

Высокопроизводительный
вычислительный кластер
ЮУрГУ
T-Edge36 **Infinity**

Л.Б. Соколинский

П.С. Костенецкий

Содержание

- **Историческая справка**
- **Основные характеристики**
- **Передовые технические решения**
- **Анализ TOP50**
- **Масштабирование кластера**
- **Базовое программное обеспечение**
- **Решаемые задачи**
- **Развитие кластера**
- **Интернет-ресурсы**
- **Заключение**

Историческая справка

- Разработчик:
Компания «Т-Платформы»
- Заказчик: **ЮУрГУ**
- Дата изготовления:
Октябрь 2004 г.
- Дата установки и запуска в ЮУрГУ:
9 декабря 2004 г.



Основные характеристики

- Число вычислительных узлов/процессоров: **18/36**
- Тип процессора:
Intel Xeon EM64T 3.2 GHz
- Оперативная память: **18x2 GB = 36 GB**
- Дисковая память: **18x80 GB = 1440 GB**
- Тип системной сети:
InfiniBand 4x (PCI-Express)
- Тип управляющей (вспомогательной) сети:
Gigabit Ethernet
- Пиковая производительность:
230.4 GFlops
- Производительность на тесте Linpack:
180.3 GFlops (78.2% от пиковой)
- Операционная система:
SUSE Linux Enterprise Server 9.0



Передовые технические решения: InfiniBand

- Высокоскоростная технология интерконнекта InfiniBand 4x
- Системная шина PCI Express 8x



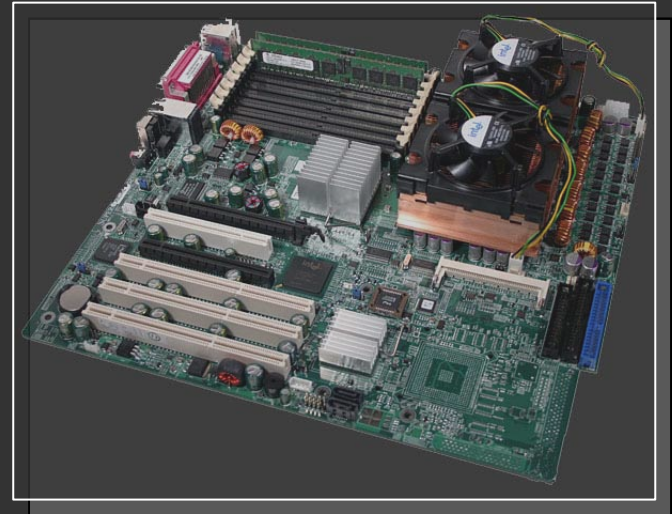
Пропускная способность: **10 Гбит/сек**

Время задержки: **4 мкс**

Передовые технические решения: Процессоры Intel® Xeon™ EM64T

T-Edge36 Infinity

– первая в России
кластерная система на
базе процессоров Intel®
Xeon™ с технологией
64-разрядной адресации
памяти EM64T



- Высокая производительность
- Хорошая масштабируемость

TOP50

Список 50 мощнейших компьютеров СНГ

<http://supercomputers.ru/>

Учредители:

- Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ
- Межведомственный Суперкомпьютерный Центр РАН

TOP 50 | Суперкомпьютеры - Microsoft Internet Explorer - [Автономная работа]

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка

СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ TOP 50

О ПРОЕКТЕ НОВОСТИ **ТЕКУЩИЙ РЕЙТИНГ** ФОРМИРОВАНИЕ ТАБЛИЦЫ СТАТИСТИКА ССЫЛКИ ЗАЯВКА

Текущий рейтинг

N	Место	Тип	Кол-во CPU	Архитектура (тип процессора / сеть)	Область применения	Производительность Гроек / Пиксел	Разработчик
1	Минск СИТИ НАНБЕ 2004 г.	кластер	576	узлов: 288 (2xOpteron 248 2.2 GHz 4 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/СКИФ-ServNet	исследования	2032 2534.4	СКИФ
2	Москва МЦЦ РАН 2004 г.	кластер	336	узлов: 168 (2xPowerPC 970 1.6 GHz 4 GB RAM) сеть: Myrinet/2xGigabit Ethernet	наука и образование	1401 2150.4	ФГУП "Квант", ИПМ РАН, МЦЦ
3	Москва МЦЦ РАН 2001 г.	кластер	768	узлов: 384 (2xAlpha 21264A 766 MHz 1 GB RAM) сеть: Myrinet/2000/Fast Ethernet	наука и образование	734.6 1024	ФГУП "Квант", ИПМ РАН, МЦЦ
4	Москва ИИЦ МГУ 2004 г.	кластер	160	узлов: 80 (2xOpteron 248 2.2 GHz 4 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/Fast Ethernet	наука и образование	512 704	Hewlett-Packard
5	Бреван ИПИА НАНБРА 2004 г.	кластер	128	узлов: 64 (2xXeon 3 GHz 1 GB RAM)	наука и образование	483.6 783.36	ИПИА НАНБРА, ИСП РАН, С.I.Technology
6	Минск СИТИ НАНБЕ 2003 г.	кластер	128	узлов: 64 (2xXeon 2.8 GHz 2 GB RAM) сеть: SCI/Gigabit Ethernet/СКИФ-ServNet	наука и образование	475.3 716.8	СКИФ
7	Москва Сбербанк 2003 г.	SMP	256	HP SuperDome PA-RISC 750 MHz	финансы	438.6 768	Hewlett-Packard
8	Москва ОГДЛ высокоскоростных вычислительных систем ОАО "НИЦЭВТ" 2003 г.	кластер	72	узлов: 36 (2xXeon 2.8 GHz 2 GB RAM) сеть: SCI/Gigabit Ethernet	исследования	253 403.2	СКИФ, ОАО "НИЦЭВТ"

