



*Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова  
Нижегородский государственный университет  
имени Н.И.Лобачевского*



## ***Подготовка специалистов для работы в параллельном мире***

*Воеводин В.В., чл.корр.РАН, проф., МГУ им. М.В.Ломоносова  
Гергель В.П., д.т.н., проф., ННГУ им. Н.И. Лобачевского,*

*Попова Нина Николаевна, к.ф.м.н., МГУ им. М.В.Ломоносова*



**Четвертый Московский Суперкомпьютерный Форум,  
Москва, 23 октября 2013 года**



*Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова  
Нижегородский государственный университет  
имени Н.И.Лобачевского*



## ***Подготовка специалистов для работы в параллельном мире:***

*текущее состояние,  
актуальные задачи,  
экзафлопсный вызов.*



**Четвертый Московский Суперкомпьютерный Форум,  
Москва, 23 октября 2013 года**



# Проект “Суперкомпьютерное образование” Комиссии при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России 2010 – 2012 гг.

Головной исполнитель: **Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова**

Руководитель работ: ректор МГУ, академик В.А.Садовничий

Соисполнители проекта:

- **Национальные исследовательские университеты: Нижегородский государственный университет, Томский государственный университет, Южно-Уральский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики**
- **Федеральные университеты: Южный и Дальневосточный**
- **Московский физико-технический институт (государственный университет)**
- **члены Суперкомпьютерного консорциума университетов России**

Исполнители проекта: более **600** человек, **63** университета.





## Задачи проекта

**Задача 1.** Создание национальной сети научно-образовательных центров суперкомпьютерных технологий.

**Задача 2.** Разработка учебно-методического обеспечения системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в области суперкомпьютерных технологий.

**Задача 3.** Реализация образовательных программ подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в области суперкомпьютерных технологий.

**Задача 4.** Развитие интеграции фундаментальных и прикладных исследований и образования в области суперкомпьютерных технологий. Взаимодействие с РАН, промышленностью, бизнесом.

**Задача 5.** Расширение международного сотрудничества в создании системы суперкомпьютерного образования.

**Задача 6.** Разработка и реализации системы информационного обеспечения общества о достижениях в области суперкомпьютерных технологий.

*Результаты выполнения проекта.*  
*Национальная Система Научно-образовательных центров  
суперкомпьютерных технологий (НОЦ СКТ)*



*Система НОЦ СКТ: 8 центров в 7 федеральных округах России.*

## Результаты выполнения проекта.

### Свод знаний и умений в области суперкомпьютерных технологий

Основные 5 разделов верхнего уровня Свода знаний и умений:

1. Математические основы параллельных вычислений.
2. Параллельные вычислительные системы (компьютерные основы).
3. Технологии параллельного программирования (основы программной инженерии).
4. Параллельные алгоритмы решения задач.
5. Параллельные вычисления, большие задачи и конкретные предметные области.

Число разделов первых трех уровней Свода Знаний и умений – 200, число базовых понятий Свода – более 400.

Структура Свода согласована с рекомендациями международных профессиональных сообществ ACM и IEEE Computer Society.



# Результаты выполнения проекта. Серия книг "Суперкомпьютерное образование" (бакалавриат, магистратура, аспирантура)

признана победителем на национальном конкурсе "Книга года"-2013  
в номинации "Учебник XXI века".



Всего в серии – более **25** книг российских и зарубежных авторов.

