

VI Международная молодежная научно-практическая школа
“Высокопроизводительные вычисления на GRID системах”

Вездесущий параллелизм: от архитектуры компьютеров до структуры алгоритмов

Воеводин Вл.В.

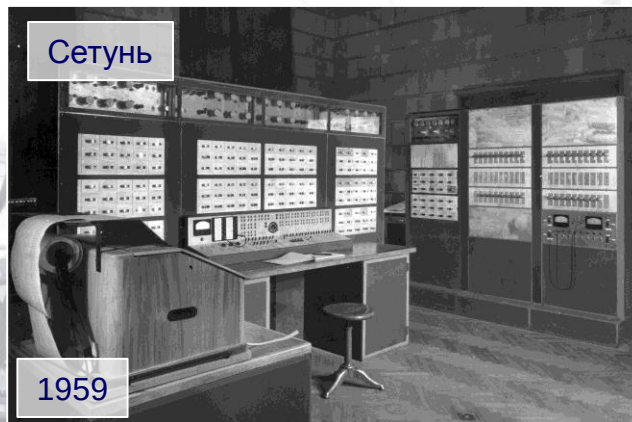
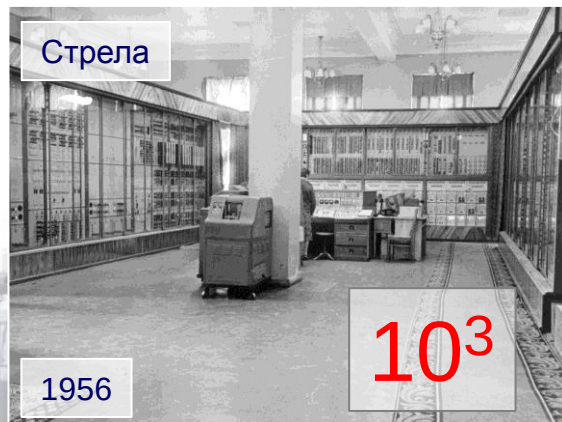
чл.-корр. РАН, профессор

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

voevodin@parallel.ru

САФУ, 9 февраля 2015 г.

Компьютерный путь Московского университета (с 1956 г. до наших дней)

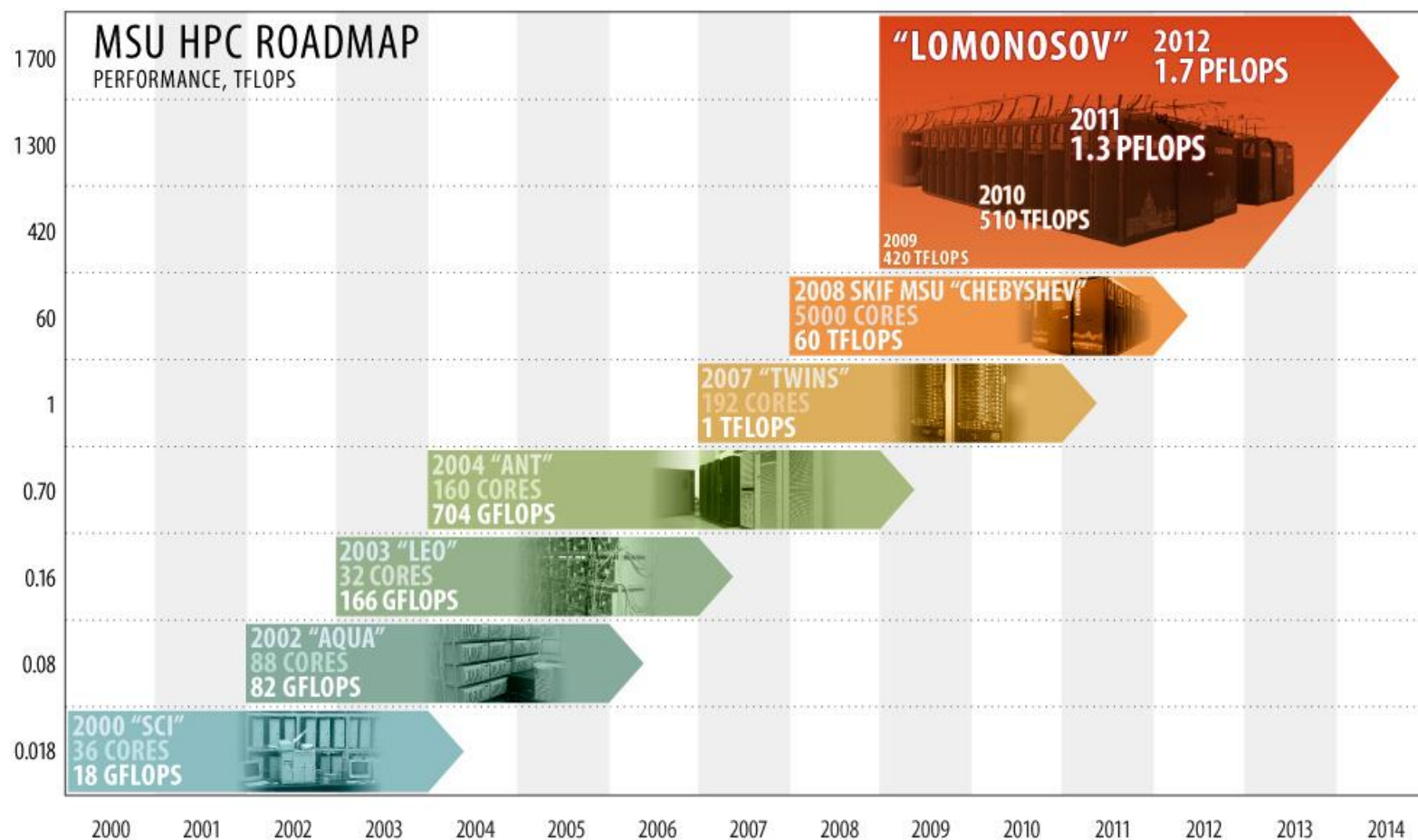


2000 год ...

(24 CPUs, Intel P-III/500 MHz, SCI network, 8 m² , 12 Gflops)



Суперкомпьютерное развитие МГУ



... и сейчас

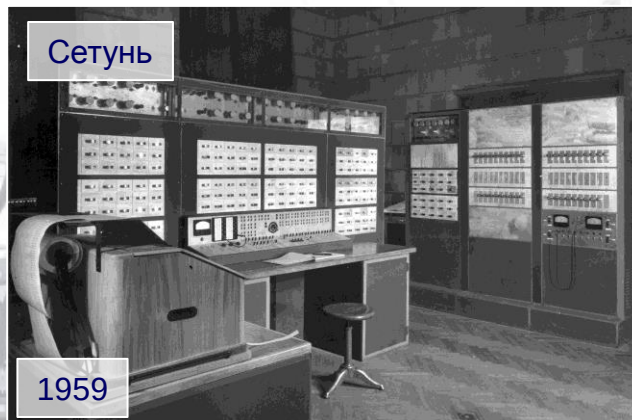
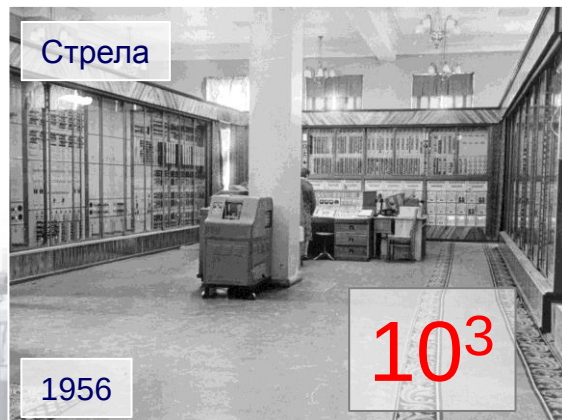
(52000+ Intel cores, 2130 NVIDIA GPUs, QDR IB, 1000 m² , 1.7 Pflops)



M.V.Lomonosov
1711 – 1765



Компьютерный путь Московского университета (с 1956 г. до наших дней)



Вычислительная наука везде:
более **20** подразделений МГУ
являются пользователями
суперкомпьютерного комплекса.



10^{15}

2009

Суперкомпьютерный комплекс МГУ

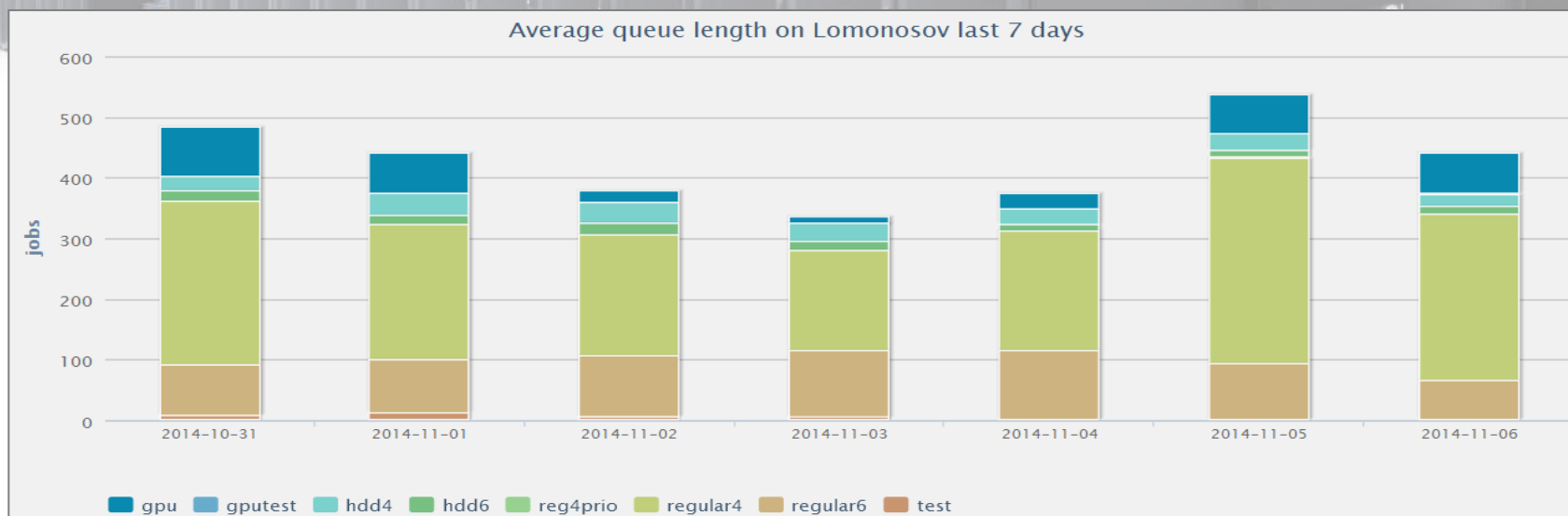
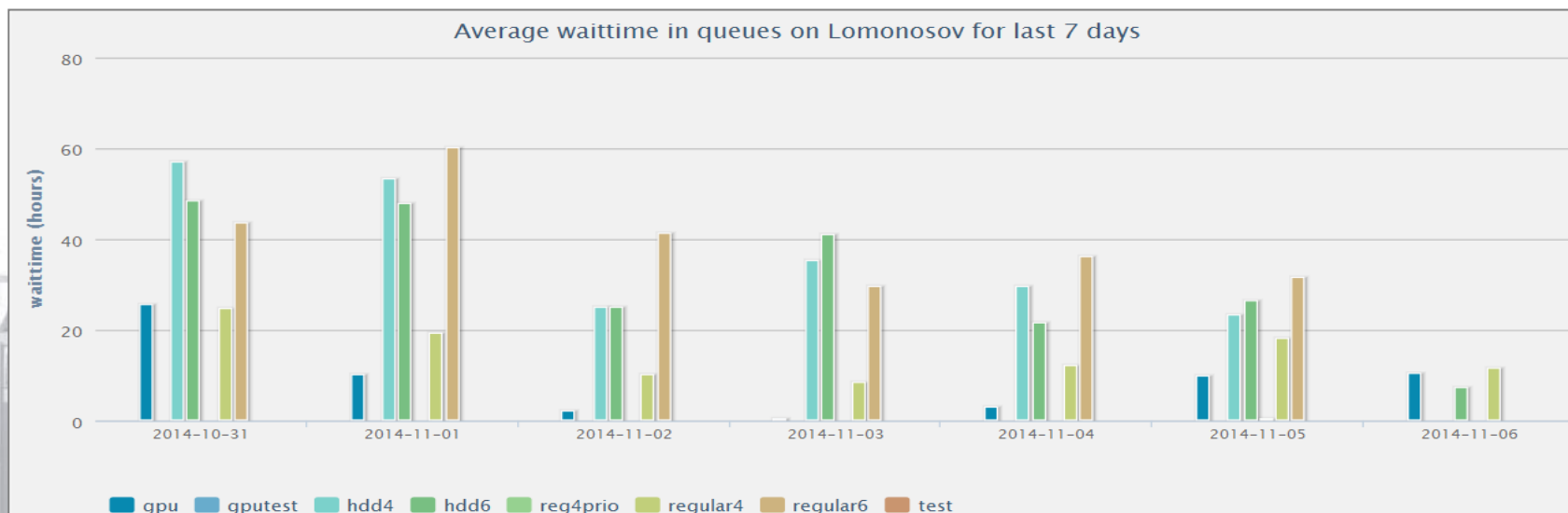
Пользователи – более 1200:

- первичная регистрация,
- Help Desk,
- массовое заведение групп пользователей (практикумы, школы, академия, ФПК...).

Проекты – более 400:

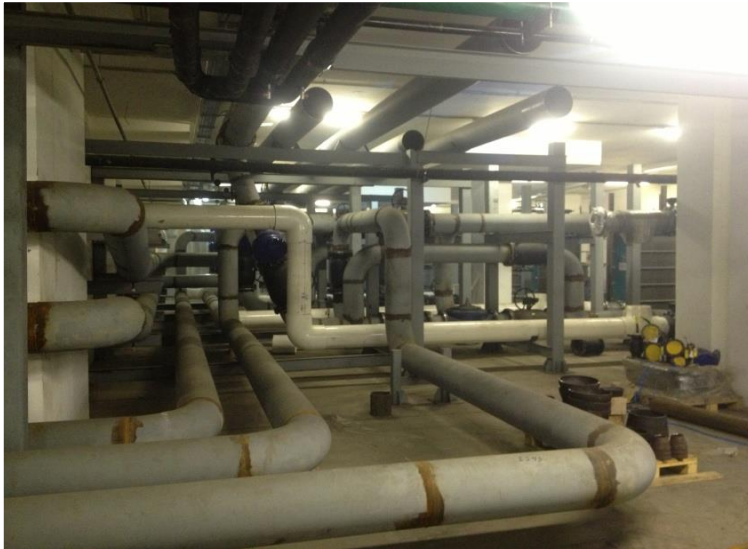
- пользователи, квоты, лицензии, приоритеты
- ежегодная отчетная кампания: экспертиза отчетов, критерии и оценка результатов работы (!!!)