Организаторы

TOP50: первые 10 в СНГ

8

TOP 50: Первые 10 в СНГ - Microsoft Internet Explorer

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка

СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ TOP 50 Первые 10 в СНГ (производительность по тесту LINPACK)

N	Организация	Тип	Кол-во CPU	Архитектура (тип процессора / сеть)	Область применения	Производительность		Разработчик
						Linpack	Пиковая	
1	Минск <u>ОИПИ НАНБ</u> 2004 г.	кластер	576	узлов: 288 (2xOpteron 248 2.2 GHz 4 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/СКИФ-ServNet	исследования	2032	2534.4	СКИФ (Т-Платформы)
2	Москва <u>МЦЦ РАН</u> 2004 г.	кластер	336	узлов: 168 (2xPowerPC 970 1.6 GHz 4 GB RAM) сеть: Myrinet/2xGigabit Ethernet	наука и образование	1401	2150.4	ФГУП "Квант", ИГМ РАН, МСЦ
3	Москва <u>МЦЦ РАН</u> 2001 г.	кластер	768	узлов: 384 (2xAlpha 21264A 766 MHz 1 GB RAM) сеть: Myrinet 2000/Fast Ethernet	наука и образование	734.6	1024	ФГУП "Квант", ИГМ РАН, МСЦ
4	Москва <u>НИВЦ МГУ</u> 2004 г.	кластер	160	узлов: 80 (2xOpteron 248 2.2 GHz 4 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/Fast Ethernet	наука и образование	512	704	Hewlett-Packard
5	Ереван <u>ИПИА НАН РА</u> 2004 г.	кластер	128	узлов: 64 (2xXeon 3 GHz 1 GB RAM) сеть: Myrinet/Gigabit Ethernet	наука и образование	483.6	783.36	ИПИА НАН РА, ИСП РАН, С.I.Technology
6	Минск <u>ОИПИ НАНБ</u> 2003 г.	кластер	128	узлов: 64 (2xXeon 2.8 GHz 2 GB RAM) сеть: SCI/Gigabit Ethernet/СКИФ-ServNet	наука и образование	475.3	716.8	СКИФ (Т-Платформы)
7	Москва <u>СберБанк</u> 2003 г.	SMP	256	HP SuperDome PA-RISC 750 MHz	финансы	438.6	768	Hewlett-Packard
8	Москва <u>НИЦЭВТ</u> 2003 г.	кластер	72	узлов: 36 (2xXeon 2.8 GHz 2 GB RAM) сеть: SCI/Gigabit Ethernet	исследования	253	403.2	СКИФ, ОАО "НИЦЭВТ"
9	Челябинск <u>ЮУрГУ</u> 2004 г.	кластер	36	узлов: 18 (2xXeon EM64T 3.2 GHz 2 GB RAM) сеть: Infiniband (PCI-Express)/Gigabit Ethernet	наука и образование	180.3	230.4	Т-Платформы
10	Снежинск <u>ООО "Стрела"</u> 2004 г.	кластер	40	узлов: 20 (2xPentium IV 2.8 GHz 1 GB RAM) сеть: InfiniBand/Fast Ethernet	наука и образование	118	224	собственная сборка

Готово Интернет

TOP50: первые 10 в России

9

TOP 50: Первые 10 в РФ - Microsoft Internet Explorer

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка



Первые 10 в РФ (производительность по тесту LINPACK)