Бесплатное распространение по университетам



## **Результаты выполнения проекта.**

### **Система конференций и молодежных школ в области суперкомпьютерных технологий**

#### **Научные конференции:**

- Международная научная конференция “Параллельные вычислительные технологии”, март,
- Международная суперкомпьютерная конференция “Научный сервис в сети Интернет”, сентябрь, Абрау-Дюрсо,
- Международная научная конференция “Высокопроизводительные вычисления на кластерных системах”, ноябрь, Нижний Новгород,

#### **Молодежные научные школы:**

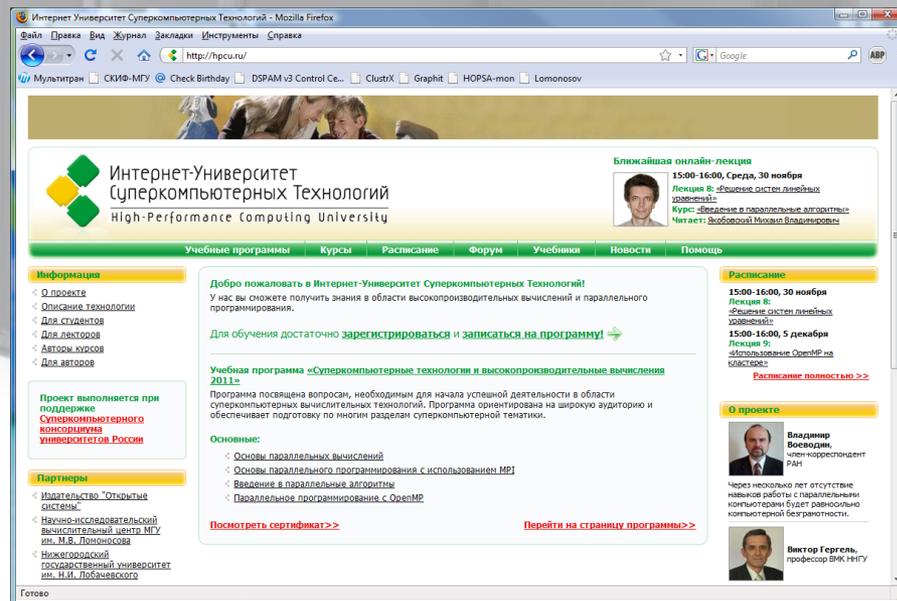
- Февраль, САФУ, г.Архангельск,
- Апрель, СПбГУ ИТМО, г.Санкт-Петербург,
- Июль, МГУ имени В.М.Ломоносова, г.Москва,
  - **Летняя Суперкомпьютерная Академия**
- Август, МФТИ, г.Москва,
- Ноябрь, ННГУ, г.Нижний Новгород,
- Декабрь, ТГУ, г.Томск.

# Результаты выполнения проекта.

## Реализация образовательных программ с активным использованием технологий дистанционного обучения

Интернет-университет суперкомпьютерных технологий (<http://hpcu.ru>, ННГУ)

- Прошли обучение - **251** человек,
- Слушатели из **100** городов России.



Интернет-Университет Суперкомпьютерных Технологий  
High-Performance Computing University

Ближайшая онлайн-лекция  
15:00-16:00, Среда, 30 ноября  
Лекция №: «Решение систем линейных уравнений»  
Курс: «Введение в параллельные алгоритмы»  
Читает: [Викторий Михаил Владимирович](#)

Учебные программы Курсы Расписание Форум Учебники Новости Помощь

**Информация**  
О проекте  
Описание технологий  
Для студентов  
Для лекторов  
Авторы курсов  
Для авторов

Проект выполняется при поддержке Суперкомпьютерного консорциума университетов России

**Партнеры**  
Издательство "Открытая система"  
Институт системных исследований вычислительной математики РАН им. М.В. Ломоносова  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Добро пожаловать в Интернет-Университет Суперкомпьютерных Технологий!  
У нас вы можете получить знания в области высокопроизводительных вычислений и параллельного программирования.  
Для обучения достаточно зарегистрироваться и записаться на программу! →

Учебная программа «Суперкомпьютерные технологии и высокопроизводительные вычисления 2011»  
Программа посвящена вопросам, необходимым для начала успешной деятельности в области суперкомпьютерных вычислительных технологий. Программа ориентирована на широкую аудиторию и обеспечивает подготовку по многим разделам суперкомпьютерной тематики.

