inc. | 90112 | 660.24 | 829.03 | |
| 33 | NOAA/Oak Ridge National Laboratory United States | Gaea C2 - Cray XE6, Opteron 6276 16C 2.30GHz, Cray Gemini interconnect / 2011 Cray Inc. | 77824 | 565.70 | 715.98 | 972.0 |
| 34 | ECMWF United Kingdom | Power 775, POWER7 8C 3.84 GHz, Custom / 2011 IBM | 24576 | 549.00 | 754.19 | 1504.4 |
| 35 | ECMWF United Kingdom | Power 775, POWER7 8C 3.83GHz, Custom / 2011 IBM | 24576 | 549.00 | 754.19 | 1504.4 |
| 36 | High Energy Accelerator Research Organization /KEK Japan | BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 49152 | 517.65 | 629.15 | 246.6 |
| 37 | Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences China | Mole-8.5 - Mole-8.5 Cluster, Xeon X5520 4C 2.27 GHz, Infiniband QDR, NVIDIA 2050 / 2011 IPE, Nvidia, Tyan | 29440 | 496.50 | 1012.65 | 540.0 |
| 38 | DOE/SC/Argonne National Laboratory United States | Intrepid - Blue Gene/P Solution / 2007 IBM | 163840 | 458.61 | 557.06 | 1260.0 |
| 39 | Sandia National Laboratories / National Renewable Energy Laboratory United States | Red Sky - Sun Blade x6275, Xeon X55xx 2.93 Ghz, Infiniband / 2010 Sun | 42440 | 433.50 | 497.40 | |
| 40 | Texas Advanced Computing Center/Univ. of Texas United States | Ranger - SunBlade x6420, Opteron QC 2.3 Ghz, Infiniband / 2008 Sun | 62976 | 433.20 | 579.38 | 2000.0 |
| 41 | Center for Computational Sciences, University of Tsukuba Japan | HA-PACS - Xtream-X GreenBlade 8204, Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Infiniband QDR, NVIDIA 2090 / 2012 | 20800 | 421.60 | 778.13 | 407.3 |

| | | | | | | |
|----|---|---|--------|--------|--------|--------|
| 42 | DOE/NNSA/LLNL United States | Dawn - Blue Gene/P Solution / 2009 IBM | 147456 | 415.70 | 501.35 | 1134.0 |
| 43 | United Kingdom Meteorological Office United Kingdom | Power 775, POWER7 8C 3.836GHz, Custom / 2011 IBM | 18432 | 411.75 | 565.64 | 1128.3 |
| 44 | Norwegian University of Science and Technology Norway | SGI Altix X, Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Infiniband FDR / 2012 SGI | 22048 | 396.70 | 458.60 | 537.0 |
| 45 | Bull France | Bull Benchmarks SuperComputer II - Bullx B510, Xeon E5 (Sandy Bridge - EP) 8C 2.70GHz, Infiniband QDR / 2011 Bull | 20480 | 360.87 | 442.37 | |
| 46 | Lawrence Livermore National Laboratory United States | Cab - Xtreme-X , Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Infiniband QDR / 2012 Appro | 20480 | 347.40 | 425.98 | |
| 47 | Los Alamos National Laboratory United States | Luna - Xtreme-X GreenBlade GB512X, Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Infiniband QDR / 2011 Appro | 20480 | 347.40 | 425.98 | 448.0 |
| 48 | DOE/NNSA/LLNL United States | Vulcan - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom / 2012 IBM | 32768 | 345.10 | 419.43 | 164.4 |
| 49 | IBM - Rochester United States | BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom / 2011 IBM | 32768 | 345.10 | 419.43 | 164.4 |
| 50 | IBM - Rochester United States | BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom / 2011 IBM | 32768 | 345.10 | 419.43 | 164.4 |
| 51 | United Kingdom Meteorological Office United Kingdom | Power 775, POWER7 8C 3.84 GHz, Custom / 2011 IBM | 15360 | 343.12 | 471.37 | 940.3 |
| 52 | Sandia National Laboratories United States | Pecos - Xtreme-X , Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Infiniband QDR / 2012 Appro | 19712 | 336.80 | 410.01 | 421.2 |
| 53 | Air Force Research Laboratory - ARFL DSRC United States | Raptor - Cray XE6 8-core 2.4 GHz / 2010 Cray Inc. | 42712 | 336.30 | 410.04 | |
| 54 | Sandia National Laboratories United States | Chama - Xtreme-X GreenBlade GB512X, Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Infiniband QDR / 2011 Appro | 19680 | 332.00 | 409.34 | 453.6 |
| 55 | Korea Meteorological Administration Korea, South | Haedam - Cray XE6 12-core 2.1 GHz / 2010 Cray Inc. | 45120 | 316.40 | 379.01 | 1711.6 |
| 56 | Korea Meteorological Administration Korea, South | Haeon - Cray XE6 12-core 2.1 GHz / 2010 Cray Inc. | 45120 | 316.40 | 379.01 | 1711.6 |
| 57 | Swiss Scientific Computing Center (CSCS) Switzerland | Monte Rosa - Cray XE6, Opteron 6272 16C 2.10 GHz, Cray Gemini interconnect / 2011 Cray Inc. | 47840 | 316.20 | 401.86 | 780.0 |
| 58 | CSIR Centre for Mathematical Modelling and Computer Simulation India | Cluster Platform 3000 BL460c Gen8, Xeon E5-2670 8C 2.60GHz, Infiniband FDR / 2012 HP | 17344 | 303.90 | 360.76 | 386.6 |