Ежедневный отчет о структуре потока задач (время ожидания и число заданий в очереди: СК "Ломоносов")

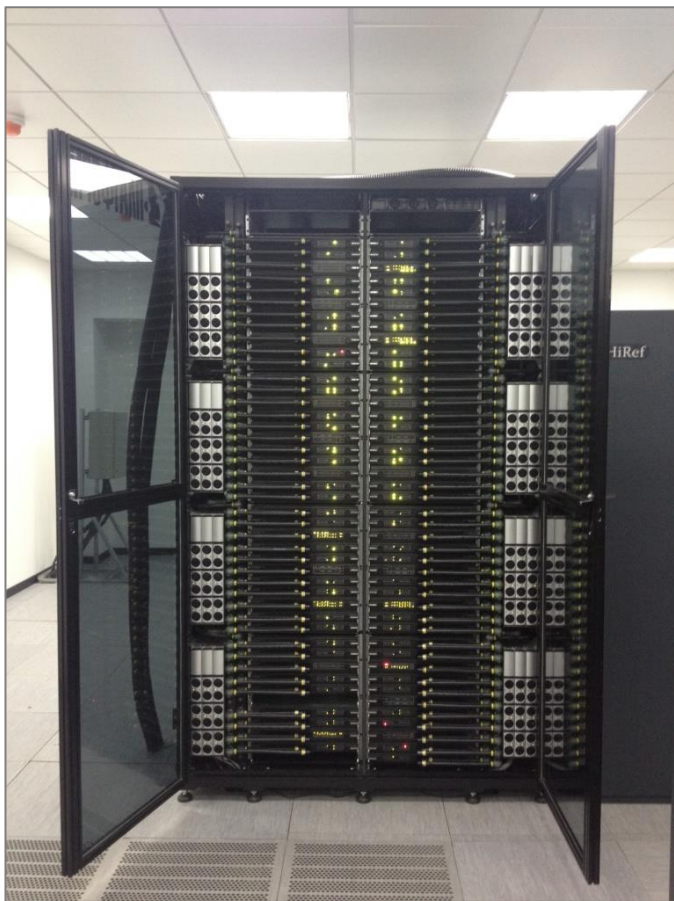


Компьютерный путь Московского университета

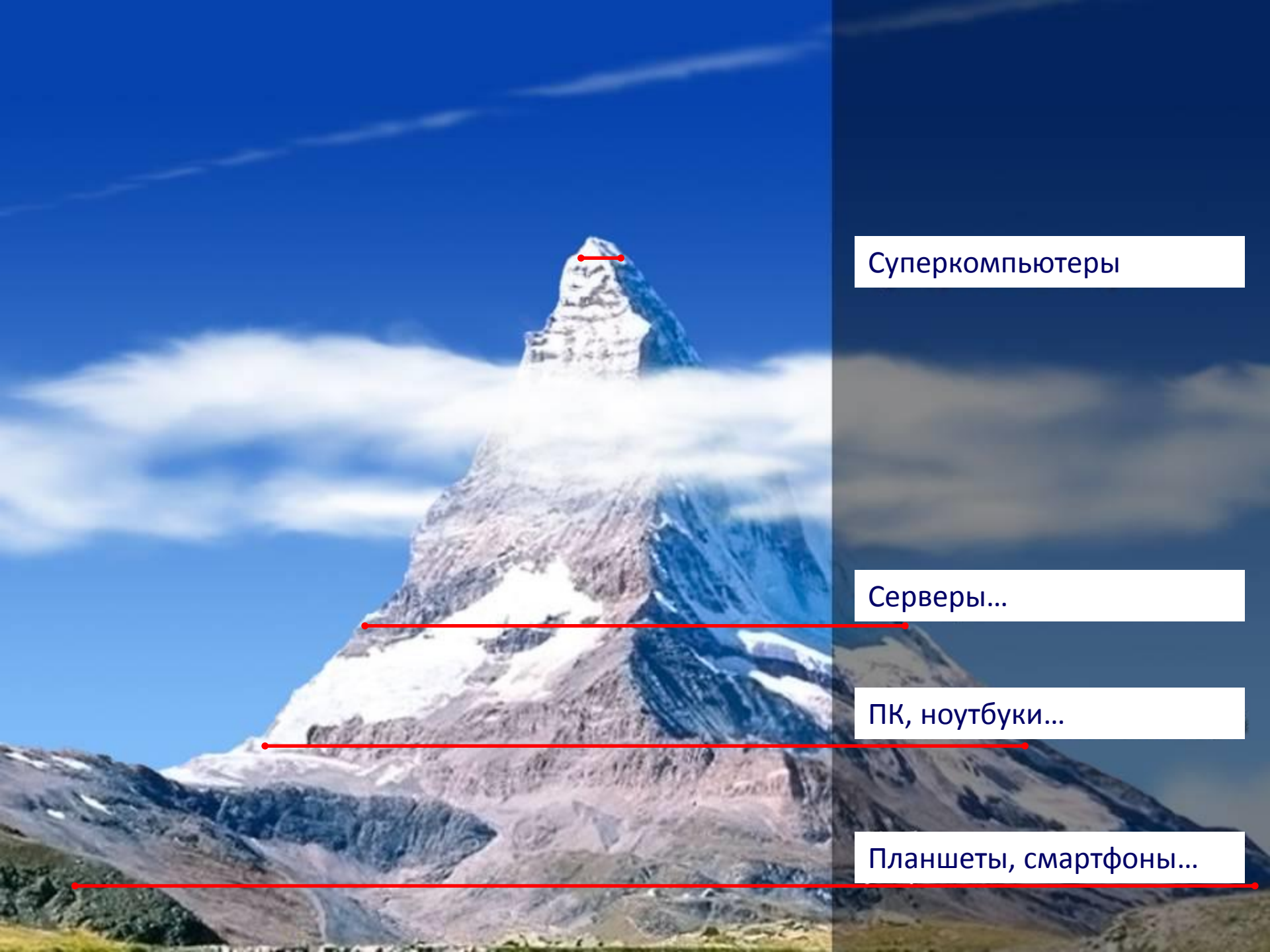
(инфраструктура нового суперкомпьютера МГУ)



Компьютерный путь Московского университета (стойка нового суперкомпьютера МГУ)



1 стойка, 256 узлов: Intel + NVIDIA = 420 Tfllop/s



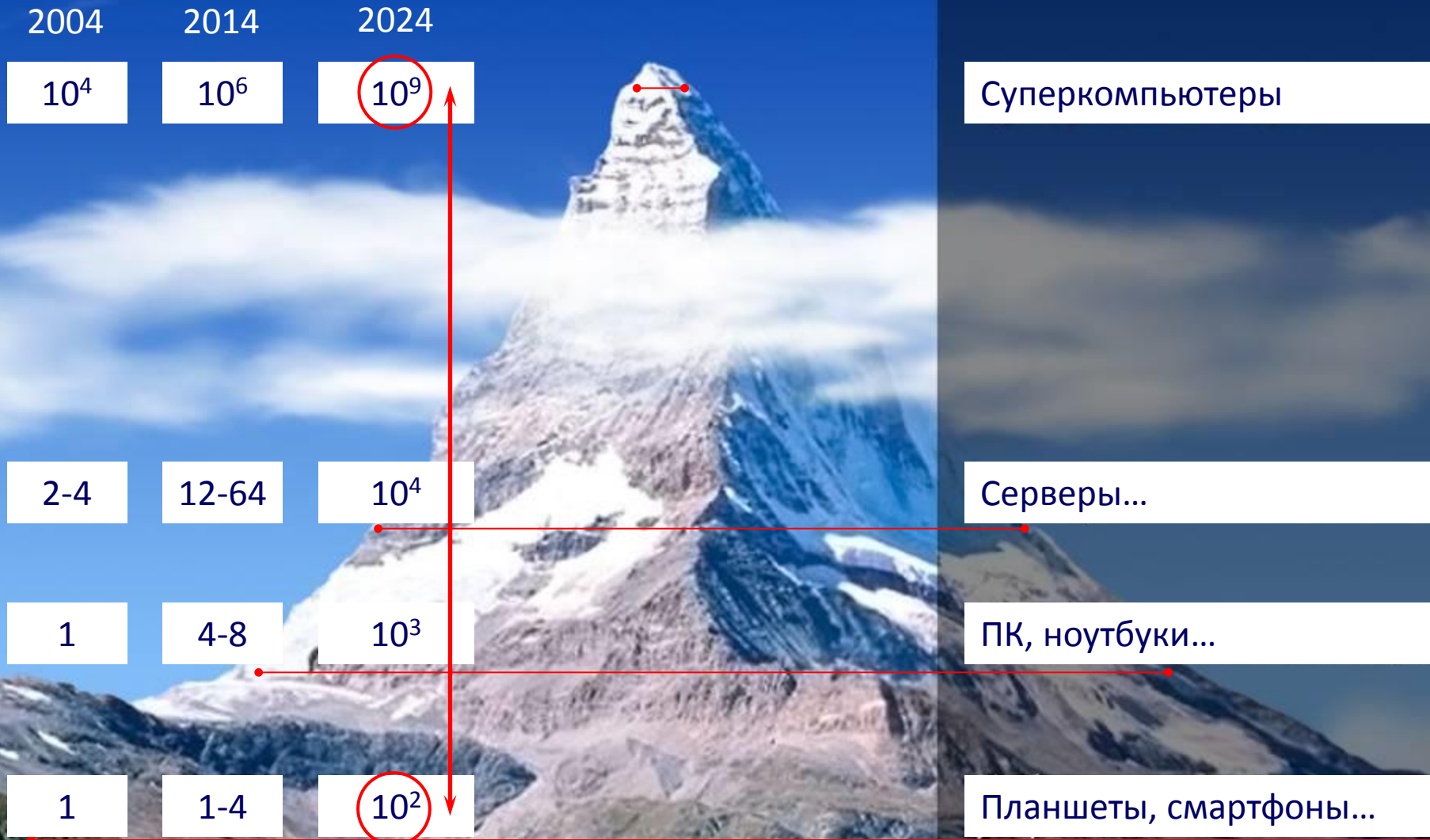
Суперкомпьютеры

Серверы...

ПК, ноутбуки...

Планшеты, смартфоны...

Степень параллелизма



Моделирование быстропротекающих процессов в механике деформируемого твердого тела

Моссаковский П.А., Антонов Ф.К, Костырева Л.А., Инюхин А.В.: НИИ Механики МГУ имени М.В.Ломоносова

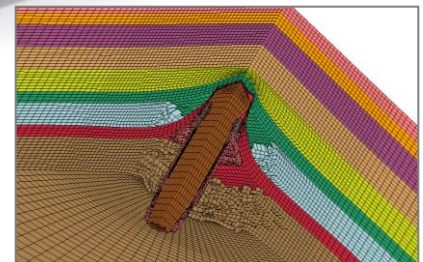
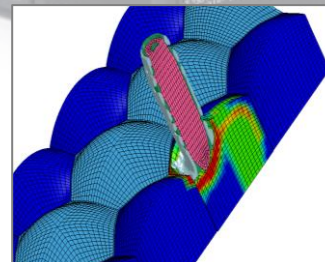
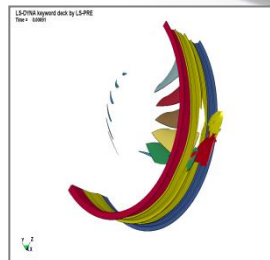
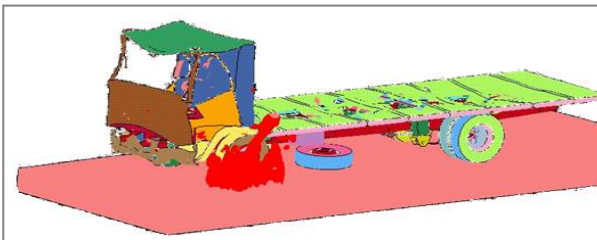
AREA Моделирование существенно нелинейных динамических процессов DRIVER . Задачи, связанные с быстропротекающими динамическими процессами (удар, пробивание, взрыв)

STRATEGY Для решения существенно нелинейных динамических задач применяется экспериментально-вычислительный подход, основанный на итерационной процедуре верификационного моделирования.

OBJECTIVE Разработка экспериментально-вычислительной методики моделирования существенно нелинейных динамических процессов, позволяющих получать решение с контролируемой точностью.

IMPACT . Возможность точного решения сложных задач, связанных с существенно нелинейными динамическим процессами.

USAGE Решение конкретных задач, связанных с моделированием различных аварийных ситуаций, которые могут приводить к катастрофическим последствиям.



Формирование квантовых наноструктур пониженной размерности на поверхности полупроводников

Музыченко Д.А.: физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

AREA - поверхность твердого тела и физика наносистем

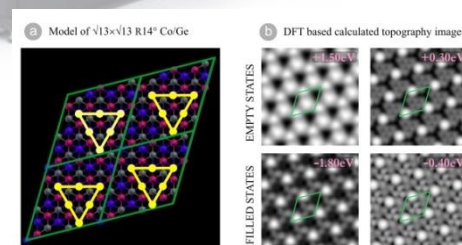
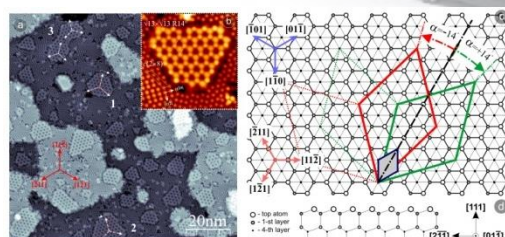
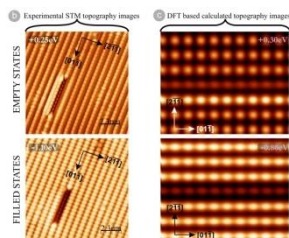
DRIVER - разработка перспективных устройств спинтроники и нанoeлектроники

STRATEGY - проект основан на уникальном сочетании взаимодополняющих экспериментальных и теоретических методах: низкотемпературной сканирующей туннельной микроскопии/спектроскопии и расчетах "из первых принципов" на основе теории функционала плотности

OBJECTIVE - создание на поверхности твердого тела новых квантовых спин-детерминированных систем атомных масштабов, детальное экспериментальное и теоретическое исследование их электронных и спиновых свойств

IMPACT - накопление фундаментальных знаний о формировании и свойствах квантовых низкоразмерных наносистемах, которые в перспективе могут использоваться в качестве логических элементов устройствах нанoeлектроники

USAGE - перспективно использование результатов проекта в устройствах спинтроники и в реализации квантовых вычислительных алгоритмов.



Исследование границы гелиосферы

Измоденов В.В., Проворникова Е.А., Д.В.Алексашов, Ю.Г.Малама: механико-математический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Институт космических исследований РАН, Институт проблем механики им. А.Ю.Ишлинского РАН.

AREA численные методы в космической газовой динамике.