Основные:  
Основа параллельных вычислений  
Основа параллельного программирования с использованием MPI  
Введение в параллельные алгоритмы  
Параллельное программирование с OpenMP

Посмотреть сертификат >>> [Перейти на страницу программы >>>](#)

**Расписание**  
15:00-16:00, 30 ноября  
Лекция №: «Решение систем линейных уравнений»  
15:00-16:00, 5 декабря  
Лекция №: «Использование OpenMP на кластерах»  
[Расписание полностью >>>](#)

**О проекте**  
 Владимир Воскресенский, член-корреспондент РАН  
Через несколько лет отсутствие навыков работы с параллельными компьютерами будет равносильно компьютерной безграмотности.  
 Виктор Гергель, профессор ВМК ННГУ

Готово



# Результаты выполнения проекта. Расширение международного сотрудничества в рамках создания системы подготовки кадров в области СКТ



J. Dongarra



D. Kirk



M. Kagan



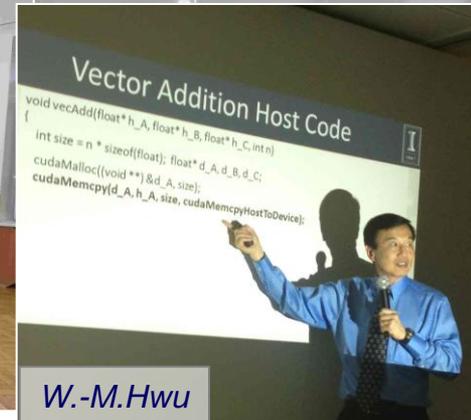
A. Semin



B. Mohr



T. Sterling



W.-M. Hwu

# Основные результаты проекта

- Создана национальная Система научно-образовательных центров суперкомпьютерных технологий: **8** НОЦ в **7** федеральных округах России,
- Разработан **Свод** знаний и умений (профессиональных компетенций) в области суперкомпьютерных технологий,
- Выработаны предложения по расширению федерального государственного образовательного стандарта третьего поколения по направлениям «Прикладная математика и информатика» и «Математика»,
- Вовлечено в проект **63** университета,
- Обучение начального уровня по суперкомпьютерным технологиям прошли **1824** человека, **45** вузов из **34** городов России,
- Реализованы программы повышения квалификации профессорско-преподавательского состава: **166** человек из **43** организаций России,
- Прошли подготовку с использованием технологий дистанционного обучения: **251** человек из **100** городов России,
- Подготовлено, издано и передано в **63** университета более **7000** книг серии СКО,
- Разработаны новые и расширены существующие учебные курсы: **37** курсов,
- Выполнена подготовка в области суперкомпьютерных технологий в рамках специальных групп: **18** спецгрупп, **427** человек,
- Заключено соглашений о сотрудничестве в области СКТ: **69** с российскими и **47** с зарубежными организациями, к работе в рамках проекта привлечены **24** ведущих зарубежных ученых,
- ...

# Анализ текущего состояния Суперкомпьютерного образования в университетах России

*Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского*

*Томский государственный университет*

*Уфимский государственный авиационный технический университет*

*МГУ имени М.В.Ломоносова (Физический факультет)*

*ПНИПУ*

*Новосибирский государственный университет (национальный исследовательский университет)*

*ФГБОУ ВПО "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики"*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (факультет ВМК)*

*Северо-Кавказский Горно-металлургический Институт*

*Пермский государственный национальный исследовательский университет*

*Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" (НИЯУ МИФИ)*

*Оренбургский государственный университет*

*Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова*

*ФГБОУ ВПО <ЮУрГУ> (НИУ)*

*МФТИ*

*Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева*

*Тамбовский государственный технический университет*

# Анализ текущего состояния Суперкомпьютерного образования в университетах России

*Новосибирский государственный технический университет*

*Казанский федеральный университет*

*НИУ БелГУ*

*САФУ им. М.В.Ломоносова*

*Дальневосточный федеральный университет*

*ННГУ им. Н.И. Лобачевского*

*Южный федеральный университет (ЮФУ)*

*ФБГОУ ВПО "Вятский государственный университет"*

*МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Уральский федеральный университет*