N	Организация	Тип	Кол-во CPU	Архитектура (тип процессора / сеть)	Область применения	Производительность		Разработчик
						Linpack	Пиковая	
1	Москва МЦЦ РАН 2004 г.	кластер	336	узлов: 168 (2xPowerPC 970 1.6 GHz 4 GB RAM) сеть: Myrinet/2xGigabit Ethernet	наука и образование	1401	2150.4	ФГУП "Квант", ИПМ РАН, МСЦ
2	Москва МЦЦ РАН 2001 г.	кластер	768	узлов: 384 (2xAlpha 21264A 766 MHz 1 GB RAM) сеть: Myrinet 2000/Fast Ethernet	наука и образование	734.6	1024	ФГУП "Квант", ИПМ РАН, МСЦ
3	Москва НИВЦ МГУ 2004 г.	кластер	160	узлов: 80 (2xOpteron 248 2.2 GHz 4 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/Fast Ethernet	наука и образование	512	704	Hewlett-Packard
4	Москва Сбербанк 2003 г.	SMP	256	HP SuperDome PA-RISC 750 MHz	финансы	438.6	768	Hewlett-Packard
5	Москва НИЦЭВТ 2003 г.	кластер	72	узлов: 36 (2xXeon 2.8 GHz 2 GB RAM) сеть: SCI/Gigabit Ethernet	исследования	253	403.2	СКИФ, ОАО "НИЦЭВТ"
6	Челябинск ИОУрГУ 2004 г.	кластер	36	узлов: 18 (2xXeon EM64T 3.2 GHz 2 GB RAM) сеть: Infiniband (PCI-Express)/Gigabit Ethernet	наука и образование	180.3	230.4	T-Платформы
7	Снежинск ООО "Стрела" 2004 г.	кластер	40	узлов: 20 (2xPentium IV 2.8 GHz 1 GB RAM) сеть: InfiniBand/Fast Ethernet	наука и образование	118	224	собственная сборка
8	Москва НИВЦ МГУ 2003 г.	кластер	32	узлов: 16 (2xXeon 2.6 GHz 2 GB RAM) сеть: SCI/Fast Ethernet/СКИФ-ServNet	наука и образование	104.3	166.4	собственная сборка
9	Москва МЦЦ РАН	SMP	64	HP SuperDome PA-8600 550 MHz	наука и образование	99.2	141	Hewlett-Packard
10	Москва T-Платформы	кластер	32	узлов: 16 (2xOpteron 244 1.8 GHz 2 GB RAM) сеть: Gigabit Ethernet/Gigabit Ethernet	исследования	73	115	T-Платформы

TOP50: первые 10 среди ВУЗов

10

TOP 50: Производительность по тесту LINPACK - Microsoft Internet Explorer

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка



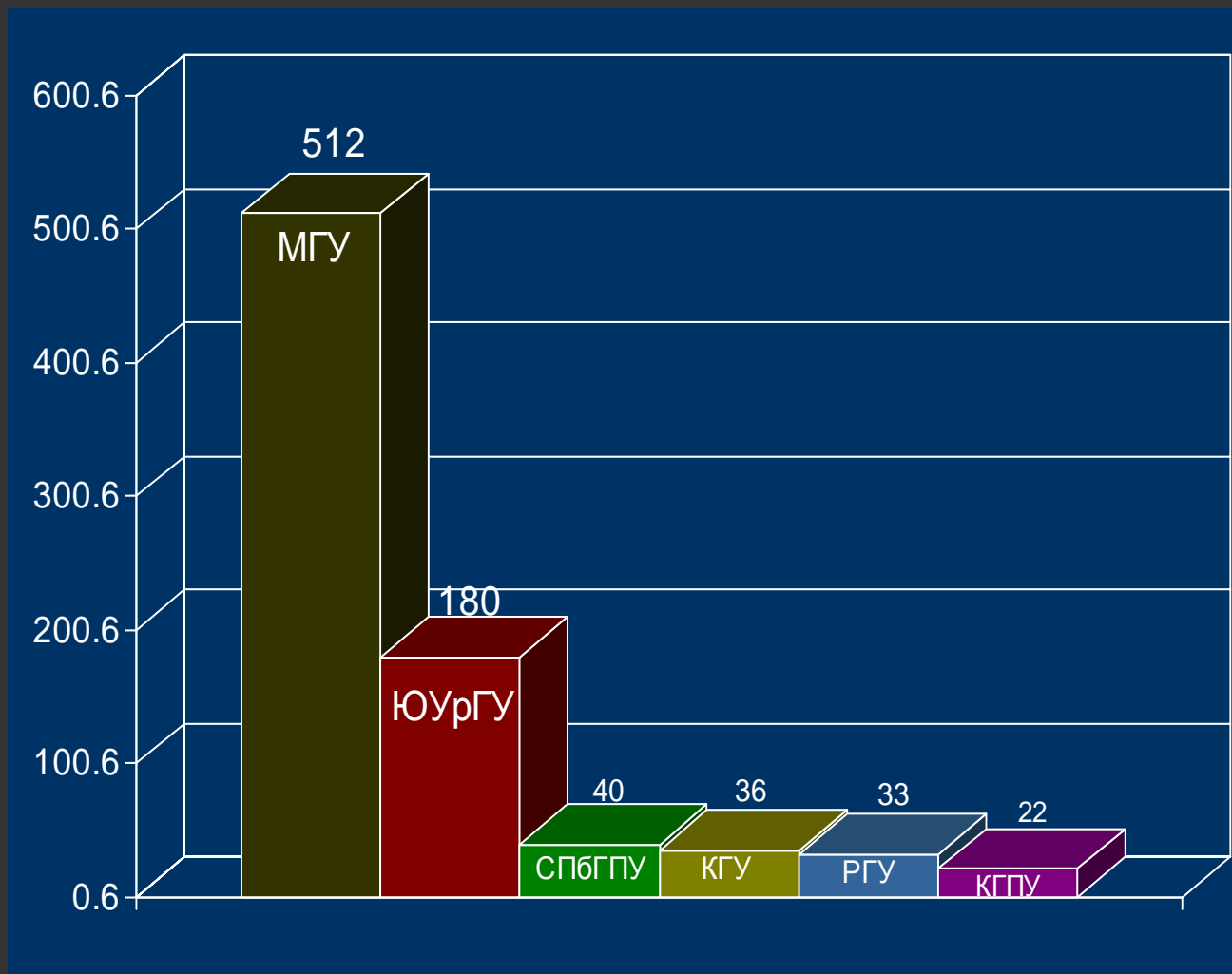
Первые 10 ВУЗов (производительность по тесту LINPACK)