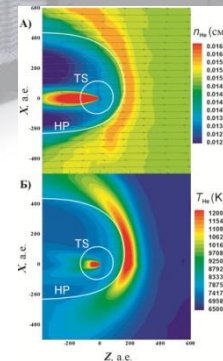
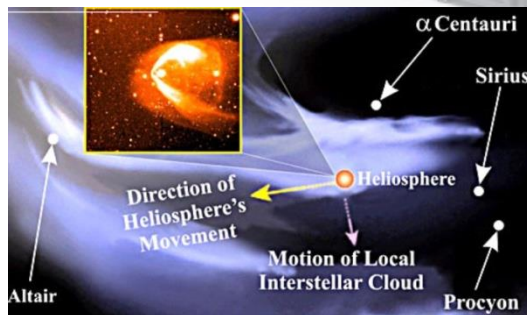
DRIVER Численное моделирование физических процессов на границе гелиосферы.

STRATEGY Разработка трехмерной самосогласованной кинетико-МГД модели гелиосферного ударного слоя.

OBJECTIVE Проект направлен на изучение фундаментальных свойств областей взаимодействия звездных ветров с межзвездной средой на примере взаимодействия солнечного ветра с локальной межзвездной средой.

IMPACT Эффективная модель, позволяющая подробно анализировать экспериментальные данные. Продвижение в области гелиосферных исследований.

USAGE интерпретация и предсказание новых экспериментальных данных.



Моделирование сезонных затоплений Волго-Ахтубинской поймы

Хоперсков А.В., Храпов С.С., Кузьмин Н.М., Писарев А.В., Кобелев И.А.,
Бутенко М.А., Дьяконова Т.А.: Волгоградский государственный университет

AREA Вычислительная гидродинамика

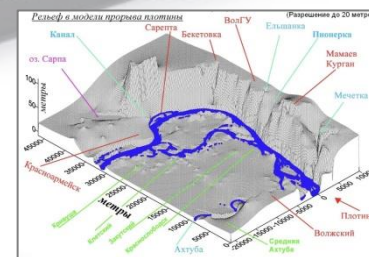
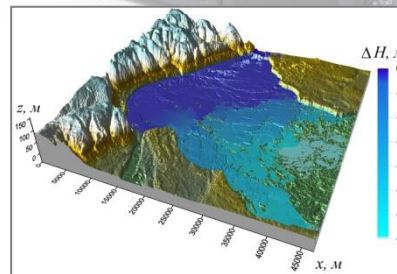
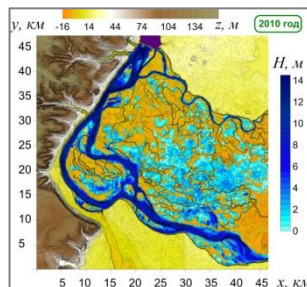
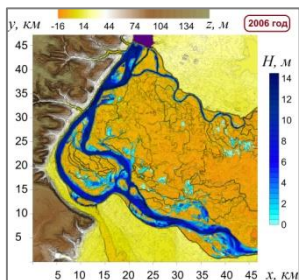
DRIVER Изучение сезонных затоплений на территории Волго-Ахтубинской поймы и оптимизация работы гидросооружений

STRATEGY Построение численных моделей динамики поверхностных вод на заданном рельефе местности

OBJECTIVE Многомерные нестационарные численные эксперименты позволяют предсказывать состояние Волго-Ахтубинской поймы в зависимости от метеорологических условий и вырабатывать оптимальный гидрологический режим работы различных гидросооружений

ИМРАСТ Построение оптимальных гидрографов позволит сохранить уникальный природный ландшафт Волго-Ахтубинской поймы с учетом разумного баланса экологических, природопользовательских и энергетических задач

USAGE Результаты расчетов должны использоваться федеральной комиссией по формированию плановых весенних гидрографов для каскада ГЭС на Волге.



Компьютерное конструирование биоинспирированных функциональных наноструктур

Шайтан А.К., Халатур П.Г., Хохлов А.Р.: МГУ имени М.В. Ломоносова

AREA Нанотехнологии

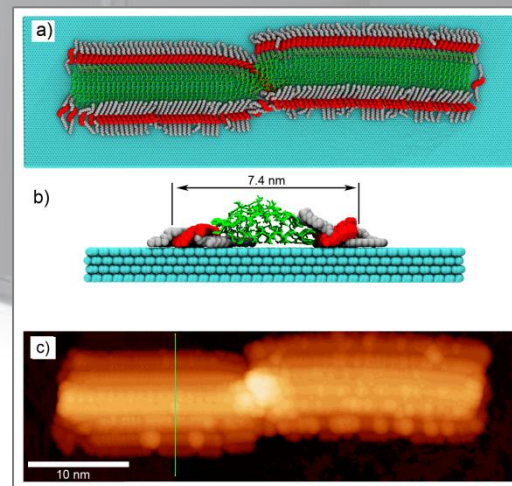
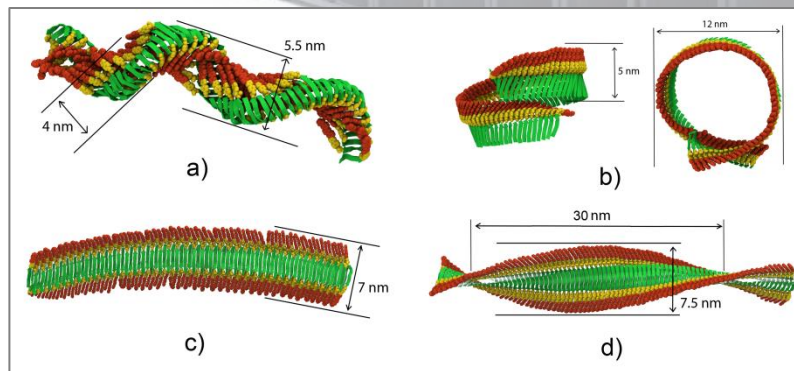
DRIVER Дизайн наноэлектронных устройств в области органической электроники

STRATEGY Моделирование методами молекулярной динамики и квантовой химии

OBJECTIVE Создание гибридных молекулярных соединений, которые могут самособираться в проводящие фибриллярные наноструктуры.

IMPACT Область органической электроники

USAGE Нанопровода для применений в области органической электроники



Численное моделирование ветроэнергетической установки при помощи FlowVision

Кузнецов К.В., Москалёв И.В.: ООО “ТЕСИС”

AREA Энергетика, возобновляемые источники энергии, вычислительная гидродинамика

DRIVER Определение характеристик ВЭУ путем численного моделирования и сравнение полученных результатов с экспериментальными данными

STRATEGY Моделирование течения и расчет характеристик ВЭУ с помощью программного комплекса вычислительной гидродинамики FlowVision с применением суперкомпьютеров МГУ.

OBJECTIVE Эффективное проектирование конкурентоспособных ветроэнергетических установок, позволяющее значительно сократить затраты на разработку аналогичных систем

IMPACT Быстрое развитие ветроэнергетики в труднодоступных районах страны, позволяющее значительно сократить затраты на их энергоснабжение

USAGE Уменьшение стоимости и повышение скорости и качества работ по проектированию ветроэнергетических систем



Исследование аэродинамических характеристик модели автомобиля с применением FlowVision

Аксенов А.А., Жлуктов С.В., Маркова Т.В., Москалев И.В.: ООО “ТЕСИС”

AREA Автомобилестроение и вычислительная гидродинамика

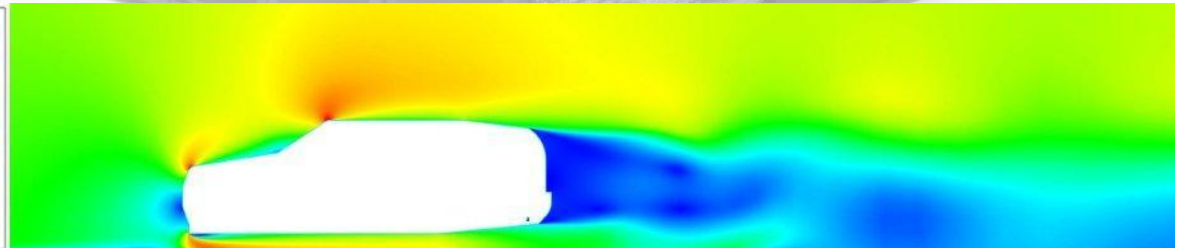
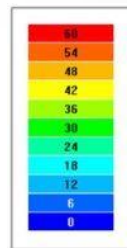
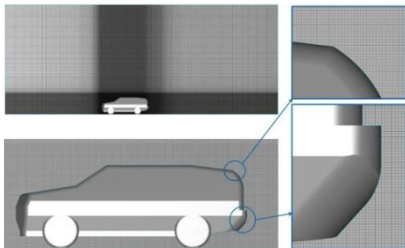
DRIVER Разработка методики расчета задач обтекания автомобиля.

STRATEGY Моделирование вихревого течения с помощью программного комплекса численной гидродинамики FlowVision с применением суперкомпьютеров МГУ.

OBJECTIVE Разработка оптимальной методики расчета задач обтекания автомобиля с целью получения достоверных аэродинамических характеристик.

IMPACT Данная методика позволит определять и улучшать аэродинамические характеристик автомобиля на стадии разработки и проектирования.

USAGE Уменьшение стоимости и времени на разработку и проектирование автомобиля. Улучшение аэродинамических характеристик автомобиля путем модернизация конструкции на стадии моделирования.



Повышение эффективности нагрева мягких тканей при облучении ультразвуком

Хохлова В.А., Бобкова С.М., Ильин С.А., Юлдашев П.В.: МГУ имени М.В. Ломоносова

AREA Терапевтические применения ультразвука

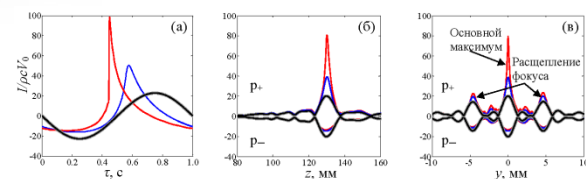
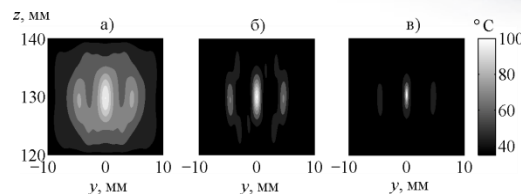
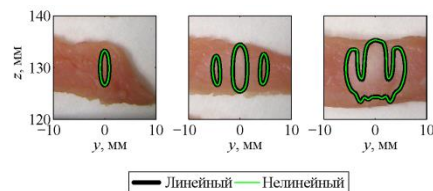
DRIVER Улучшение пространственной локализации и мощности теплового нагрева опухолевой ткани, находящейся за ребрами

STRATEGY Разработка методов создания специальных конфигураций работы многоэлементных терапевтических фазированных решеток и численное моделирование создаваемых ими полей для достижения требуемых результатов.

OBJECTIVE Разработка схемы отключения элементов решетки для проведения облучения через ребра. Моделирование нелинейных эффектов, связанных с распространением акустической волны за ребрами. Моделирование теплового поля с помощью решения уравнения теплопроводности и проведение оценки влияния нелинейных эффектов на эффективность нагрева целевой области

IMPACT Разработка новых методов эффективного облучения ультразвуком опухолевых тканей, находящихся за ребрами

USAGE Разрушение опухолевой ткани органов, находящихся за ребрами грудной клетки, без перегрева ребер.



Исследование акустики и аэродинамики авиавинтов

Титарев В.А.: ВЦ им. А.А. Дородницына РАН, Копьев В.Ф., Беляев И.В.: МК ЦАГИ

AREA вычислительная аэроакустика, вычислительная физика, высокопроизводительные вычисления

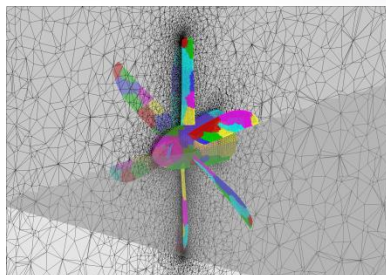
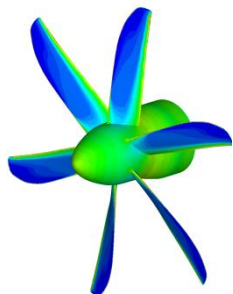
DRIVER Разработка новых конфигураций типа open rotor

STRATEGY Компьютерный эксперимент с использованием современных методов вычислительной физики и аэроакустики

OBJECTIVE Создание комплекса программ численного моделирования задач аэродинамики и акустики винтов, основанный на использовании схем типа Годунова во вращающейся системе координат и использовании современных суперкомпьютерных систем.

IMPACT Быстрое и аккуратное предсказание акустических свойств конфигураций типа open rotor на основе численного моделирования.

USAGE Создание и оценка эффективности новых двигателей



Разработка и применение новых методов в вычислительной аэродинамике и механике разреженных газов

Титарев В.А.: ВЦ им. А.А. Дородницына РАН

AREA вычислительная физика, высокопроизводительные вычисления

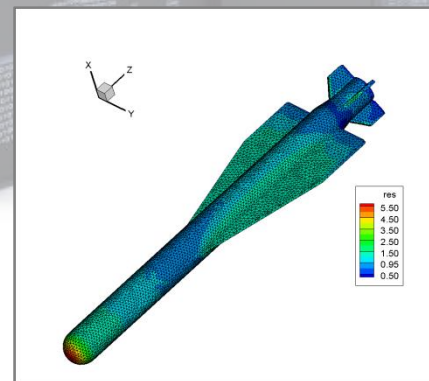
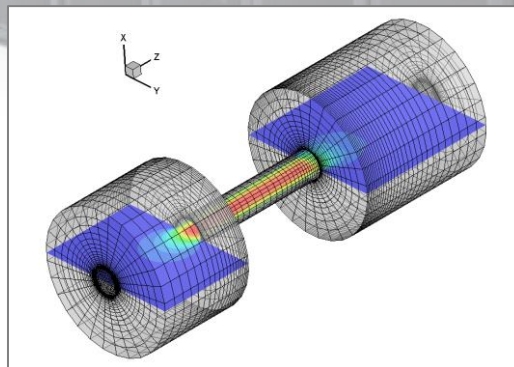
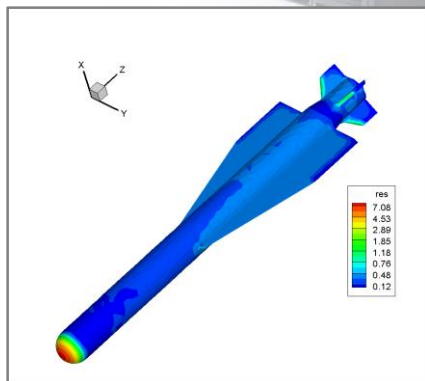
DRIVER Моделирование течений в микроустройствах и обтеканий спускаемых аппаратов

STRATEGY Компьютерный эксперимент с использованием современных методов вычислительной физики

OBJECTIVE Дальнейшее развитие комплекса программ численного моделирования задач механики разреженных газов, основанного на использовании оригинальных консервативных методов и современных суперкомпьютерных систем.

IMPACT Станет возможным быстрое и аккуратное моделирование течений разреженных газов в сложных геометриях.