*Тверской государственный технический университет*

*СПб Политехнический*

*Башкирский государственный университет*

*Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)*

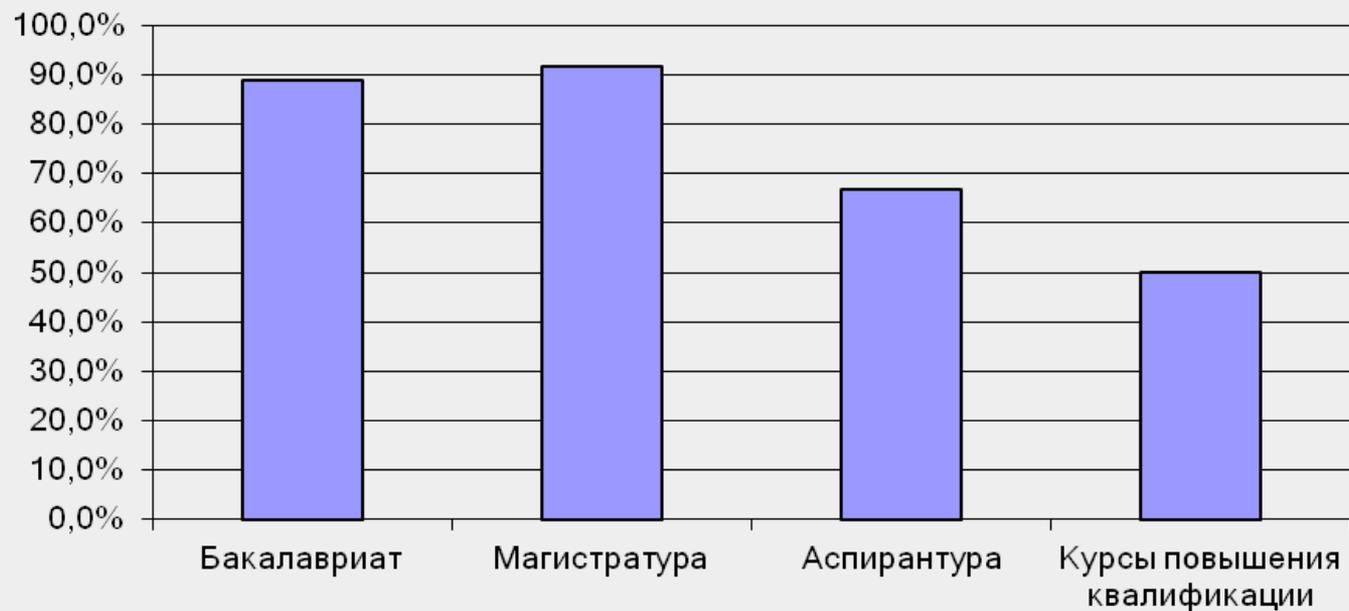
*Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ <БелГУ>)*