N	Организация	Тип	Кол-во CPU	Архитектура (тип процессора / сеть)	Область применения	Производительность		Разработчик
						Linpack	Пиковая	
1	Москва МГУ 2004 г.	кластер	160	узлов: 80 (2xOpteron 248 2.2 GHz 4 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/Fast Ethernet	наука и образование	512	704	Hewlett-Packard
2	Челябинск ЮУрГУ 2004 г.	кластер	36	узлов: 18 (2xXeon EM64T 3.2 GHz 2 GB RAM) сеть: Infiniband (PCI-Express)/Gigabit Ethernet	наука и образование	180.3	230.4	T-Платформы
3	Москва МГУ 2003 г.	кластер	32	узлов: 16 (2xXeon 2.6 GHz 2 GB RAM) сеть: SCI/Fast Ethernet/СКИФ-ServNet	наука и образование	104.3	166.4	собственная сборка
4	Санкт-Петербург СПбГПУ	кластер	16	узлов: 8 (2xOpteron 2 GB RAM) сеть: 2xGigabit Ethernet	наука и образование	40	57.5	собственная сборка
5	Краснодар КГУ 2004 г.	кластер	16	узлов: 8 (2xAthlon MP 2400+ 2 GHz 1 GB RAM) сеть: Myrinet 2000/Fast Ethernet	исследования	35.54	64	ИСП РАН, С.I.Technology
6	Ростов-на-Дону РГУ 2003 г.	кластер	10	узлов: 10 (Pentium IV 2.4 GHz 512 MB RAM) сеть: Gigabit Ethernet/Fast Ethernet	наука и образование	32.6	48	собственная сборка
7	Москва МГУ	кластер	82	узлов: 18 (2xPentium III 850 MHz 1 GB RAM) узлов: 23 (2xPentium III 1 GHz 1 GB RAM) сеть: Fast Ethernet	наука и образование	32.2	76.6	собственная сборка
8	Москва МГУ 2002 г.	кластер	16	узлов: 8 (2xAthlon MP 1800+ 1.5 GHz 1 GB RAM) сеть: SCI/Fast Ethernet/СКИФ-ServNet	наука и образование	29.31	49	НИИМех МГУ, СКИФ
9	Красноярск КГПУ 2004 г.	кластер	8	узлов: 8 (Pentium IV 2.8 GHz 1 GB RAM) сеть: Gigabit Ethernet/Gigabit Ethernet	наука и образование	21.77	44.8	собственная сборка
10	Москва МГУ 2001 г.	кластер	32	узлов: 16 (2xPentium III 500 MHz 1 GB RAM) сеть: SCI/Fast Ethernet	наука и образование	10.7	16	собственная сборка

Готово

Интернет

Суперкомпьютерные мощности ВУЗов СНГ по тесту Linpack (GFlops)



КПД первой десятки СНГ

12

TOP 50: Первые 10 в СНГ - Microsoft Internet Explorer

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка



Первые 10 в СНГ (производительность по тесту LINPACK)