USAGE Моделирование микро течений и обтекания космических аппаратов



Развитие мезомасштабной многопроцессорной атмосферной модели

Степаненко В.М.: НИВЦ МГУ, Географический ф-т МГУ

AREA - численное моделирование мезомасштабных атмосферных процессов

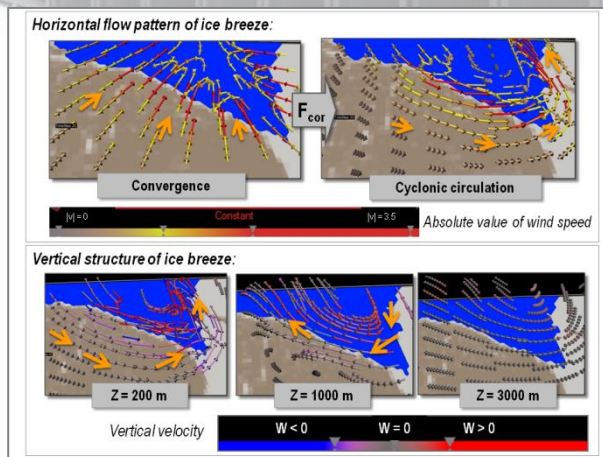
DRIVER - моделирование атмосферных циркуляций на многопроцессорных ЭВМ

STRATEGY - численное моделирование

OBJECTIVE - разработка параметризаций физических процессов, подсеточных для крупномасштабных моделей

IMPACT - повышение качества воспроизведения региональной специфики природно-климатических процессов в моделях прогноза погоды и климата

USAGE - использование новых параметризаций физических (подсеточных) процессов в моделях крупномасштабной динамики атмосферы и других мезометеорологических моделях



Разработка препаратов для терапии болезни Альцгеймера

Лущкина С.В., Махаева Г.Ф., Петров К.А., Резник В.С., Никольский Е.Е., Варфоломеев С.Д.: Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН
Институт физиологически активных веществ, РАН, Черноголовка
Институт органической и физической химии КазНЦ РАН, Казань

AREA - компьютерная разработка лекарственных препаратов

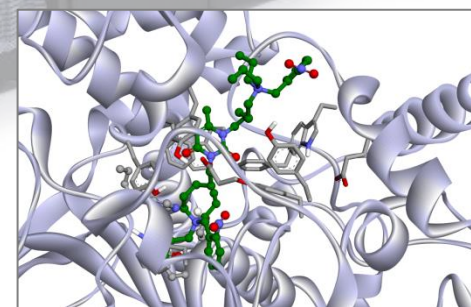
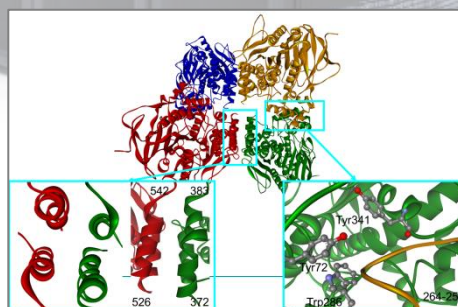
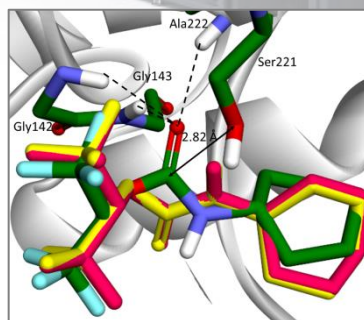
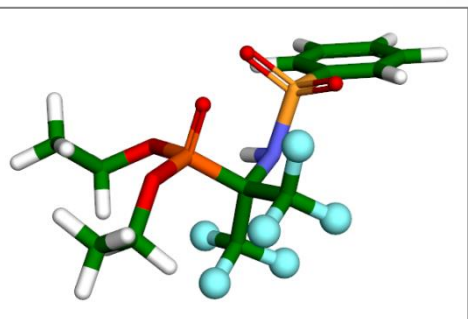
DRIVER - Исследование механизма действия существующих препаратов и разработка новых

STRATEGY - Исследование взаимодействия ингибиторов с холинэстеразами с использованием методов молекулярной динамики и молекулярного докинга

OBJECTIVE - Определение закономерностей действия существующих лекарственных препаратов терапии болезни Альцгеймера и разработка новых

IMPACT - разработка новых эффективных лекарственных препаратов с минимальными побочными эффектами

USAGE - терапия болезни Альцгеймера



Моделирование динамики белковой молекулы ферментов

Лущкина С.В., Peters J., Masson P.: Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Universite Joseph Fourier, Grenoble, France,
Institute of Structural Biology, Grenoble, France

AREA - компьютерное исследование биофизики макромолекул

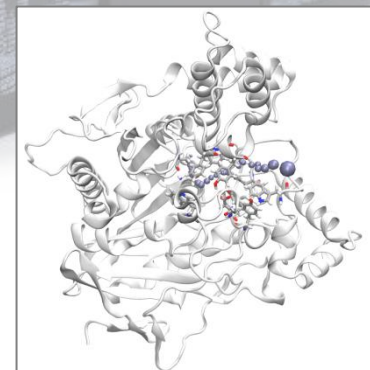
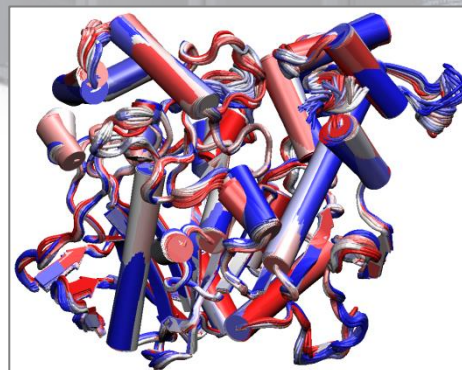
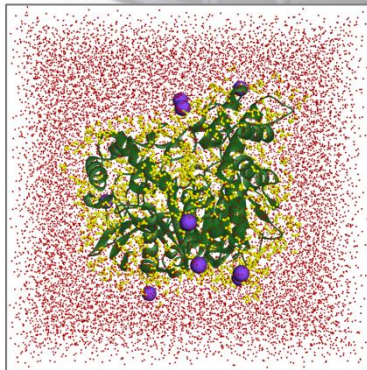
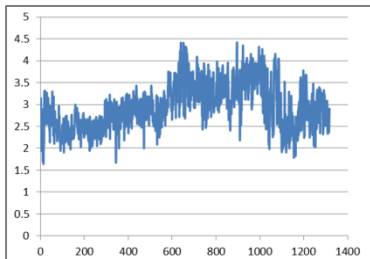
DRIVER - исследований особенностей конформационных изменений в белковых молекулах холинэстераз

STRATEGY - Молекулярно-динамическое исследование динамики белковых молекул холинэстераз

OBJECTIVE - изучение режима конформационных изменений в белковых молекулах холинэстераз и изменения радиуса канала, ведущего к активному центру

IMPACT - более глубокое понимание закономерностей функционирования холинэстераз

USAGE - использование при разработке препаратов для терапии болезни Альцгеймера



Турбулентная астрофизическая конвекция и магнито-конвекция в сжимаемых быстровращающихся сферических оболочках

Кузанян К.М., Обридко В.Н.: ИЗМИРАН

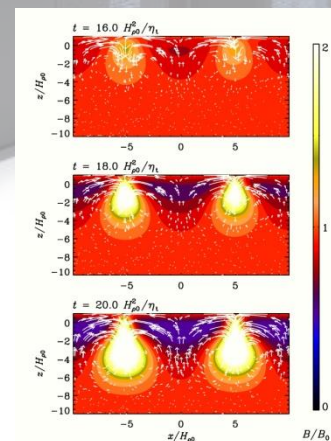
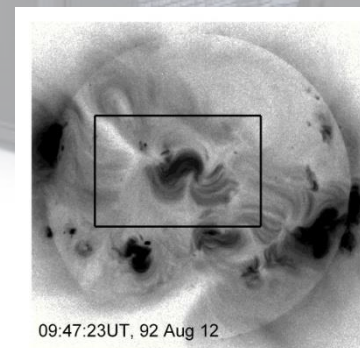
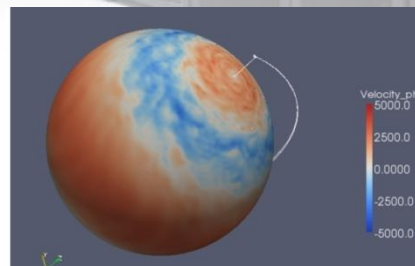
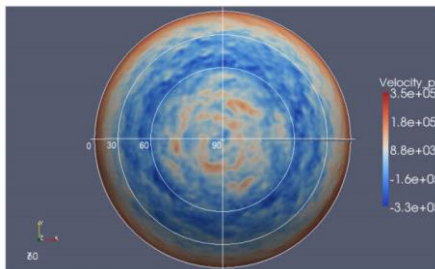
AREA - Трехмерное прямое численное моделирование астрофизической конвекции
DRIVER - Моделирование турбулентной конвекции и магнито-конвекции и формирование структур в атмосферах гигантских планет и конвективных зонах Солнца и звезд

STRATEGY - Численное решение уравнений МГД, управляющих конвекцией и генерацией магнитного поля в быстровращающихся стратифицированных средах с разделением масштабов.

OBJECTIVE - понимание условий формирования структур в быстровращающихся турбулентных средах

IMPACT - Теоретическое понимание формирования спиральности солнечных магнитных полей

USAGE - Улучшение методов предсказания солнечной погоды



Изучение переноса ионов через биологические мембраны

Черепанов Д.А.: Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина,
РАН, Мулкиджанян А.Я., Скулачев В.П.: ИФХБ МГУ имени М.В.Ломоносова

AREA использование суперкомпьютеров для разработки новых
фармакологических препаратов

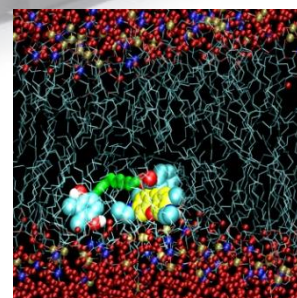
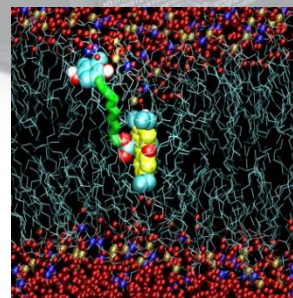
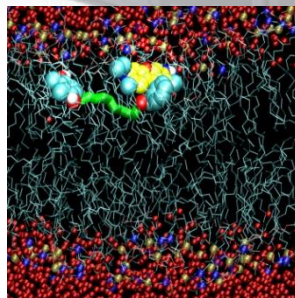
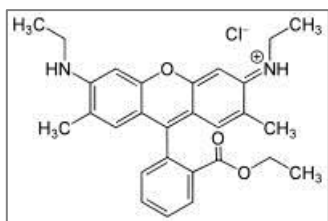
DRIVER изучение влияния химической природы проникающих ионов на механизм их
диффузионного переноса через липидную мембрану

STRATEGY применение потенциала средней силы в молекулярно-динамическом
моделировании

OBJECTIVE изучение механизма действия ионных антиоксидантов, способных
избирательно накапливаться во внутренних мембранах митохондрий и защищать
липиды этих мембран от перекисного окисления

IMPACT значительное сокращение стоимости экспериментальных исследований,
исследование молекулярного механизма действия фармакологического препарата.

USAGE разработка эффективных препаратов с направленным
фармакологическим действием



Суперкомпьютерное моделирование полиамфифилов

Халатур П.Г., ИНЭОС РАН, Хохлов А.Р., Иванов В.А.: МГУ имени М.В.Ломоносова,
Криксин Ю.А.: Институт прикладной математики РАН

AREA Науки о полимерах

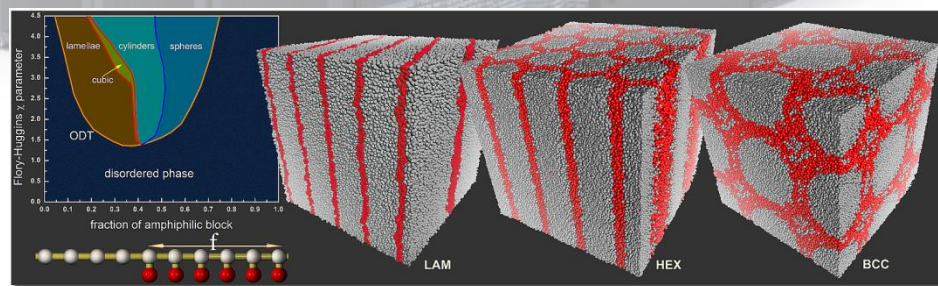
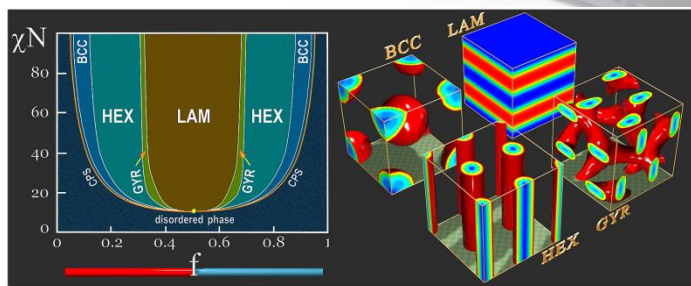
DRIVER Разработка новых наноматериалов на основе высокопроизводительных вычислений

STRATEGY Использование методов многомасштабного моделирования для изучения свойств самоорганизующихся умных полимеров

OBJECTIVE Фундаментальное понимание механизмов самоорганизации сополимеров

IMPACT Новые функциональные полимерные наноматериалы

USAGE Перспективные наноматериалы, солнечные батареи, плазменные и жидкокристаллические панели



Проектирование ультразвуковых томографов

Гончарский А.В., Овчинников С.Л., Романов С.Ю.: НИВЦ МГУ имени М.В.Ломоносова

AREA Ультразвуковая томография

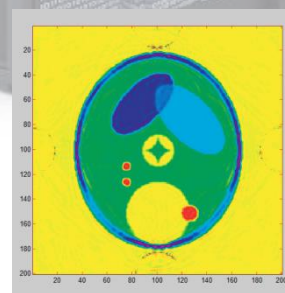
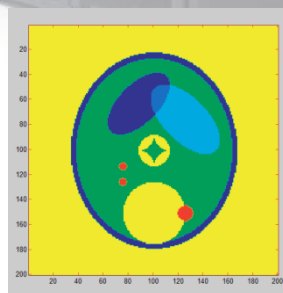
DRIVER Неразрушающие исследования внутренней структуры объекта.

STRATEGY Решение трехмерной нелинейной коэффициентной обратной задачи для волнового уравнения на суперкомпьютерах.

OBJECTIVE Изучение внутренней структуры объекта со сверхвысоким разрешением с помощью волнового зондирования.

IMPACT Прорывные компьютерные технологии для неразрушающей диагностики с помощью волнового зондирования.

USAGE Ультразвуковая томография в медицине, волновое зондирование приповерхностных слоев Земли, промышленная томография.



