



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.



Вычислительный кластер
Infinity
Пиковая производительность
333 Gflops
2004 г.



Вычислительный кластер
СКИФ Урал
Пиковая производительность
16 Teraflops
2008 г.



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



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



Intel Pentium 3
0,8 ГГц

Intel Xeon64 DP
3,2 ГГц

Intel Xeon E5472
3 ГГц

Intel Xeon x5570
2,93 ГГц

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

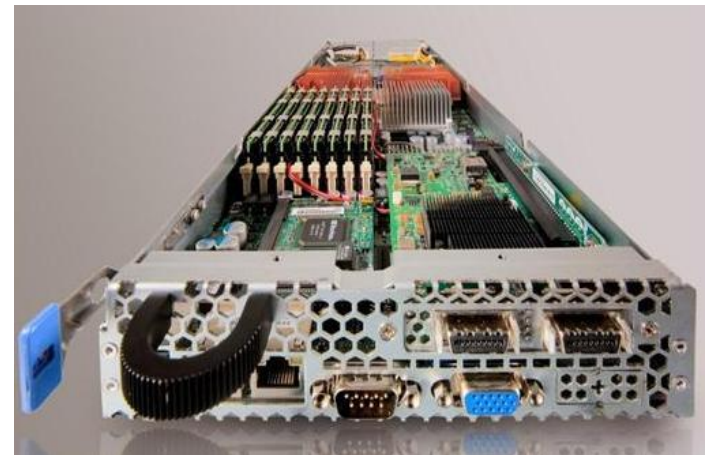
- Число вычислительных узлов/процессоров/ядер:
166/332/1328
- Оперативная память: 1.33 Тб
- Тип процессора:
Intel Xeon E5472 (4 ядра по 3.0 ГГц)
- Дисковая память: 49.29 Тб
- Параллельная система хранения данных:
T-Platforms ReadyStorage – 20ТВ
- Тип системной сети:
InfiniBand (20 Гбит/s, макс. задержка 2 μ s)
- Тип управляющей сети: Gigabit Ethernet
- Сервисная сеть: СКИФСervNet
- 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:

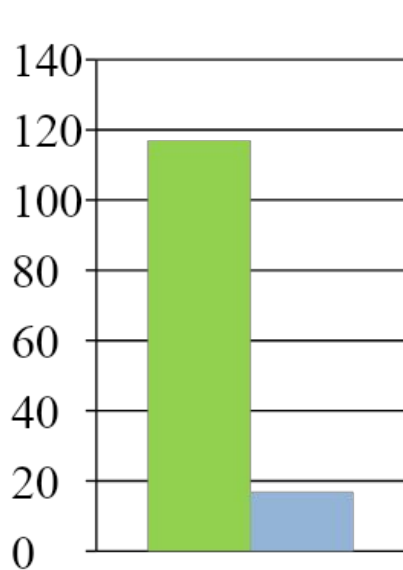
- Системная сеть: 3D torus, **60** Гбит/сек.
- InfiniBand QDR, **40** Гбит/сек.
- Gigabit Ethernet
- Сети мониторинга – **3** шт.

Суперкомпьютер «СКИФ-Аврора ЮУрГУ»