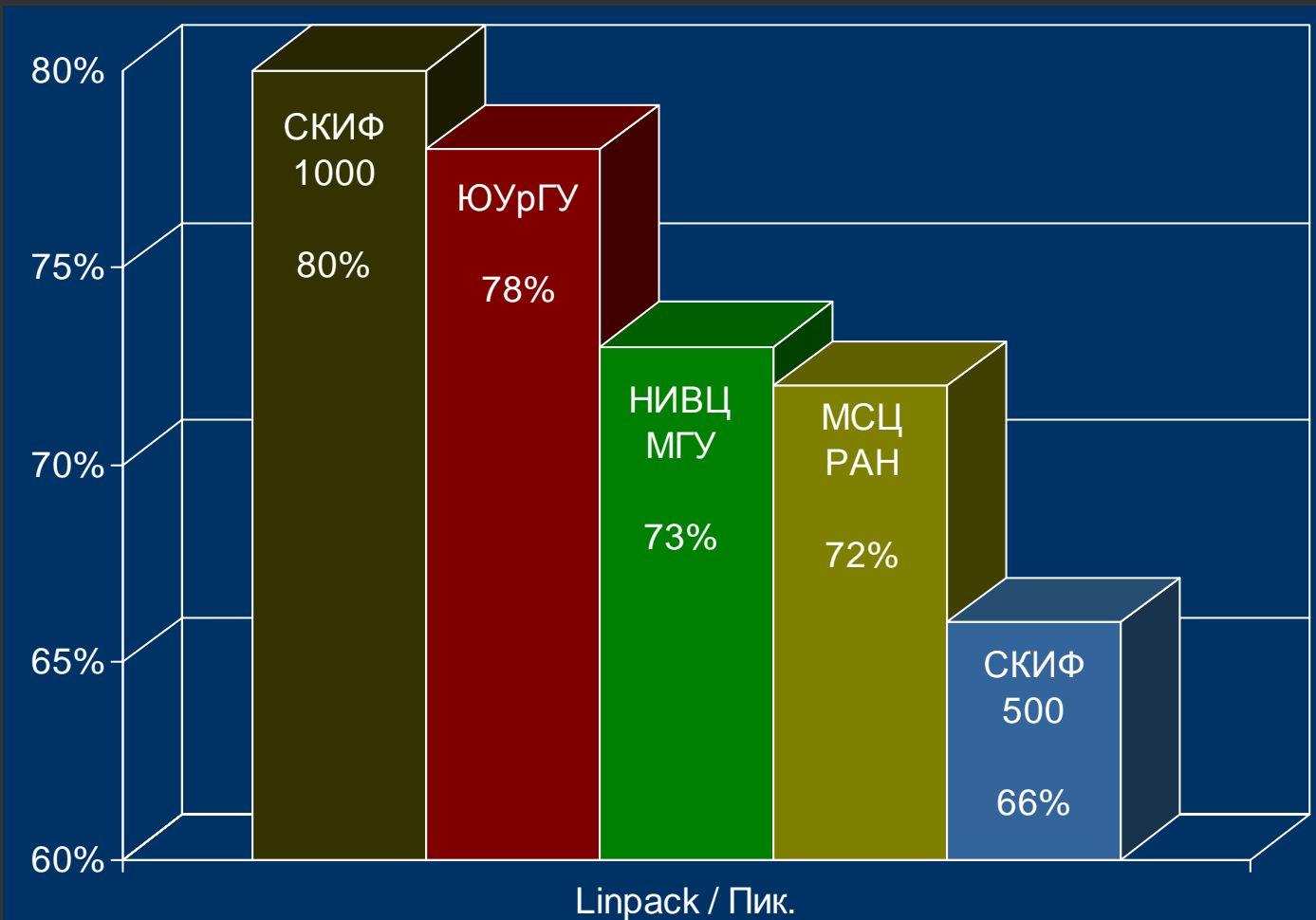
N	Организация	Тип	Кол-во CPU	Архитектура (тип процессора / сеть)	Производительность		КПД ₁ (Linpack/ Пиковая)	КПД ₂ (Linpack/ Кол-во CPU)	Разработчик
					Linpack	Пиковая			
1	Минск <u>ОИПИ НАНБ</u> 2004 г.	кластер	576	узлов: 288 (2xOpteron 248 2.2 GHz 4 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/СКИФ-ServNet	2032	2534.4	80%	3.5	СКИФ (Т-Платформы)
2	Москва <u>МЦЦ РАН</u> 2004 г.	кластер	336	узлов: 168 (2xPowerPC 970 1.6 GHz 4 GB RAM) сеть: Myrinet/2xGigabit Ethernet	1401	2150.4	65%	4.2	ФГУП "Квант", ИПМ РАН, МСЦ
3	Москва <u>МЦЦ РАН</u> 2001 г.	кластер	768	узлов: 384 (2xAlpha 21264A 766 MHz 1 GB RAM) сеть: Myrinet 2000/Fast Ethernet	734.6	1024	72%	1	ФГУП "Квант", ИПМ РАН, МСЦ
4	Москва <u>НИВЦ МГУ</u> 2004 г.	кластер	160	узлов: 80 (2xOpteron 248 2.2 GHz 4 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/Fast Ethernet	512	704	73%	3.2	Hewlett-Packard
5	Ереван <u>ИГИА НАН РА</u> 2004 г.	кластер	128	узлов: 64 (2xXeon 3 GHz 1 GB RAM) сеть: Myrinet/Gigabit Ethernet	483.6	783.36	62%	3.8	ИГИА НАН РА, ИСП РАН, С.I.Technology
6	Минск <u>ОИПИ НАНБ</u> 2003 г.	кластер	128	узлов: 64 (2xXeon 2.8 GHz 2 GB RAM) сеть: SCI/Gigabit Ethernet/СКИФ-ServNet	475.3	716.8	66%	3.7	СКИФ (Т-Платформы)
7	Москва <u>СберБанк</u> 2003 г.	SMP	256	HP SuperDome PA-RISC 750 MHz	438.6	768	57%	1.7	Hewlett-Packard
8	Москва <u>НИЦЭВТ</u> 2003 г.	кластер	72	узлов: 36 (2xXeon 2.8 GHz 2 GB RAM) сеть: SCI/Gigabit Ethernet	253	403.2	63%	3.5	СКИФ, ОАО "НИЦЭВТ"
9	Челябинск <u>ЮУрГУ</u> 2004 г.	кластер	36	узлов: 18 (2xXeon EM64T 3.2 GHz 2 GB RAM) сеть: Infiniband (PCI-Express)/Gigabit Ethernet	180.3	230.4	78%	5	Т-Платформы
10	Снежинск <u>ООО "Стрела"</u> 2004 г.	кластер	40	узлов: 20 (2xPentium IV 2.8 GHz 1 GB RAM) сеть: InfiniBand/Fast Ethernet	118	224	52%	3	собственная сборка