Эффективность суперкомпьютерных центров

(оценка значимости научных проектов)

Reference	Impact-Factor
A. A. Popov, S. Yang, L. Dunsch. "Endohedral Fullerenes." Chemical Reviews 2013, 113 (8),	41,298
Yolamanova M., Meier C., Shaytan A.K., Vas V., Bertoncini C., Arnold F., Zirafi O., Usmani S.,	31,170
M. Yolamanova, C. Meier, A. K. Shaytan, V. Vas, C. W. Bertoncini, F. Arnold, O. Zirafi, S. M. I	27,270
Bravaya K.B., Grigorenko B.L., Nemukhin A.V., Krylov, A.I.// Accounts of Chemical Research	20,833
Nikita Gudimchuk, Benjamin Vitre, [...], and Ekaterina L. Grishchuk, Kinetochore kinesin CE	20,800
V.E.Dmitrienko, E.N.Ovchinnikova, S.P.Collins, G.Nisbet, G.Beutier, Y.O.Kvashnin, V.V.Mazi	19,352
I. V. Kuvychko, C. Dubceac, S. H. M. Deng, X. B. Wang, A. A. Granovsky, A. A. Popov, M. A. P	13,734
Kuvychko, Igor V and Dubceac, Cristina and Deng, Shihu HM and Wang, Xue-Bin and Granc	13,734
Kvashnin A.G., Chernozatonskii L.A., Yakobson B.I., Sorokin P.B. Phase diagram of quasi-tw	13,025
Q. Deng, A. A. Popov. "Clusters encapsulated in Endohedral Metallofullerenes: How straine	10,677
Grigorenko B.L., Nemukhin A.V.; Polyakov I.V.; Morozov D.I.; Krylov A.I. // Journal of the An	10,677
Grigorenko B, Nemukhin A, Polyakov I, Morozov D, Krylov A // JOURNAL OF AMERICAN CH	10,677
Tang D.M., Kvashnin D.G., Najmaei S., Bando Y., Kimoto K., Koskinen P., Ajayan P., Yakobs	10,015
A. L. Svitova, K. B. Ghiassi, C. Schlesier, K. Junghans, Y. Zhang, M. M. Olmstead, A. L. Balch,	10,015
Davydov II et al, Evolution of the protein stoichiometry in the L12 stalk of bacterial and org	10,015

Суперкомпьютерные технологии и промышленность





HOME

INCITE PROGRAM

GUIDE TO HPC

FAQS

INCITE AWARDS

CONTACT



Leading the way for Scientific Computing

INCITE supports computationally intensive, large-scale research projects with large amounts of dedicated time on supercomputers at DOE's Leadership Computing Facilities. [Learn More](#)



Who is eligible?

See what the requirements are for being awarded with an INCITE project on the [FAQs](#) page.



How do I apply?

If you think you're ready, follow the steps for applying for [INCITE Program](#).



What is the right allocation program?

Follow the [Guide to HPC](#) and discover which allocation program is the right one for you.



What type of projects is INCITE looking for?

Take a glance at past [INCITE Award](#) winners and learn about the types of projects being done.

INCITE AWARDS

The U.S. Department of Energy's Leadership Computing Facilities have awarded a combined 4.7 billion supercomputing core hours to 61 science and engineering projects with high potential for accelerating discovery and innovation through the Innovative and Novel Computational Impact on Theory and Experiment (INCITE) program. [See INCITE Awards for details.](#)

"Computation and supercomputing are critical to

Программа INCITE: суперкомпьютерные ресурсы в промышленность США

Бюджет программы: процессорочасы, cpi*h

2006 г. – 18 млн. cpi*h,

2007 г. – 95 млн. cpi*h,

2008 г. – 265 млн. cpi*h,

2009 г. – 500 млн. cpi*h,

...

2013 г. – 4 700 млн. cpi*h

2014 г. – 5 700 млн. cpi*h

2015 г. – 5 800 млн. cpi*h

Программа INCITE: суперкомпьютерные ресурсы в промышленность США

Три задачи программы:

- Установить контакты между промышленностью и научно-исследовательскими организациями.
- Обеспечить подготовку и постепенный переход к новым технологиям.
- Дать возможность решения задач большего масштаба, размера, размерности.

США: программа INCITE

Бюджет программы:

2006 г. – 18 млн. сри*h,	15 проектов,
2007 г. – 95 млн. сри*h,	45 проектов,
2008 г. – 265 млн. сри*h,	55 проектов,
2009 г. – 500 млн. сри*h,	...
...	
2013 г. – 4 700 млн. сри*h,	61 проект,
2014 г. – 5 700 млн. сри*h,	59 проектов,
2015 г. – 5 800 млн. сри*h,	56 проектов,

Выделяемые квоты: от 20 млн. сри*h и выше...

Системы: от №1 в США (по Top500) и ниже...

Программа INCITE: суперкомпьютерные ресурсы в промышленность США

Бюджет программы:

2015 г. — 5 800 млн. *сри*h* — а много ли это ?

Программа INCITE: суперкомпьютерные ресурсы в промышленность США

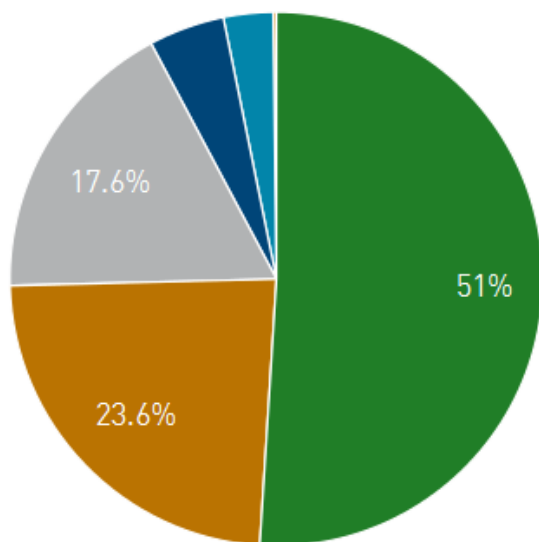
Бюджет программы:

2015 г. – 5 800 млн. *сри*h* – а много ли это ?

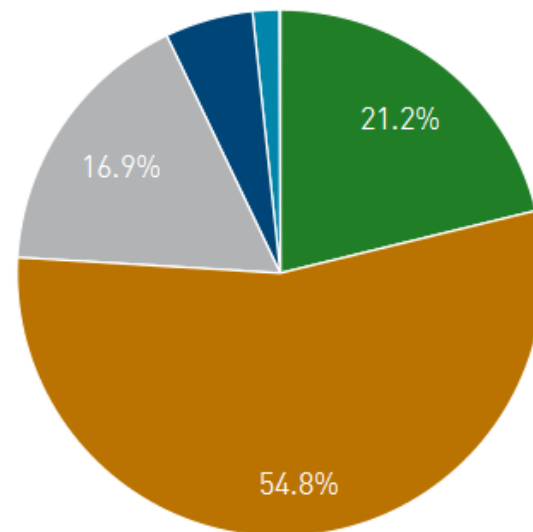
Эквивалент:

3 суперкомпьютера МГУ “Ломоносов”
работали бы в 2015 году только на
программу INCITE...

Топ500 самых мощных суперкомпьютеров мира. Распределение по областям (ноябрь, 2014)



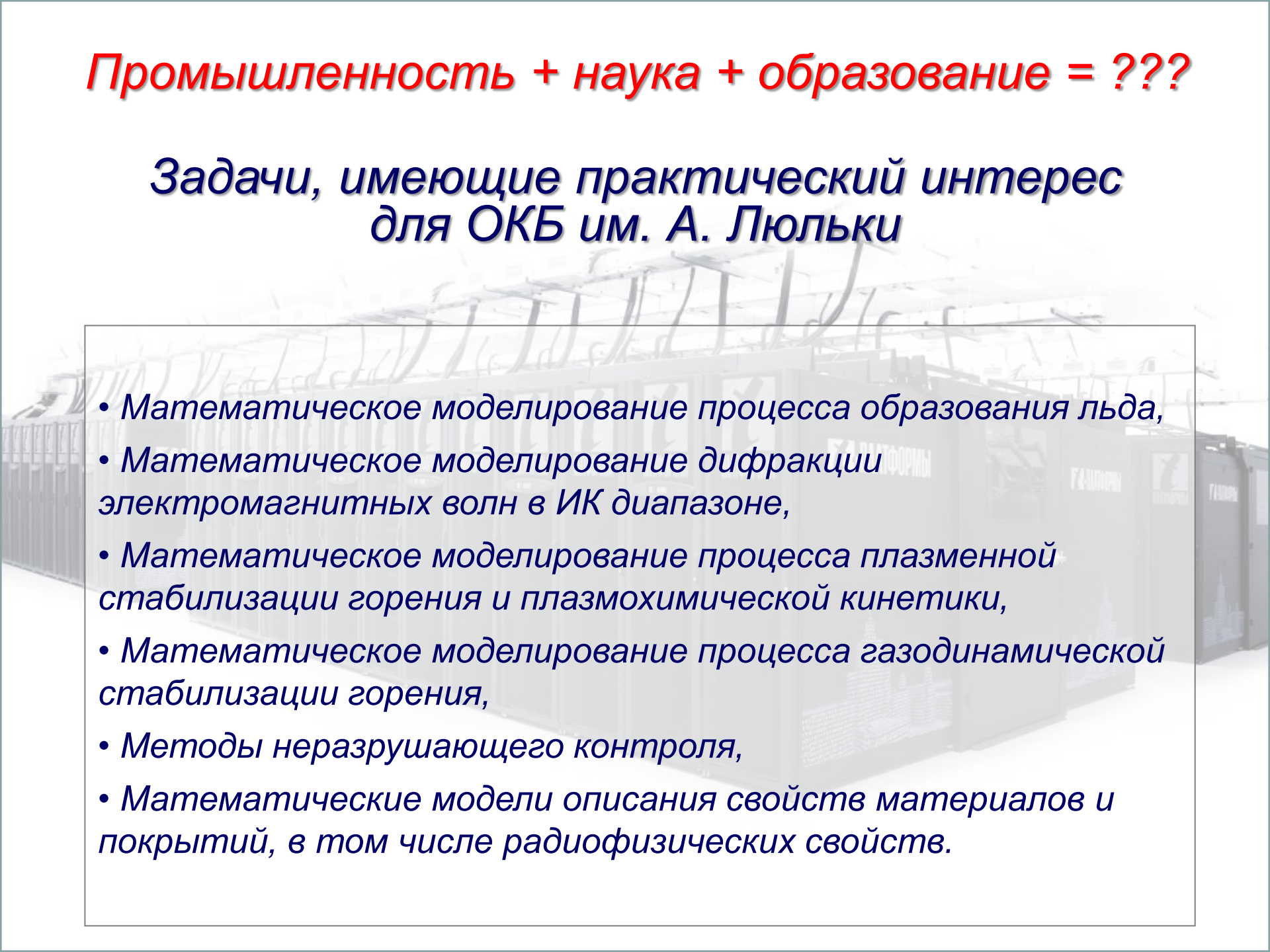
По числу систем



По производительности

Промышленность + наука + образование = ???

Задачи, имеющие практический интерес для ОКБ им. А. Люльки

- 
- Математическое моделирование процесса образования льда,
 - Математическое моделирование дифракции электромагнитных волн в ИК диапазоне,
 - Математическое моделирование процесса плазменной стабилизации горения и плазмохимической кинетики,
 - Математическое моделирование процесса газодинамической стабилизации горения,
 - Методы неразрушающего контроля,
 - Математические модели описания свойств материалов и покрытий, в том числе радиофизических свойств.

Суперкомпьютерные технологии, наука, промышленность и большие задачи



Расчеты космической техники

- ✓ Совместные работы РКК Энергия, Компании ТЕСИС и МГУ:
- ✓ Посадка космического корабля (КК) на двигателях
- ✓ Отстрел крышки парашютного отсека
- ✓ Влияние ударных волн на корпус КК при запуске системы аварийного спасения

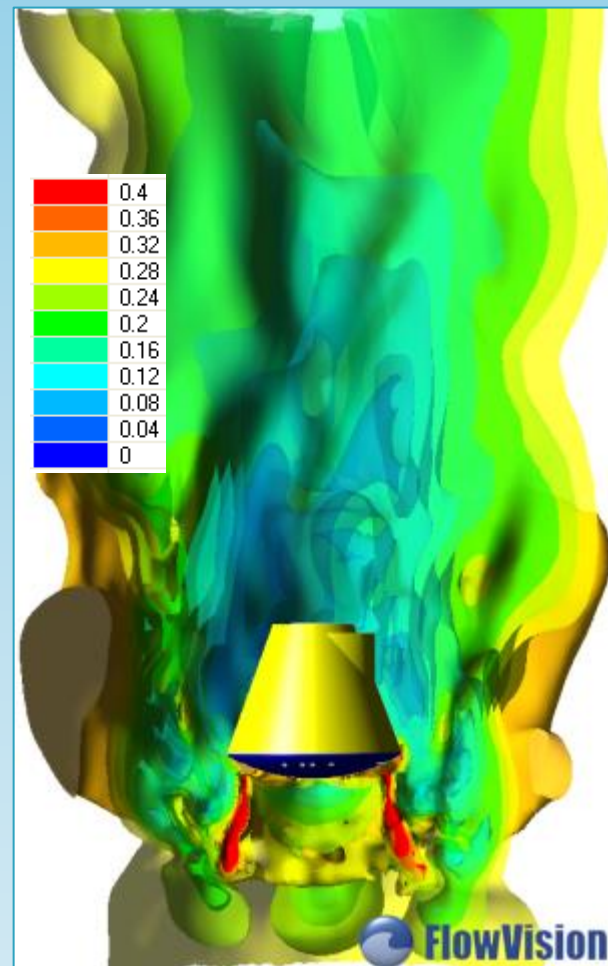
Союз ТМА:

Парашютная
система посадки



Возвращаемый аппарат

Двигательная
система посадки



Картина течения
вокруг аппарата на
режиме спуска

С разрешения РКК «Энергия»