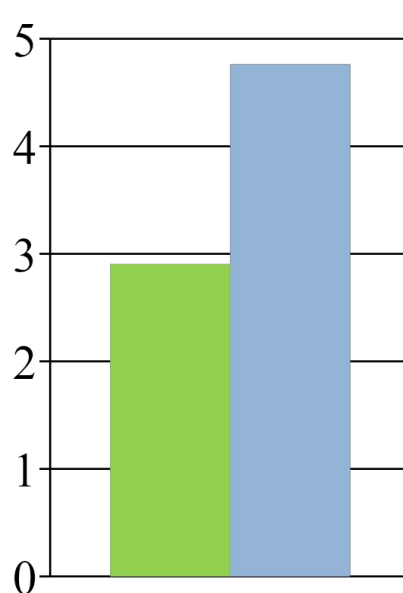


■ СКИФ-Аврора ЮУрГУ
■ СКИФ Урал

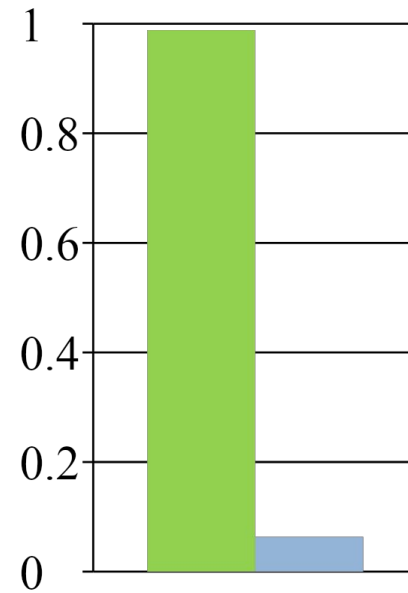
- Высший технологический уровень
- Высокая производительность
- Высокая надежность
- Низкая стоимость владения
- Эффективное использование площадей



Производительность (TFlops)



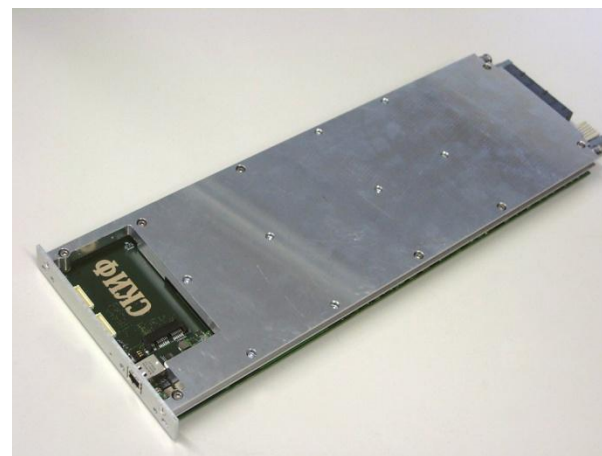
Энергопотребление (Киловатт/TFlops)



Плотность упаковки (TFlops/Юнит)