*Петрозаводский государственный университет*

*ФГАОУ ВПО Сибирский Федеральный Университет*

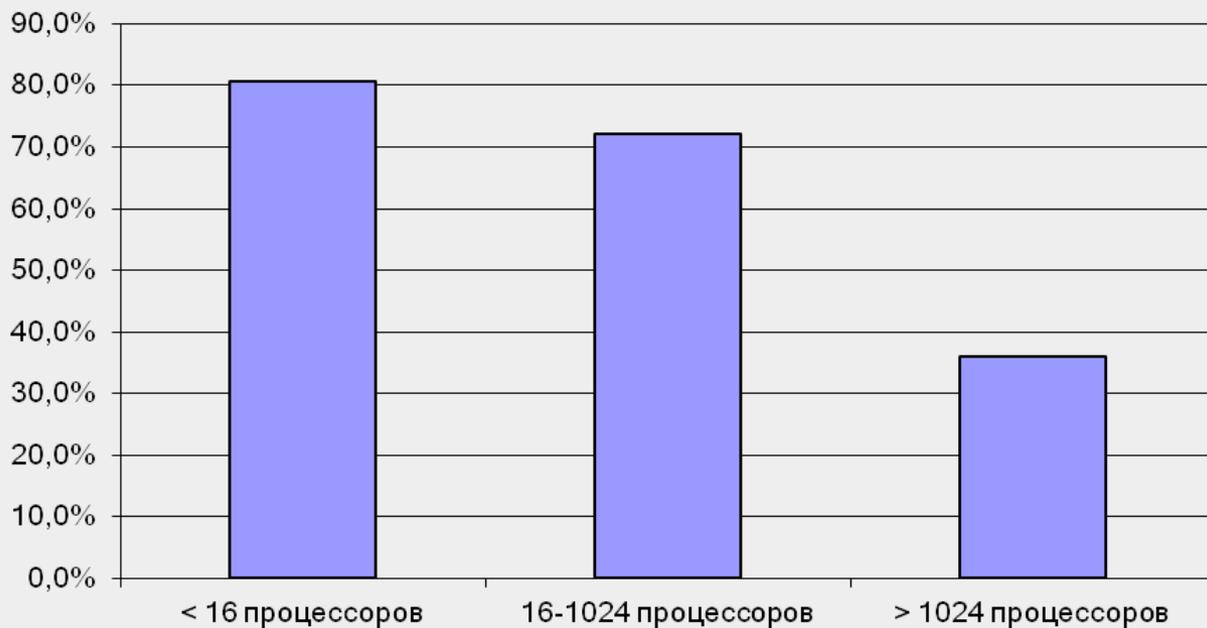
# Анализ текущего состояния Суперкомпьютерного образования в университетах России

На каких уровнях подготовки реализуются программы суперкомпьютерного образования?



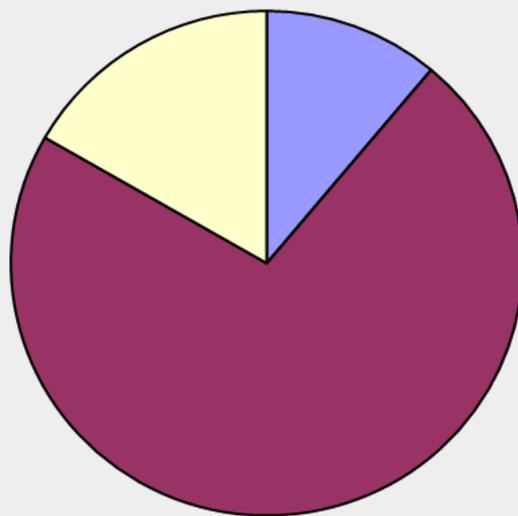
# Анализ текущего состояния Суперкомпьютерного образования в университетах России

Оцените количество студентов, ежегодно проходящих суперкомпьютерный практикум с использованием:



# Анализ текущего состояния Суперкомпьютерного образования в университетах России

Оцените, насколько привлекательными являются суперкомпьютерные технологии для студентов



4 ■ Очень привлекательны

26 ■ Привлекательны

6 □ Привлекательность  
следует увеличить

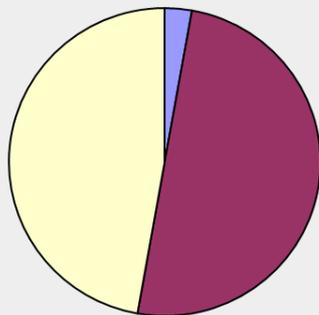
# Анализ текущего состояния Суперкомпьютерного образования в университетах России

*Оцените, насколько привлекательными являются суперкомпьютерные технологии для студентов, комментарии*