Готово

Интернет

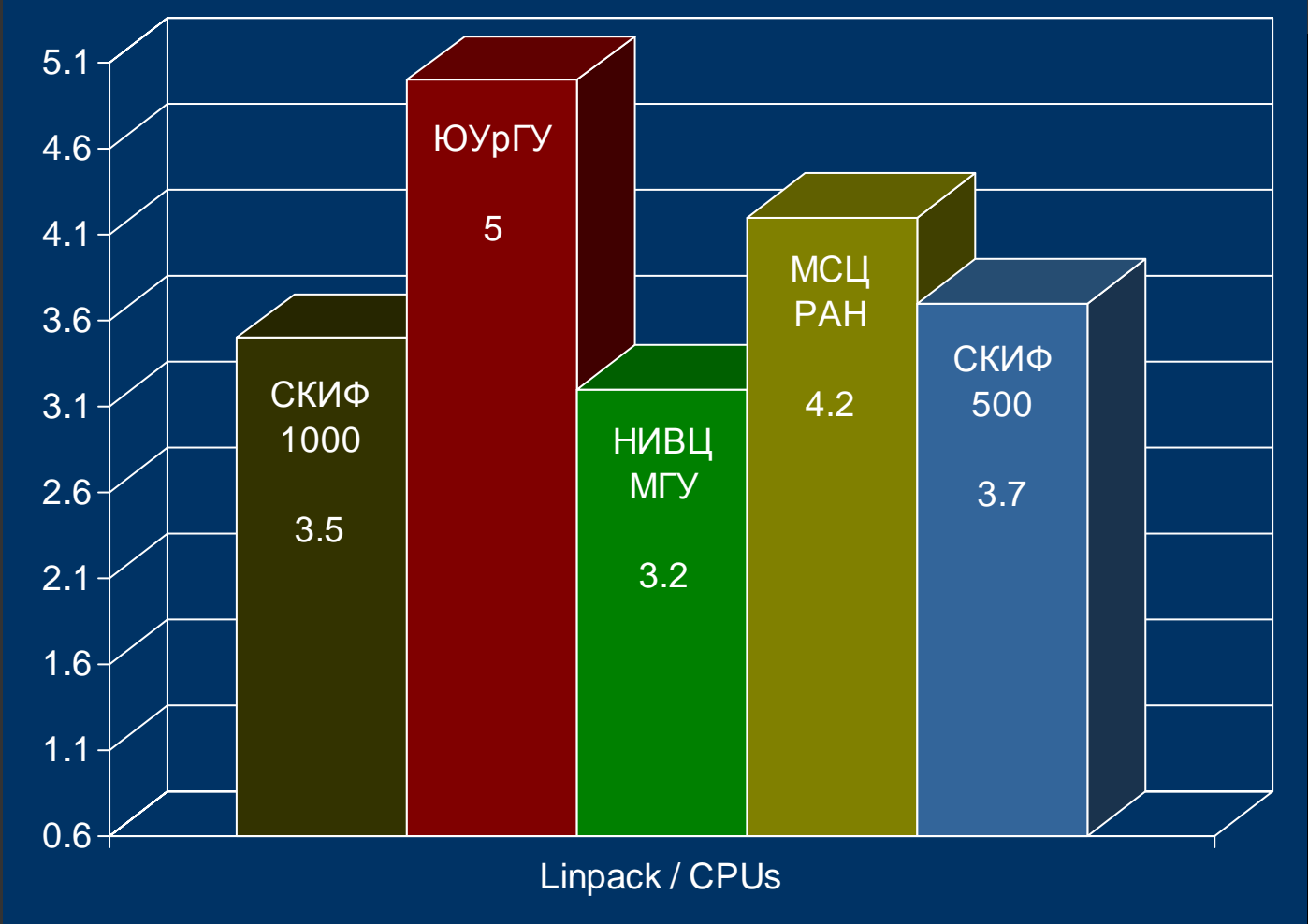
КПД₁

$$\text{КПД}_1 = \frac{\text{Произв-ть на LINPACK}}{\text{Пиковая произв-ть}}$$

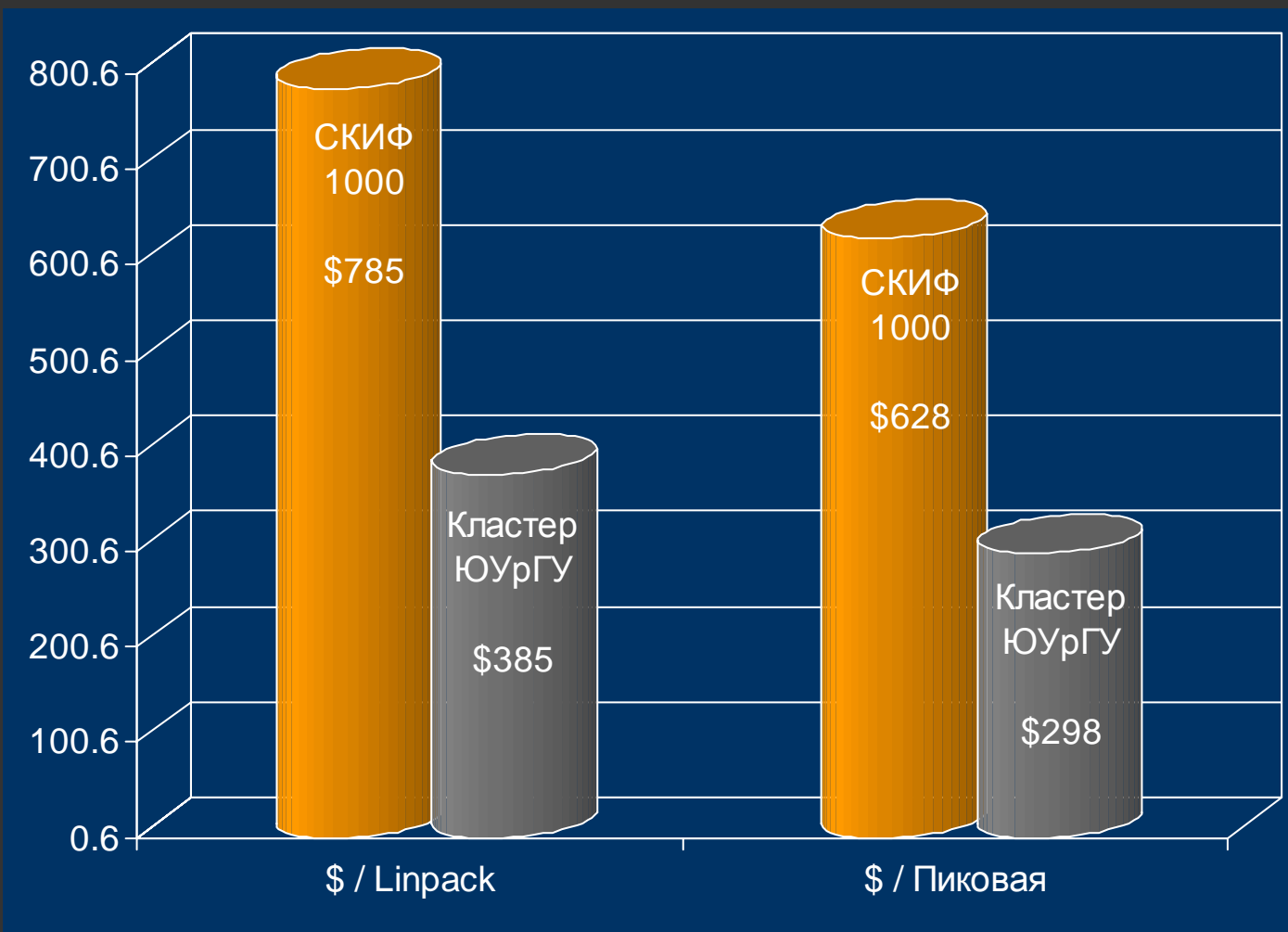


КПД₂

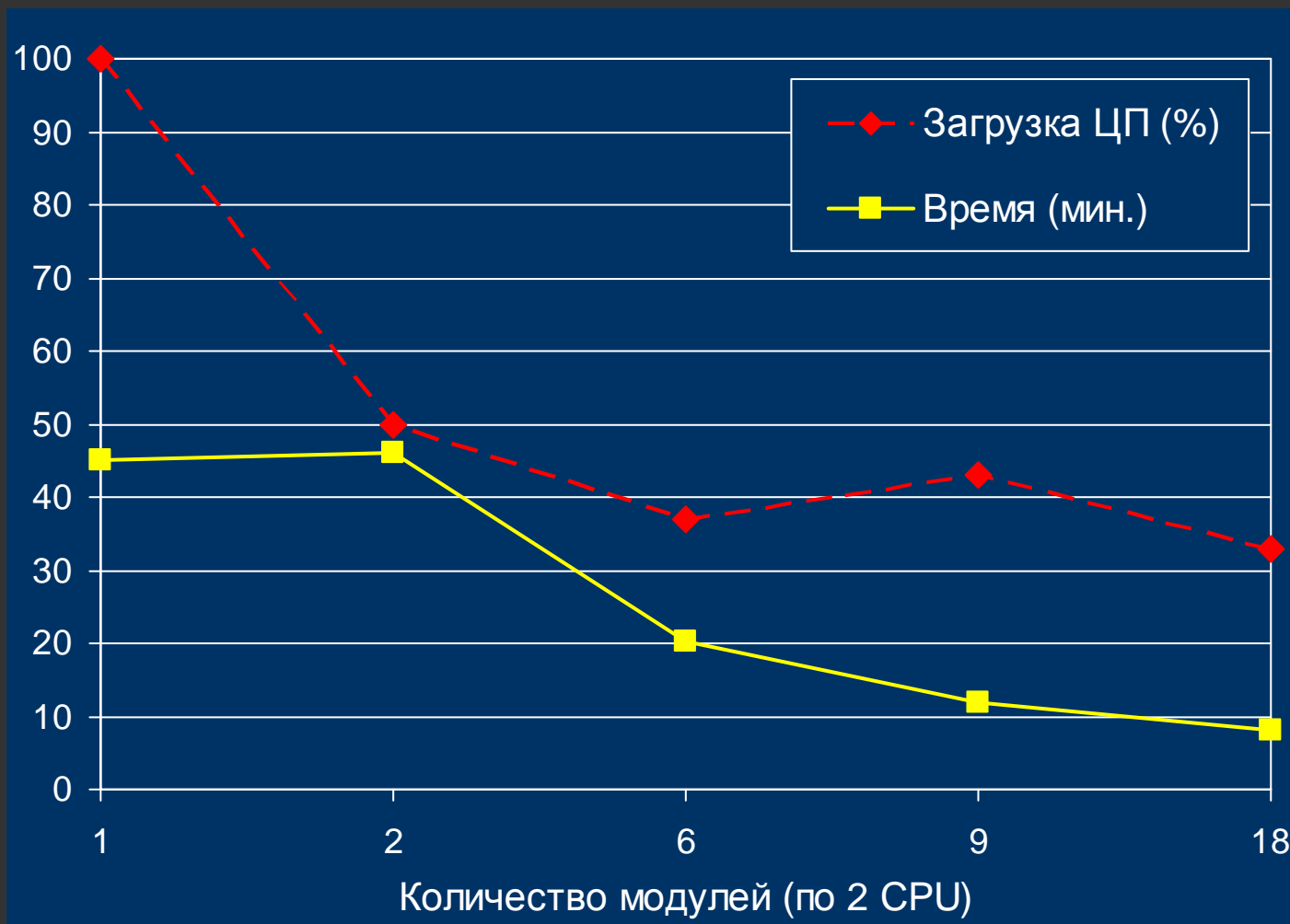
$$\text{КПД}_2 = \frac{\text{Произв-ть на LINPACK}}{\text{Кол-во процессоров}}$$



Цена за 1 GFlops



Масштабирование кластера на реальной задаче



Определение зонной структуры трехмерного фотонного кристалла

Базовое программное обеспечение

- **SUSE Linux Enterprise Server 9**
- **Библиотека MPI MVAPICH v0.9.4**
- **Компиляторы *Intel C, C++, Fortran* с поддержкой EM64T v8.1**
- **Библиотека линейной алгебры Goto BLAS library**

Система управления заданиями Cleo

Назначение

Управление запуском задач на вычислительном кластере

Основные функции

- Автоматически распределяет вычислительные ресурсы между задачами
- Управляет порядком запуска задач
- Управляет временем работы задач
- Поддерживает несколько очередей задач одновременно