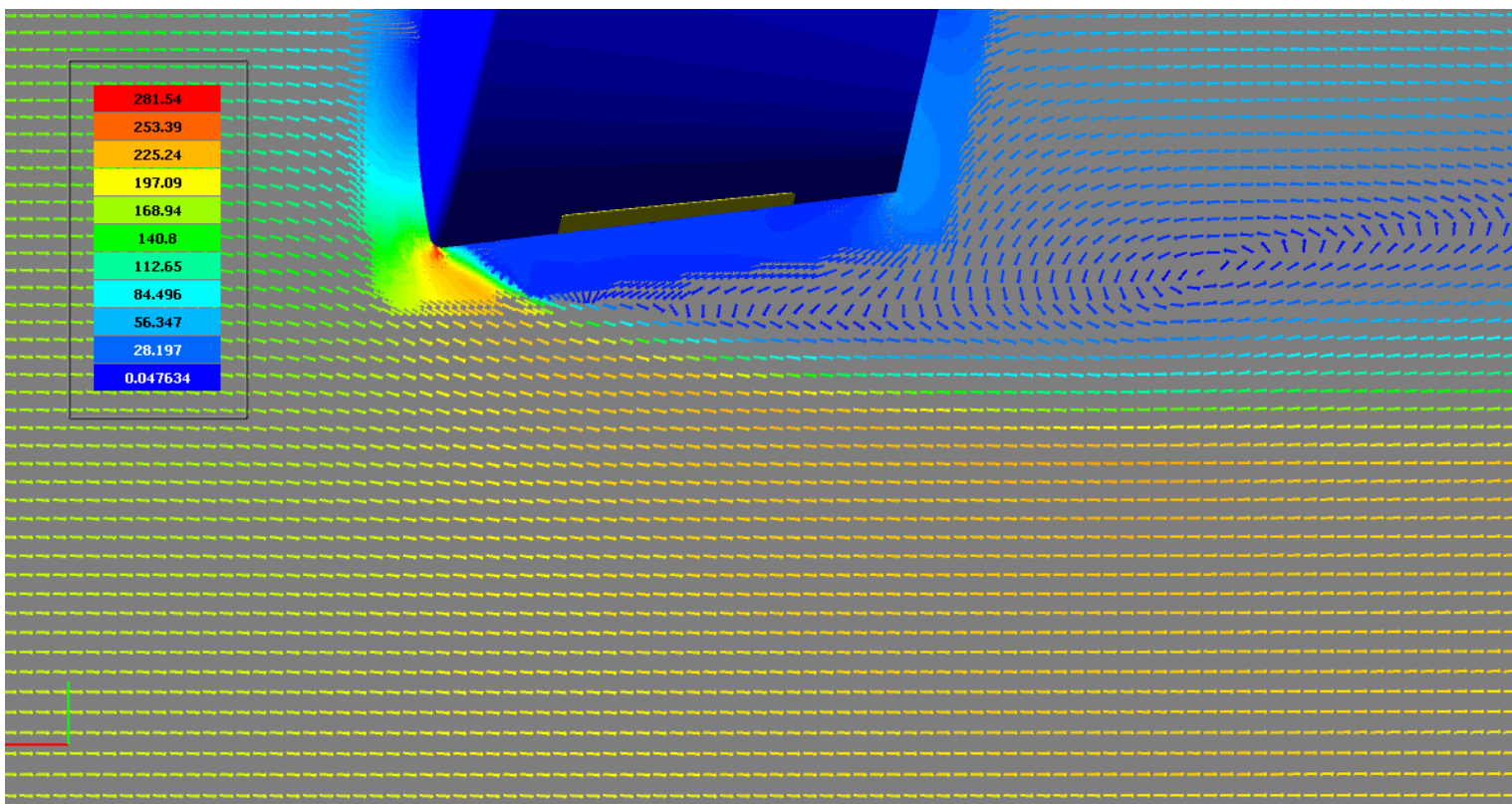
Использование суперкомпьютера “Ломоносов” для проектирования нового космического корабля.

Отработка отстрела крышки парашютного отсека

Задача: найти минимальный импульс отстрела крышки пиропатронами, при котором крышка не ударит по корпусу корабля при отстреле.

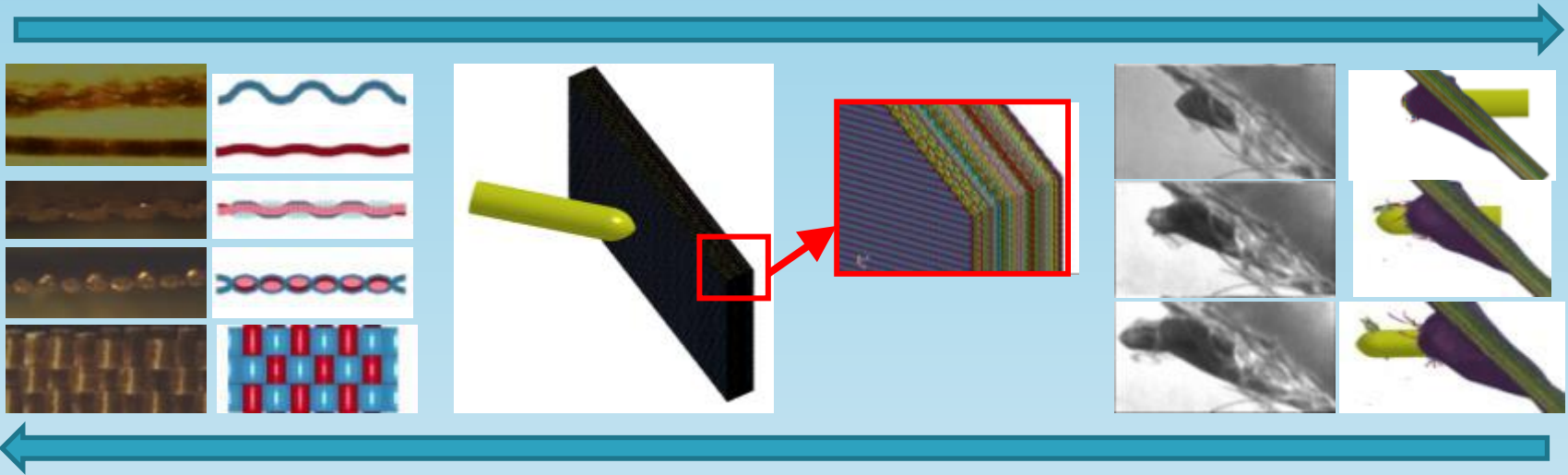
Эта задача не может быть отработана экспериментально. Только численное моделирование!

Совместная работа МГУ и компании ТЕСИС для РКК “Энергия”

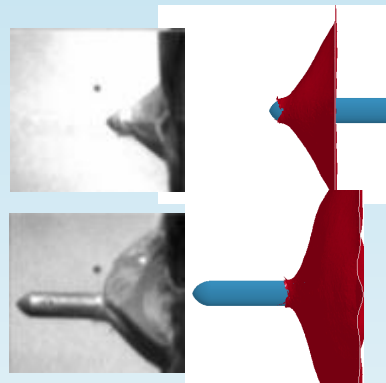


СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ пробоя многослойных защитных панелей

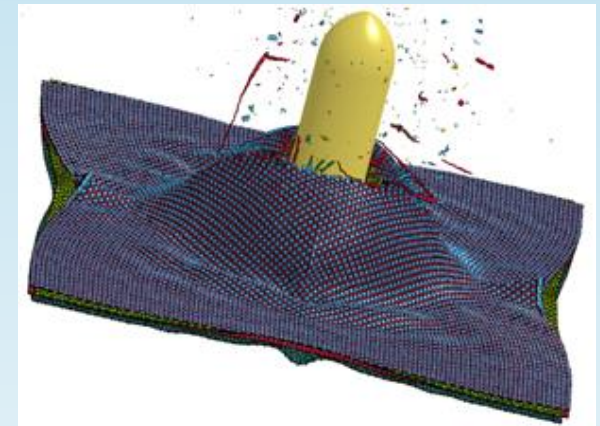
Мезомасштабное моделирование - моделируется каждая нить ткани



Расчет пробоя 100 слоев ткани на
«Ломоносове» – реальный
бронезилет

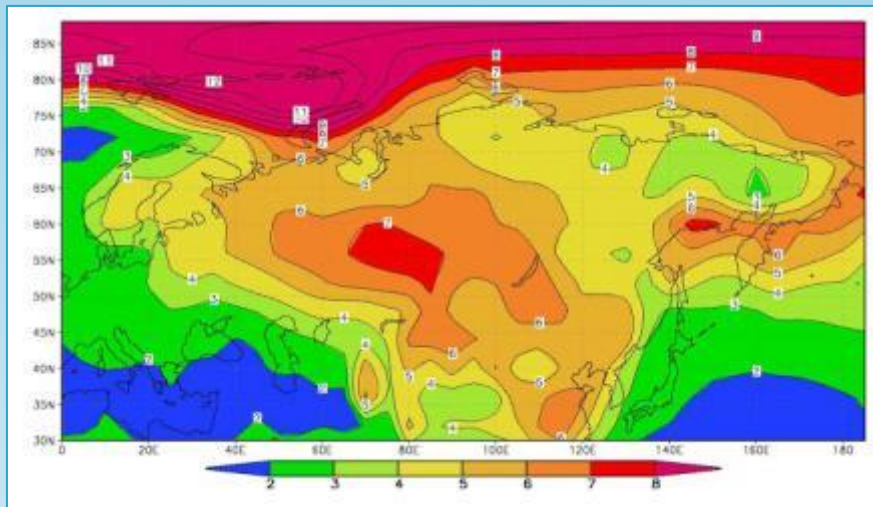


Расчет пробоя ткани с
нанокompозитной пропиткой
(«жидкая броня») на «Ломоносове»

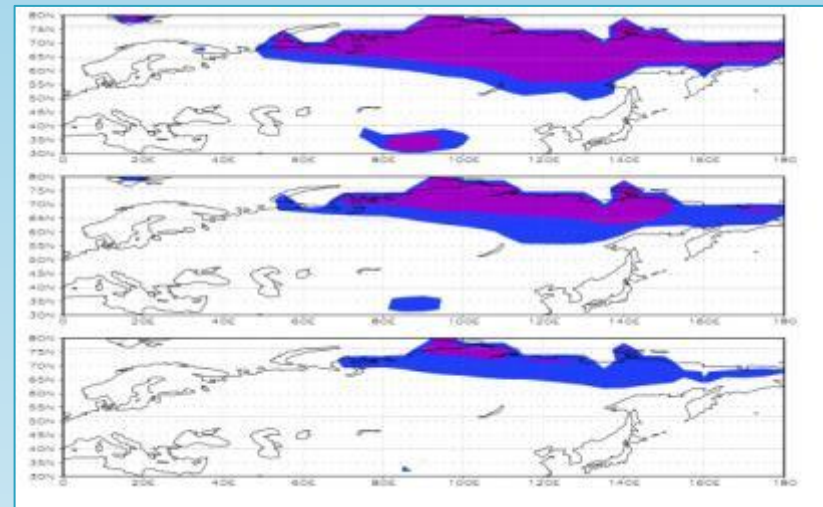


Суперкомпьютерное моделирование глобальных изменений климата и их последствий для России

Связанные с глобальным потеплением климатические изменения наиболее ярко проявляются в северных широтах (в частности, в Российской Арктике и прилегающих к ней районах). Их последствия могут повлиять на национальную безопасность страны.



Возможные изменения зимней температуры приземного воздуха в конце XXI века по сравнению с данными для конца XX века для одного из сценариев развития мировой экономики

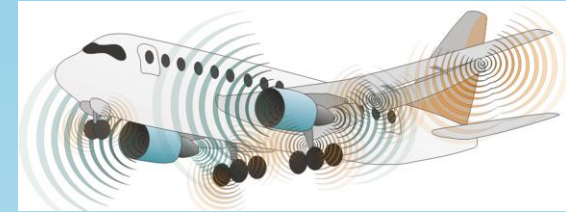


Распределение вечной мерзлоты: 1981-2000 гг. (верх), 2081-2100 гг. при различных сценариях (середина и низ) развития мировой экономики

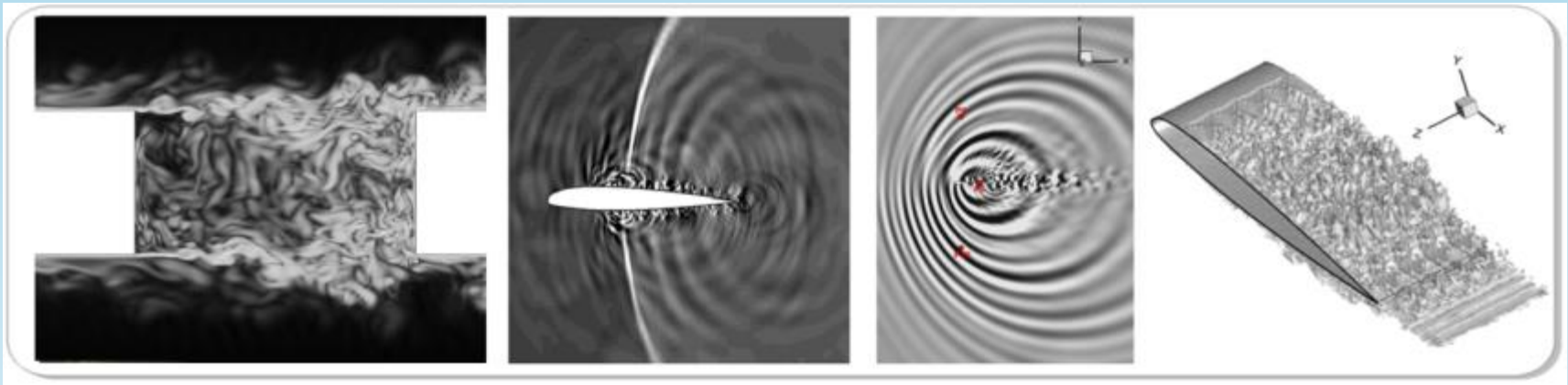
Современные модели имеют горизонтальное разрешение порядка 100 км, не позволяющее воспроизводить региональные особенности климатической системы. Необходим переход к 1-км разрешению и использованию экзафлопсных вычислительных систем.