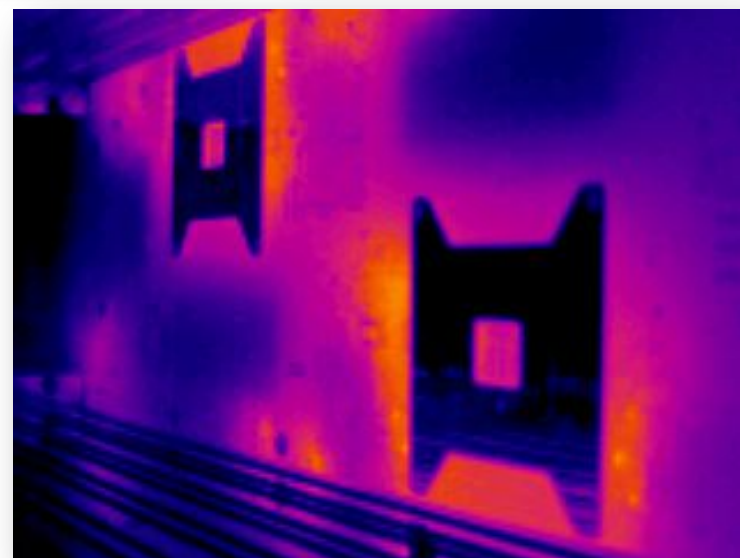
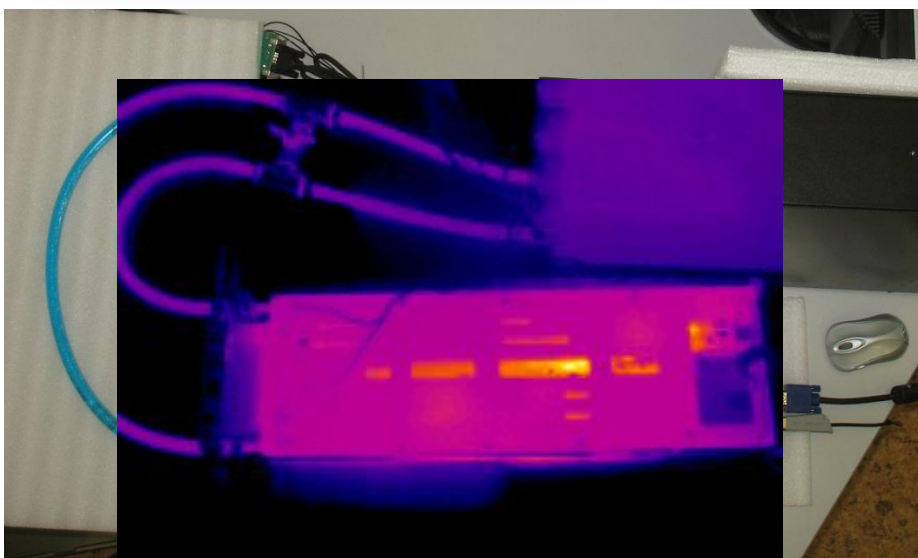
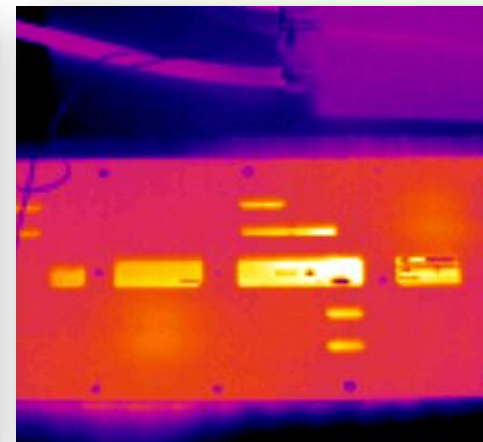
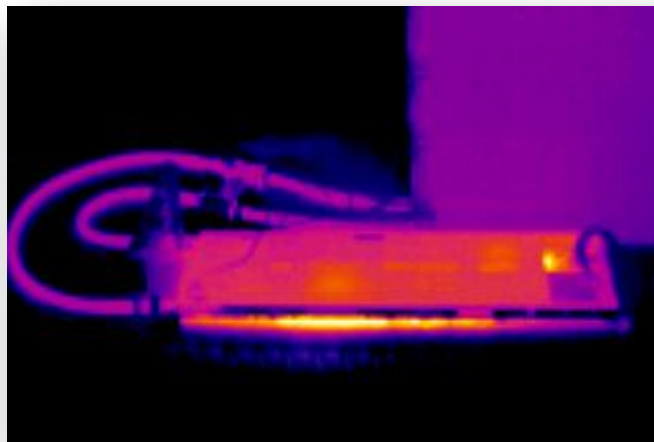
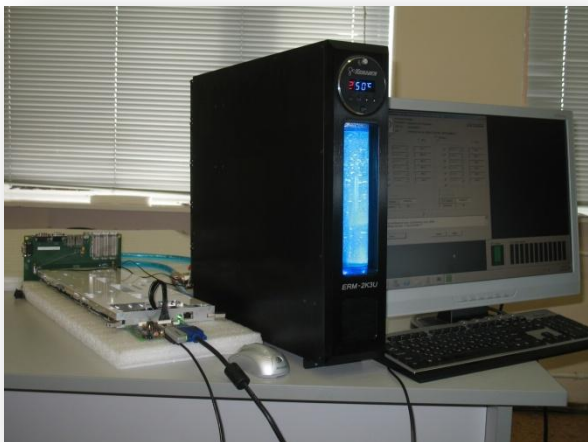


**Вычислительный модуль
СуперЭВМ «СКИФ Аврора»
с водяным охлаждением**



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](#)

- 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](#)


[Архив новостей](#)



ЮУрГУ




НИУ ЮУрГУ
ПИР-5



MaxMat


Кафедра «Системное программирование»



Суперкомпьютерный консорциум университетов России

Центр компетенции ЮУрГУ-Intel

Вход для сотрудников СКЦ (авторизованный доступ)



ИИСКФ

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

- 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.