- Необходимость изучения программирования для многоядерных архитектур и GPGPU понимается, интерес к высокопроизводительным вычислениям мал, поскольку не понятна повседневная область их применения для широкой аудитории.*
- Необходимо: стимулировать междисциплинарные исследования; вести совместные с крупными работодателями исследования и разработки, требующие суперкомпьютерных технологий.*
- Необходимо повышать привлекательность СКТ среди работодателей в индустрии (промышленность).*
- Региональным рынком труда специалисты в области СКТ не востребованы.*
- Необходимо обучать технологиям параллельного программирования студентов младших курсов.*

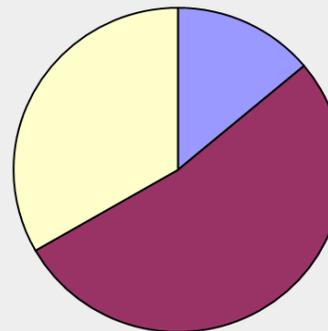
# Анализ текущего состояния Суперкомпьютерного образования в университетах России

Есть ли в Вашем университете совместные учебные программы с зарубежными университетами, куда входят курсы по тематике суперкомпьютерных технологий?



- Да
- Нет
- Нет, но планируем такие программы ввести

Читаются ли в Вашем университете курсы по тематике суперкомпьютерных технологий на английском языке?



- Да
- Нет
- Нет, но планируем такие курсы ввести

*Суперкомпьютерный консорциум университетов России  
МГУ имени М.В.Ломоносова*

## *Летняя Суперкомпьютерная Академия*

*24 июня – 6 июля, 2013  
МГУ имени М.В.Ломоносова*

- 113 слушателей: 60 — студенты и аспиранты,  
21 — кандидаты наук и 6 — докторов наук.*
- преподаватели: академики Б.Н.Четверушкин, А.Б.Куржанский,  
И.А. Соколов, чл–корр РАН В.В. Воеводин, Л.Н.Королев,  
Г.Г.Рябов, Е.Е. Тыртышников, профессора Т. Стерлинг (США),  
В.А.Крюков, А.Н.Томилин, М.Вольф (PGI, США), Б. Мор (Juelich,  
Германия), Р. Шагалиев, А. Семин (Intel), В. Опанасенко ("Т–  
Платформы") и многие другие.*

Суперкомпьютерный консорциум университетов России  
МГУ имени М.В.Ломоносова

## *Летняя Суперкомпьютерная Академия*

*24 июня – 6 июля, 2013*

### ***Трек для школьных учителей информатики:***

- большие задачи и суперкомпьютерные технологии,*
- параллельные методы: структура, параллелизм, сложность,*
- введение в параллельное программирование,*
- математическое моделирование и суперкомпьютеры,*
- практика, практика, практика.*





**СЛЕДУЮЩАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ЛЕТНЯЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНАЯ АКАДЕМИЯ**

**30 июня – 12 июля 2014 года**

**[academy.hpc-russia.ru](http://academy.hpc-russia.ru)**





# Суперкомпьютерные образовательные платформы МГУ



## Blue Gene/P

2048 nodes,  
27.8 TFlops



## "Lomonosov"

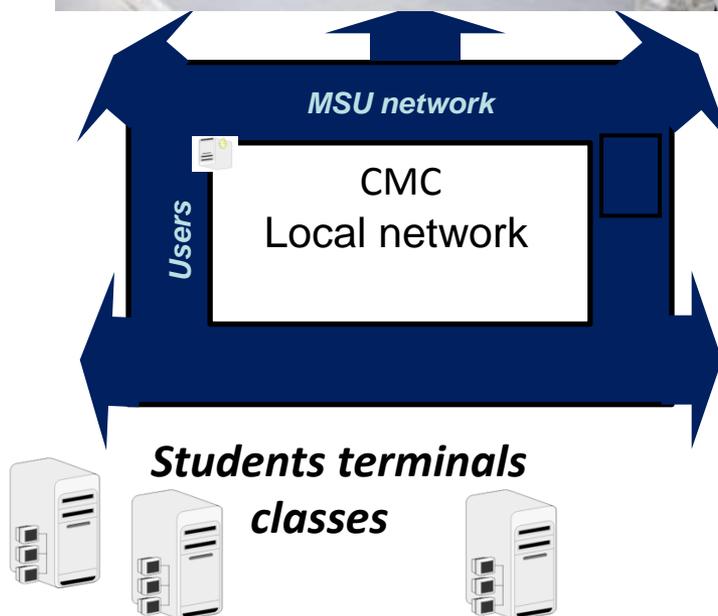
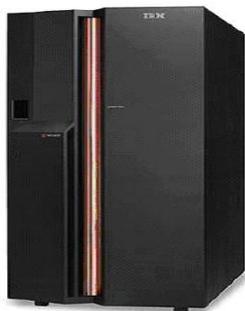
1,7 PFlops