Задачи аэродинамики и аэроакустики

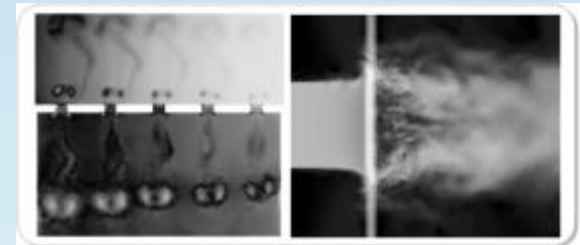
Крупномасштабные расчеты фундаментальных и промышленно-ориентированных задач, характерных для авиационных приложений:



- ✓методика суперкомпьютерного моделирования опробована на широком классе задач;
- ✓расчеты на неструктурированных сетках с десятками миллионов элементов на тысячах процессоров;
- ✓хорошее согласование с экспериментальными данными, в том числе ЦАГИ, ЦНИИМаш, NLR (Нидерланды) для сложных турбулентных течений;



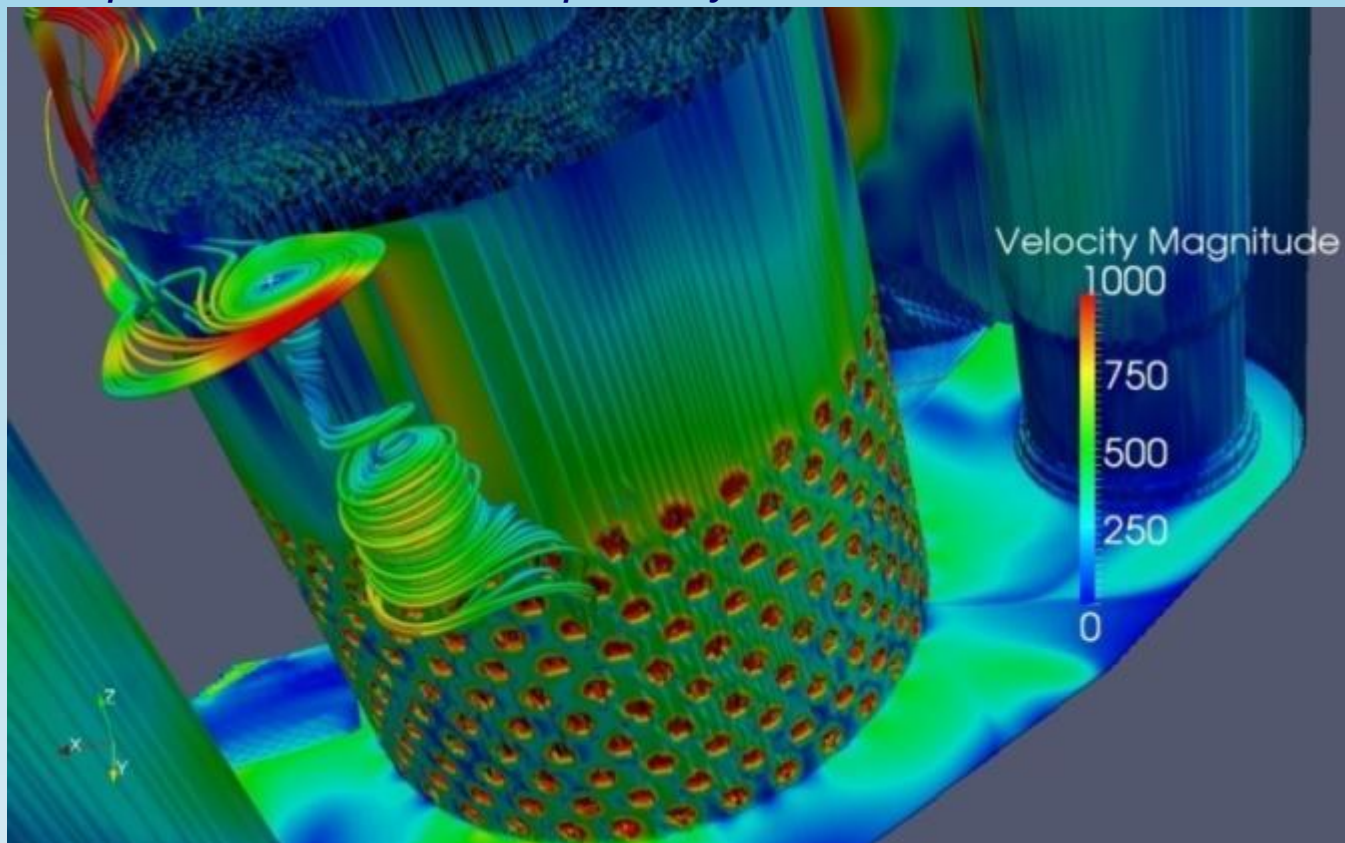
- ✓необходимость высокого разрешения по пространству и времени;
- ✓расчеты реальных конфигураций изделий требуют огромных сеток;
- ✓проведение больших серий расчетов по оптимизации изделий.



Всё это требует на порядок большей вычислительной мощности.

Расчеты реактора БН-1200 (МГУ, ИБРАЭ РАН и ОКБМ им. Африкантова)

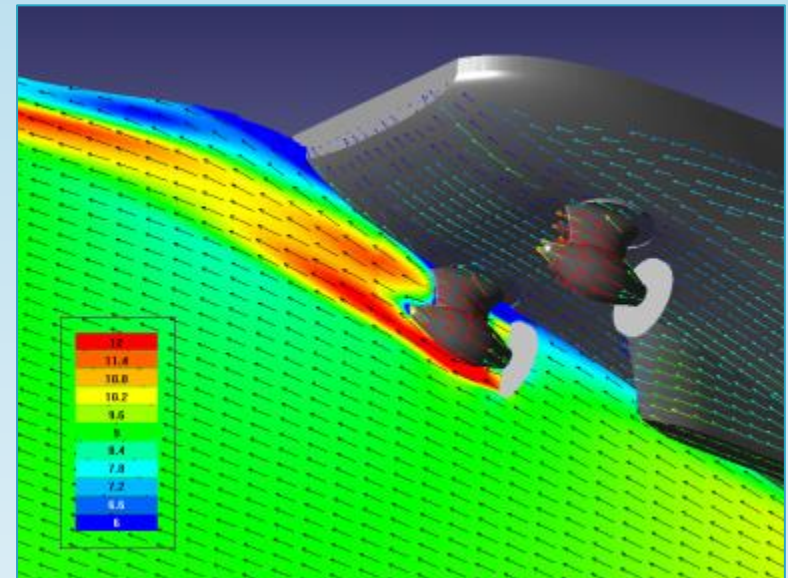
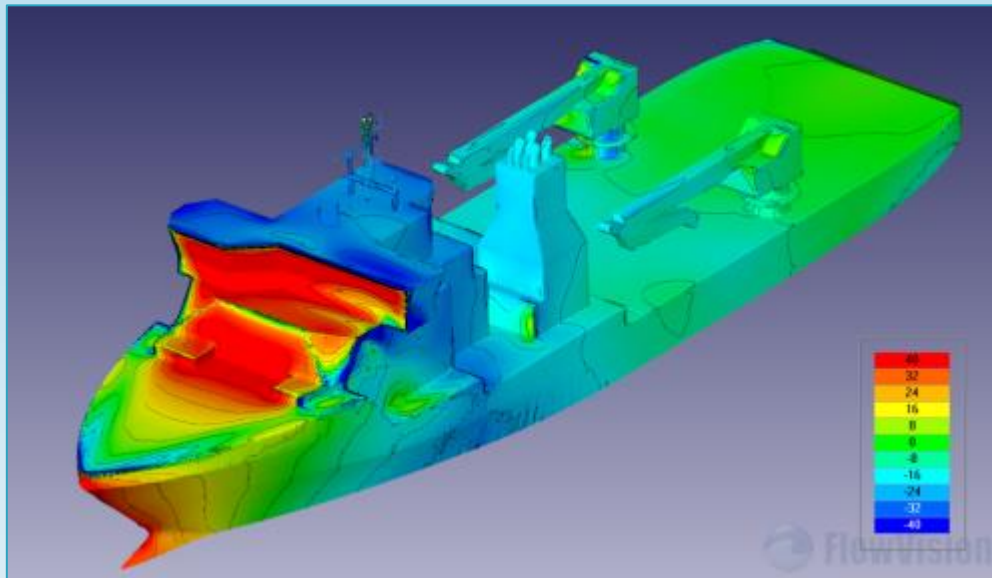
Поле скоростей: расчет на двух миллиардах ячеек. Моделирование фрагментов поворотной колонны и промежуточного теплообменника.



Расчеты на «Ломоносове» с мощностью до 1.5 Пфлопс занимали от 1 недели до 2 месяцев. Для проведения промышленных расчетов необходима более высокая степень детализации расчетной области, которая потребует суперкомпьютерных мощностей от 10 Пфлопс и выше.

Моделирование для проектирования кораблей

В настоящее время суперкомпьютер позволяет решать отдельные задачи определения силы трения воды о корпус судна с приближенной моделью движителя (10-20 миллионов ячеек). Будущее – учет детальной модели винта, внешнее волнение, кавитация, качка судна – 100 тыс. процессоров.



Наука в суперкомпьютерных технологиях



Программная инфраструктура суперкомпьютера “Ломоносов” (масштабируемость?)

Прикладные пакеты, системы, инструменты, средства – более 60,
и это число постоянно растет:

Intel ICC/IFORT, GCC, PathScale, PGI, MPIs, Intel VTune Performance Analyzer, Intel Cluster Tools, RogueWave TotalView, RogueWave ThreadSpotter, Alinea DDT, ScaLAPACK, ATLAS, IMKL, AMCL, BLAS, LAPACK, FFTW, cuBLAS, cuFFT, MAGMA, cuSPARSE, CUSP, and cuRAND...

VASP, WIEN2k, CRYSTAL, Gaussian, MOLPRO, Turbomole, Accelrys Material Studio, MesoProp, MOLCAS, Gromacs, FireFly, LAMMPS, NAMD, GAMESS, Quantum ESPRESSO, ABINIT, Autodock, CP2K, NWChem, PRIRODA, SIESTA, Amber, CPMD, DL POLY, VMD, GULP, Aztec, Geant, OpenFOAM, PARMETIS, FDMNES, GSL, METIS, Msieve, Octave, OpenMX, PETSc, SMEAGOL, VisIt, VTK, WRF...

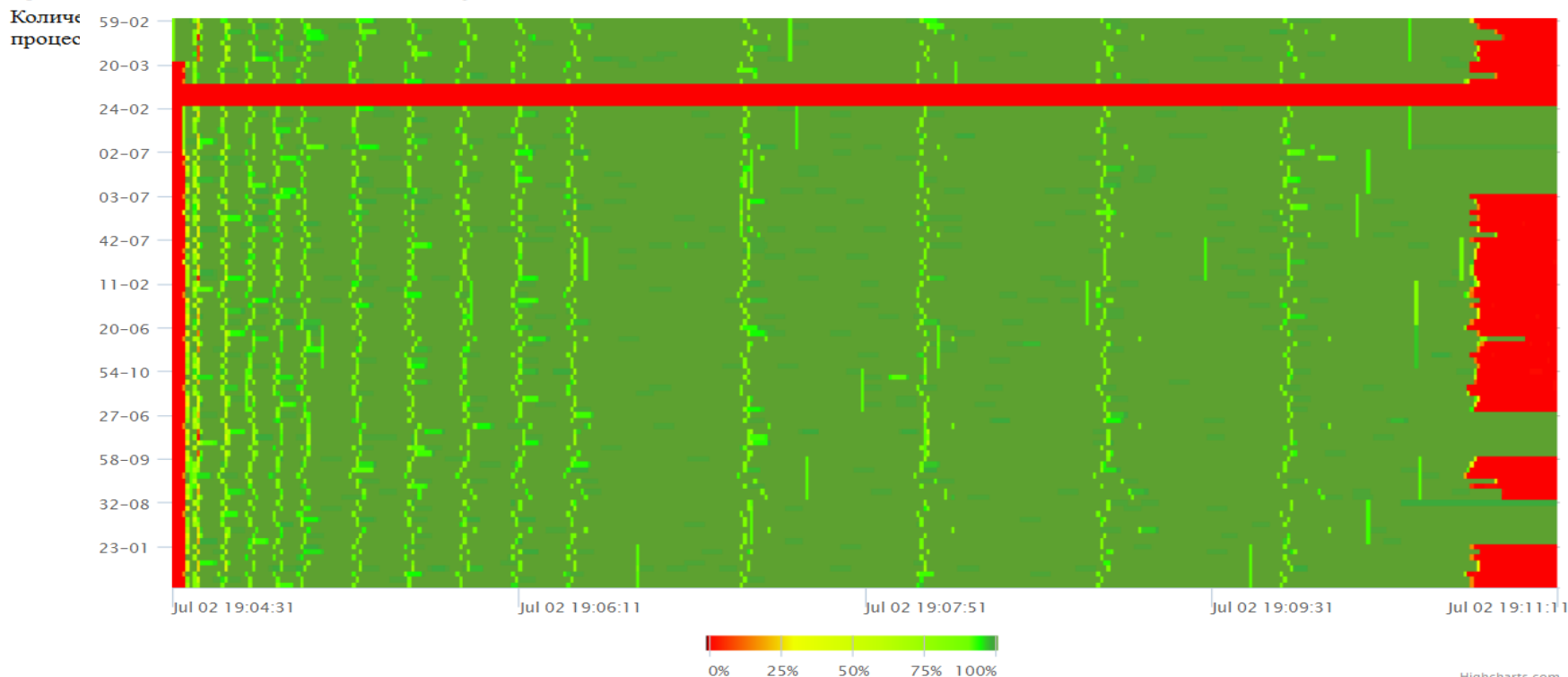
Тонкий анализ динамики суперкомпьютерных приложений

Информация о задаче № regular-1404302831-496016 пользователя

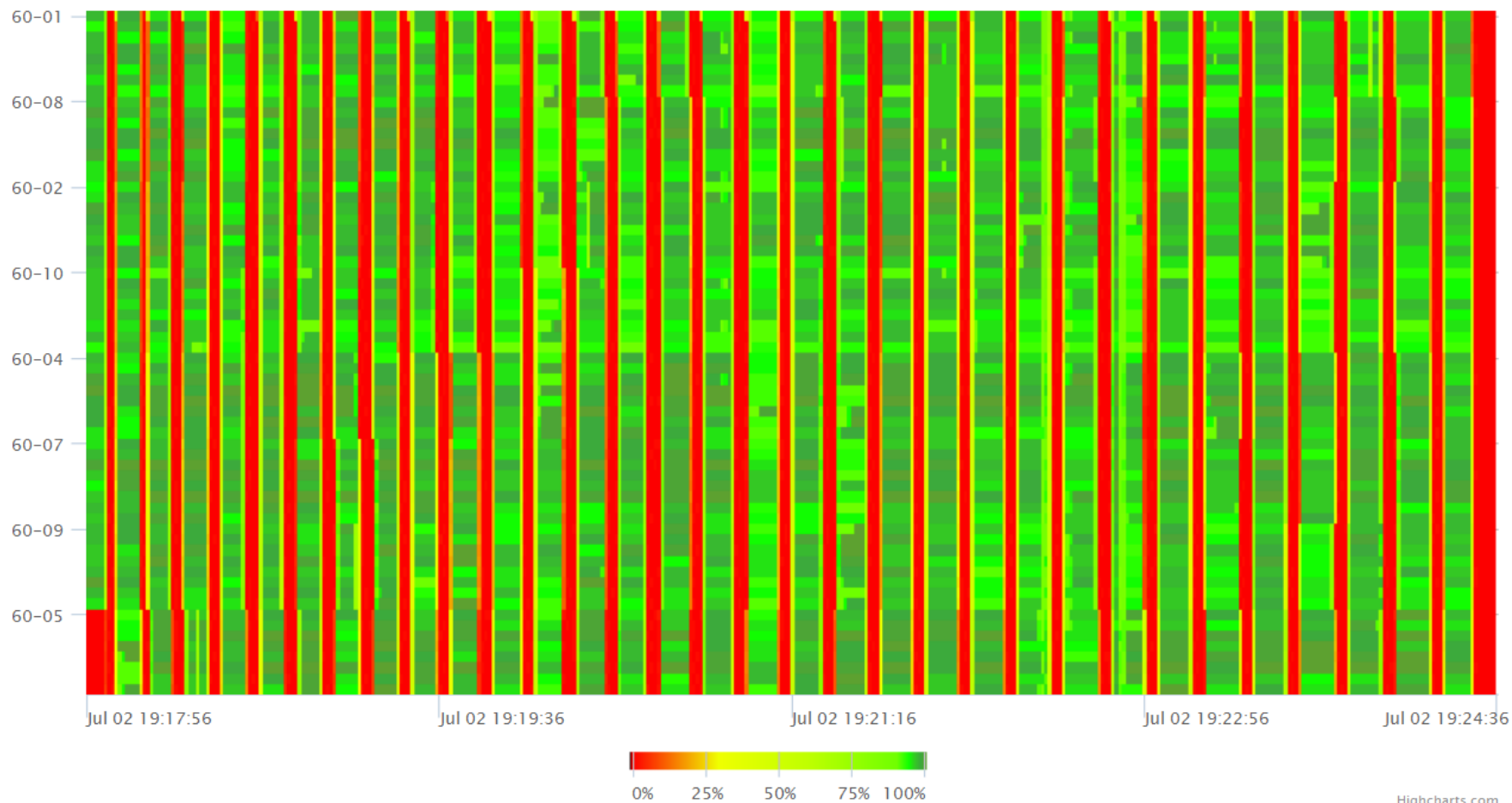
[expand all](#)