| | | | | | | |
|-----|--|--|-------|--------|--------|--------|
| 175 | IBM Development Engineering United States | iDataPlex DX360M3, Xeon X5670 6C 2.93 GHz, Infiniband QDR / 2011 IBM | 10128 | 104.76 | 118.70 | 316.5 |
| 176 | Financial Services (H) United States | iDataPlex DX360M3, Xeon E5649 6C 2.53 GHz, Gigabit Ethernet / 2011 IBM | 18576 | 104.68 | 187.99 | 534.1 |
| 177 | Barcelona Supercomputing Center Spain | Bullx B505, Xeon E5649 6C 2.53GHz, Infiniband QDR, NVIDIA 2090 / 2011 Bull | 5544 | 103.20 | 182.88 | 81.5 |
| 178 | Computer Network Information Center, Chinese Academy of Science China | DeepComp 7000, HS21/x3950 Cluster, Xeon QC HT 3 GHz/2.93 GHz, Infiniband / 2008 Lenovo | 12216 | 102.80 | 145.97 | |
| 179 | DOE/SC/Pacific Northwest National Laboratory United States | Olympus - Atipa Cluster, Opteron 6272 16C 2.100GHz, Infiniband QDR / 2012 Atipa | 19200 | 102.20 | 161.28 | |
| 180 | Lawrence Livermore National Laboratory United States | Hera - Appro Xtreme-X3 Server - Quad Opteron Quad Core 2.3 GHz, Infiniband / 2009 Appro | 13552 | 102.20 | 127.20 | |
| 181 | Information Technology Center, The University of Tokyo Japan | T2K Open Supercomputer (Todai Combined Cluster) - Hitachi opteron QC 2.3 GHz Myrinet 10G / 2009 Hitachi | 15104 | 101.74 | 138.96 | 831.0 |
| 182 | Kurchatov Institute Moscow Russia | Cluster Platform 3000 BL 2x220, Xeon E5450 4C 3.000GHz, Infiniband QDR / 2010 HP | 10304 | 101.21 | 123.65 | |
| 183 | University of Tokyo/Human Genome Center, IMS Japan | HA8000-tc/HT225, Opteron 6276 16C 2.300GHz, Infiniband QDR / 2012 Hitachi | 16128 | 100.60 | 148.38 | |
| 184 | Lawrence Livermore National Laboratory United States | Edge - Appro GreenBlade Cluster, Xeon X5660 6C 2.80 GHz, Infiniband QDR, NVIDIA 2050 / 2010 Appro | 8240 | 100.50 | 239.87 | |
| 185 | South Ural State University Russia | SKIF Aurora - SKIF Aurora Platform - Intel Xeon X5680, Infiniband QDR / 2011 RSC SKIF | 8832 | 100.40 | 117.00 | |
| 186 | Network Company China | BladeCenter HS22 Cluster (WM), Xeon E5649 6C 2.53 GHz, Gigabit Ethernet / 2011 IBM | 17808 | 100.35 | 180.22 | 454.2 |
| 187 | Max-Planck-Gesellschaft MPI/IPP Germany | VIP - Power 575, p6 4.7 GHz, Infiniband / 2009 IBM | 6848 | 98.42 | 128.74 | 1095.0 |
| 188 | Internet Service China | xSeries x3650M2 Cluster, Xeon QC E55xx 2.53 Ghz, GigE / 2011 IBM | 17344 | 97.96 | 175.52 | 526.1 |
| 189 | Internet Service China | xSeries x3650M2 Cluster, Xeon QC E55xx 2.53 Ghz, GigE / 2011 IBM | 17344 | 97.96 | 175.52 | 526.1 |
| 190 | Institute of Physical and Chemical Res. (RIKEN) Japan | RIKEN Intergrated Cluster of Clusters, Xeon X5570 2.93GHz, Infiniband DDR / 2009 Fujitsu | 9048 | 97.94 | 106.04 | |
| 191 | Government Sweden | Cluster Platform 3000 BL2x220, L56xx 2.26 Ghz, Infiniband / 2011 HP | 17280 | 97.50 | 156.21 | |
| 192 | Web Company (F) United States | Cluster Platform SL170s, Xeon X5650 6C 2.66GHz, Gigabit Ethernet / 2012 | 18000 | 97.10 | 191.52 | |