- Отображает информацию о состоянии очередей
- Поддерживает четыре стратегии выбора процессоров для задач
- Поддержка политики пользователей

Решаемые задачи

Кластер Infinity ориентирован на решение широкого спектра научных задач, в т.ч.:

- разработка параллельных систем баз данных;
- моделирование наноструктур и наноматериалов;
- решение задач тепло-массообмена и газовой динамики;
- разработка параллельных методов симплектического интегрирования в задачах динамической астрономии;
- решение задач линейного программирования большой размерности;
- решение математических задач с большим объемом символьных вычислений;
- моделирование структур и свойств материалов методом первопринципной молекулярной динамики;
- расчет структур фотонных кристаллов;
- решение нелинейных многомерных интегральных уравнений методом регуляризации;
- моделирование свойств конструкционных материалов;
- решение физико-химических проблем многофазного взаимодействия;
- приложения задач электродинамики.

ВВК ЮУрГУ также используется для обучения студентов ЮУрГУ передовым параллельным вычислительным технологиям.

Интернет-ресурсы

- <http://www.t-platforms.ru/> - Компания «Т-Платформы»
- <http://parallel.ru/> - Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям Parallel.ru
- <http://computer.susu.ru/> - Кафедра системного программирования ЮУрГУ
- <http://parallel.susu.ru/> - Лаборатория параллельных вычислений ЮУрГУ
- <http://cluster.susu.ru/> - Кластер Infinity
- <http://computer.susu.ru/PaVT/> - Семинар "Параллельные вычислительные технологии"

Развитие кластера Infinity

- **Кондиционер**
- **Наращивание процессорной мощности до 64 процессоров**
 - Пиковая пр-ть: 409
 - Реальная пр-ть: 387
- **Блоки бесперебойного питания**
- **Хост-машина**
- **LS-Dina и др. спец. ПО**

PCNEWS.RU

Кластер T-Edge36 **Infinity** является сбалансированным коммерческим решением, уникальным по концентрации передовых технологий и позволяющим вести научные исследования на самом высоком мировом уровне.