## IBM pSeries 690

### Regatta

16 processors,



## SKIF

### "Chebyshev"

625 Intel-based cluster,

500 Tflops





# Суперкомпьютерное образование. Факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ



## **Учебные курсы в рамках основных учебных программ.**

- **Общий курс “Суперкомпьютеры и параллельная обработка данных”** (350чел), **обязательные лекционные курсы** в рамках специализаций по кафедрам.
- **Лекционно-практический курс «Суперкомпьютерные вычислительные технологии»** на 5-м курсе, **320 чел.**, суперкомпьютеры **BlueGene/P**, **Ломоносов**
- **Множество спецкурсов, спецсеминаров**
- **Специализированные практикумы**
- **Магистерская программа по высокопроизводительным вычислениям**
- **Научная работа студентов, выполнение курсовых и дипломных работ на суперкомпьютерах МГУ (из 1029 пользователей BlueGene/P 864 – студенты!)**

---

**Четвертый Московский Суперкомпьютерный Форум,  
Москва, 23 октября 2013 года**



# Суперкомпьютерное образование. Факультет Вычислительной математики и Кибернетики МГУ



Лекционный курс Дж. Донгарры “Exascale Computing Technologies”  
(англ.язык) для студентов и магистрантов. Октябрь – декабрь 2013 г.



Четвертый Московский Суперкомпьютерный Форум,  
Москва, 23 октября 2013 года

# Суперкомпьютерное образование.

## Эксафлопсный вызов.

По материалам лекции Д.Донгарры



Systems	2013 Tianhe-2	2020-2022	Difference Today & Exa
System peak	55 Pflop/s	1 Eflop/s	~20x
Power	18 MW (3 Gflops/W)	~20 MW (50 Gflops/W)	O(1) ~15x
System memory	1.4 PB (1.024PB CPU + .384PB CoP)	32 - 64 PB	~50x
Node performance	3.43 TF/s (.4 CPU +3 CoP)	1.2 or 15TF/s	O(1)
Node concurrency	24 cores CPU + 171 cores CoP	O(1k) or 10k	~5x - ~50x
Node Interconnect BW	6.36 GB/s	200-400GB/s	~40x
System size (nodes)	16,000	O(100,000) or O(1M)	~6x - ~60x
Total concurrency	3.12 M 12.48M threads (4/core)	O(billion)	~100x
MTTF	Few / day	Many / day	O(?)

Четвертый Московский Суперкомпьютерный Форум,  
Москва, 23 октября 2013 года



# Параллельное образование. Актуальные задачи.



- Внедрение параллельных технологий в основные учебные программы всех уровней.
- Взаимодействие с индустрией
- Подготовка учебных пособий по параллельным технологиям для школьной информатики.
- Подготовка школьных учителей.
- Разработка новых учебных курсов и практикумов по суперкомпьютерному моделированию с учетом экзафлопсного вызова.
- Интеграция в мировой образовательный процесс по суперкомпьютерным технологиям.

**Четвертый Московский Суперкомпьютерный Форум,  
Москва, 23 октября 2013 года**

# Впереди – экзафлопсы!



**Четвертый Московский Суперкомпьютерный Форум,  
Москва, 23 октября 2013 года**