| | | | | | | |
|----|--|--|-------|--------|--------|---------|
| 79 | Total Exploration Production France | SGI Altix ICE 8200EX, Xeon quad core 3.0 GHz / 2008 SGI | 10240 | 106.10 | 122.88 | 442.00 |
| 80 | Lawrence Livermore National Laboratory United States | Muir - Dell Xanadu 3 Cluster, Xeon X5660 2.8 Ghz, QLogic InfiniBand QDR / 2010 Dell | 15000 | 105.90 | 168.00 | |
| 81 | Cyfronet Poland | Zeus - Cluster Platform 3000 BL2x220, L56xx 2.26 Ghz, Infiniband / 2011 Hewlett-Packard | 11694 | 104.77 | 124.42 | |
| 82 | Computer Network Information Center, Chinese Academy of Science China | DeepComp 7000, HS21/x3950 Cluster, Xeon QC HT 3 GHz/2.93 GHz, Infiniband / 2008 Lenovo | 12216 | 102.80 | 145.97 | |
| 83 | Lawrence Livermore National Laboratory United States | Hera - Appro Xtreme-X3 Server - Quad Opteron Quad Core 2.3 GHz, Infiniband / 2009 Appro International | 13552 | 102.20 | 127.20 | |
| 84 | Information Technology Center, The University of Tokyo Japan | T2K Open Supercomputer (Todai Combined Cluster) - Hitachi opteron QC 2.3 GHz Myrinet 10G / 2009 Hitachi | 15104 | 101.74 | 138.96 | 831.50 |
| 85 | Kurchatov Institute Moscow Russia | Cluster Platform 3000 BL2x220, E54xx 3.0 Ghz, Infiniband / 2010 Hewlett-Packard | 10304 | 101.21 | 123.65 | |
| 86 | Lawrence Livermore National Laboratory United States | Edge - Appro GreenBlade Cluster Xeon X5660 2.8Ghz, nVIDIA M2050, Infiniband / 2010 Appro International | 8240 | 100.50 | 239.87 | 745.00 |
| 87 | South Ural State University Russia | SKIF Aurora - SKIF Aurora Platform - Intel Xeon X5680, Infiniband QDR / 2011 RSC SKIF | 8832 | 100.40 | 117.00 | |
| 88 | Max-Planck-Gesellschaft MPI/IPP Germany | VIP - Power 575, p6 4.7 GHz, Infiniband / 2009 IBM | 6848 | 98.42 | 128.74 | 1095.00 |
| 89 | Institute of Physical and Chemical Res. (RIKEN) Japan | RIKEN Intergrated Cluster of Clusters, Xeon X5570 2.93GHz, Infiniband DDR / 2009 Fujitsu | 9048 | 97.94 | 106.04 | |
| 90 | Government Sweden | Cluster Platform 3000 BL2x220, L56xx 2.26 Ghz, Infiniband / 2011 Hewlett-Packard | 17280 | 97.50 | 156.21 | |
| 91 | DOE/SC/Pacific Northwest National Laboratory United States | Chinook - Cluster Platform 4000 DL185G5, Opteron QC 2.2 GHz, Infiniband DDR / 2008 Hewlett-Packard | 18176 | 97.07 | 159.95 | |
| 92 | Naval Oceanographic Office - NAVO DSRC United States | Cray XT5 QC 2.4 GHz / 2011 Cray Inc. | 12720 | 96.55 | 122.11 | 588.90 |
| 93 | EDF R&D France | Frontier2 BG/L - Blue Gene/P Solution / 2008 IBM | 32768 | 95.45 | 111.41 | 252.00 |
| 94 | University of Edinburgh United Kingdom | HECToR - Cray XT4, 2.3 GHz / 2009 Cray Inc. | 12288 | 95.08 | 113.05 | |
| 95 | IT Service Provider Germany | Cluster Platform 3000 BL2x220, E54xx 3.0 Ghz, Infiniband / 2009 Hewlett-Packard | 10240 | 94.74 | 122.88 | |

Заключение

34

- Основные пути достижения параллелизма
 - Независимое функционирование отдельных устройств компьютера
 - Избыточность элементов вычислительной системы
 - Конвейерная реализация обрабатывающих устройств
 - Параллельный режим выполнения программы на многопроцессорной вычислительной системе
- Суперкомпьютер – вычислительная система, обладающая предельными характеристиками по производительности среди компьютерных систем, имеющихся в данное время.
 - Флопс – мера производительности суперкомпьютеров.
 - TOP500 и TOP50 – рейтинг-листы суперкомпьютеров.
 - В настоящее время подавляющее большинство суперкомпьютеров имеют кластерную архитектуру.