Информация о запуске

Строка запуска: ./2dxy_m01_p08.ex
Число ядер: 100
Номера узлов: node-02-07,node-03-07,node-11-02,node-20-03,node-20-06,node-23-01,node-24-02,node-27-06,node-32-08,node-42-07,node-54-10,node-58-09,node-59-02
Дата постановки в очередь: Wed, 02 Jul 2014 16:07:11 (1404302831)
Дата запуска: Wed, 02 Jul 2014 19:04:29 (1404313469)
Дата окончания счета: Wed, 02 Jul 2014 19:46:13 (1404315973)
Время счета: 0 days 0 hours 41 minutes 44 seconds
Время ожидания: 0 days 2 hours 57 minutes 18 seconds



Тонкий анализ динамики суперкомпьютерных приложений

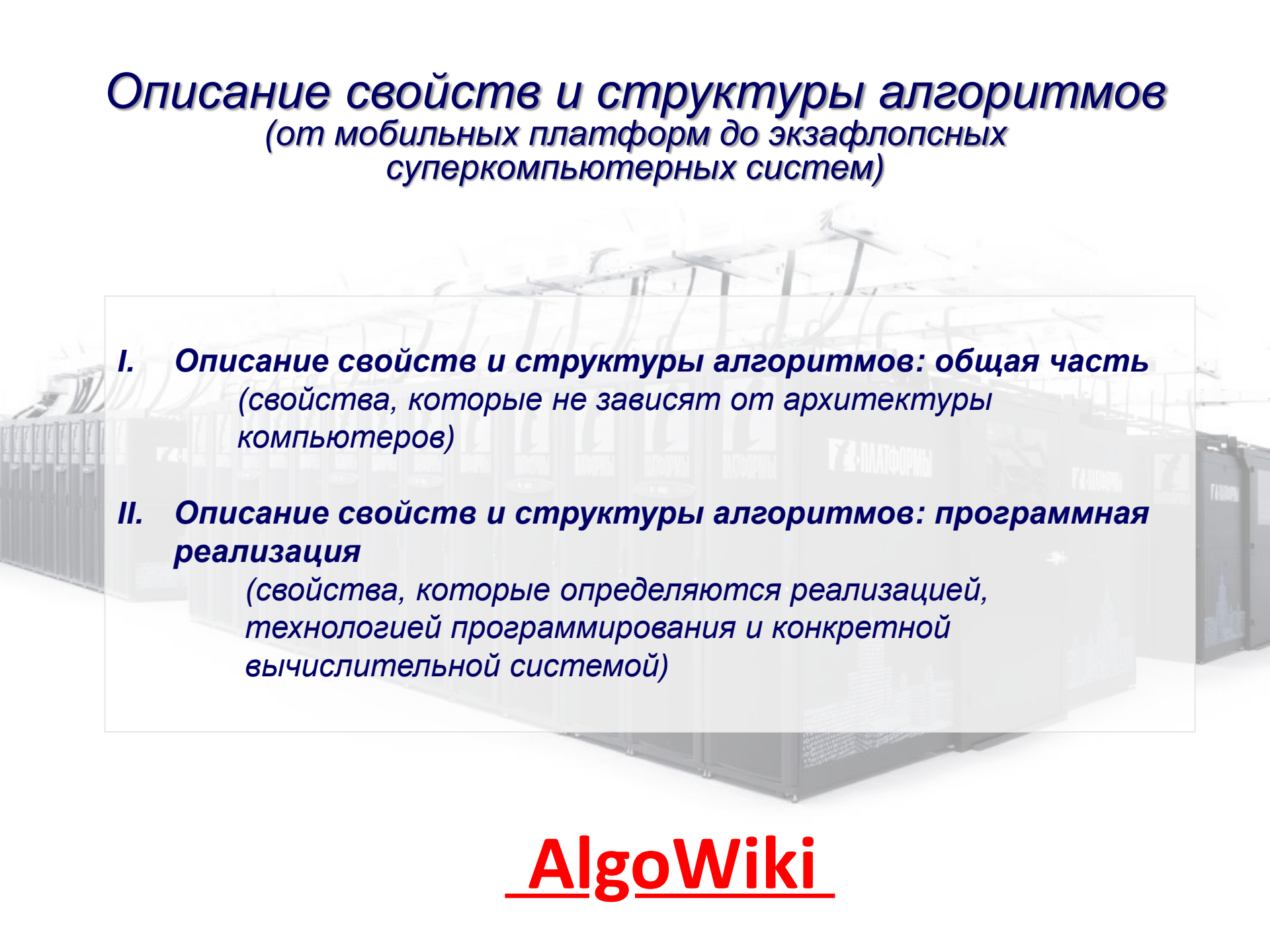


Тонкий анализ динамики суперкомпьютерных приложений



Описание свойств и структуры алгоритмов

(от мобильных платформ до экзафлопсных суперкомпьютерных систем)

- 
- I. **Описание свойств и структуры алгоритмов: общая часть**
(свойства, которые не зависят от архитектуры компьютеров)
 - II. **Описание свойств и структуры алгоритмов: программная реализация**
(свойства, которые определяются реализацией, технологией программирования и конкретной вычислительной системой)

AlgoWiki

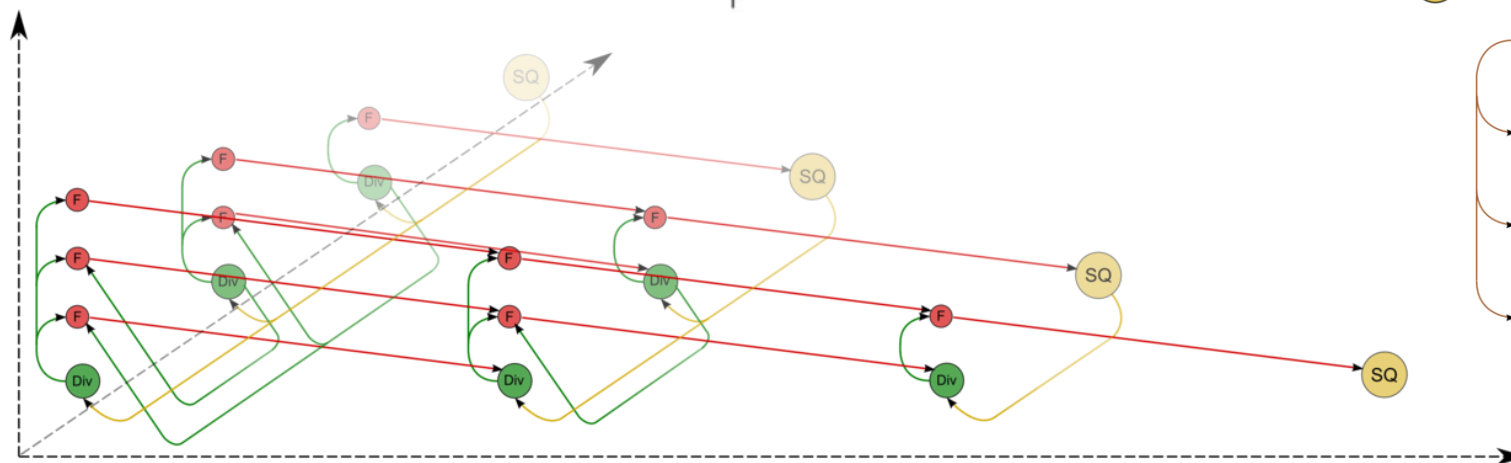
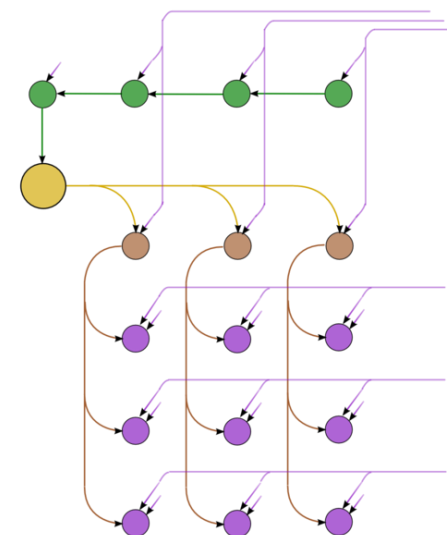
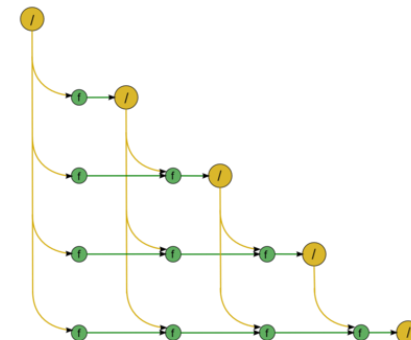
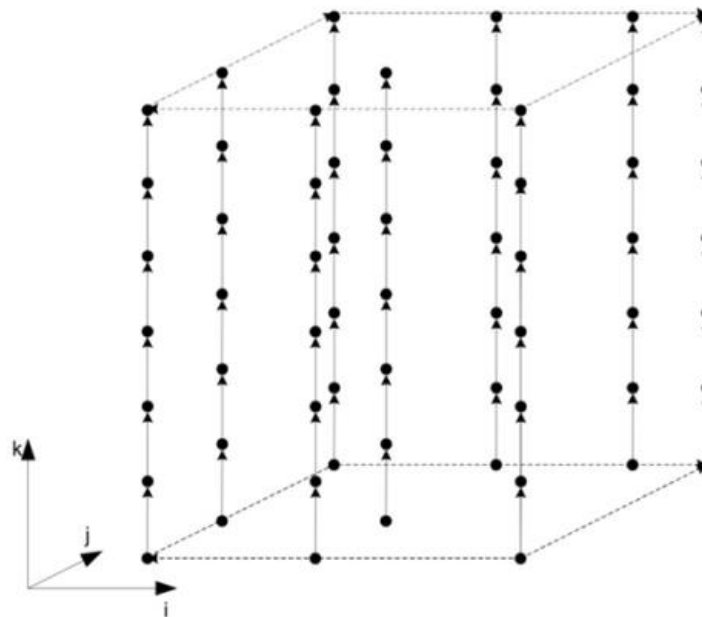
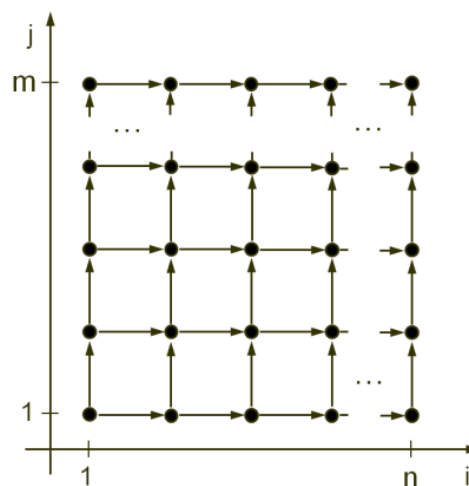
Описание свойств и структуры алгоритмов

(от мобильных платформ до экзафлопсных суперкомпьютерных систем)

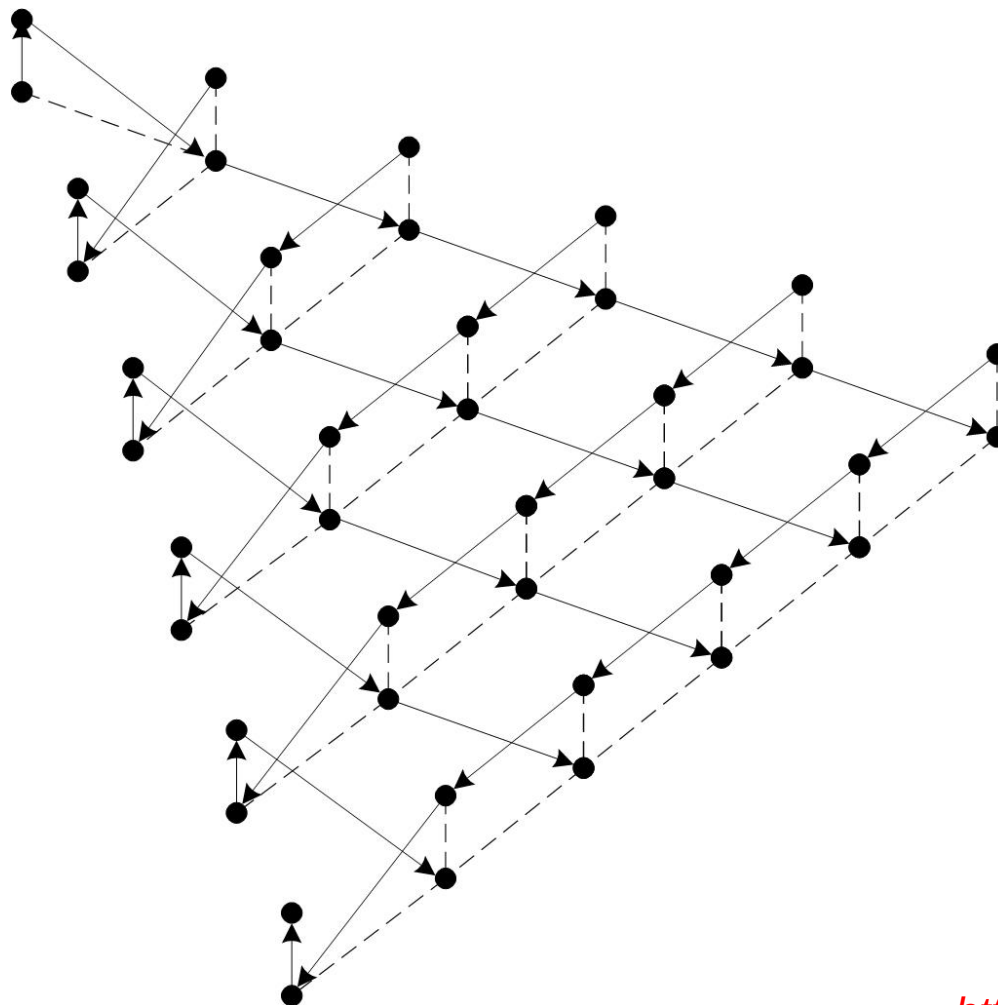
I. Описание свойств и структуры алгоритмов: общая часть

- Словесное описание алгоритма
- Математическое описание
- Вычислительное ядро алгоритма
- Макроструктура алгоритма
- Описание схемы реализации последовательного алгоритма
- Последовательная сложность алгоритма
- Информационный граф
- Описание ресурса параллелизма алгоритма
- Описание входных и выходных данных
- Свойства алгоритма
- ...

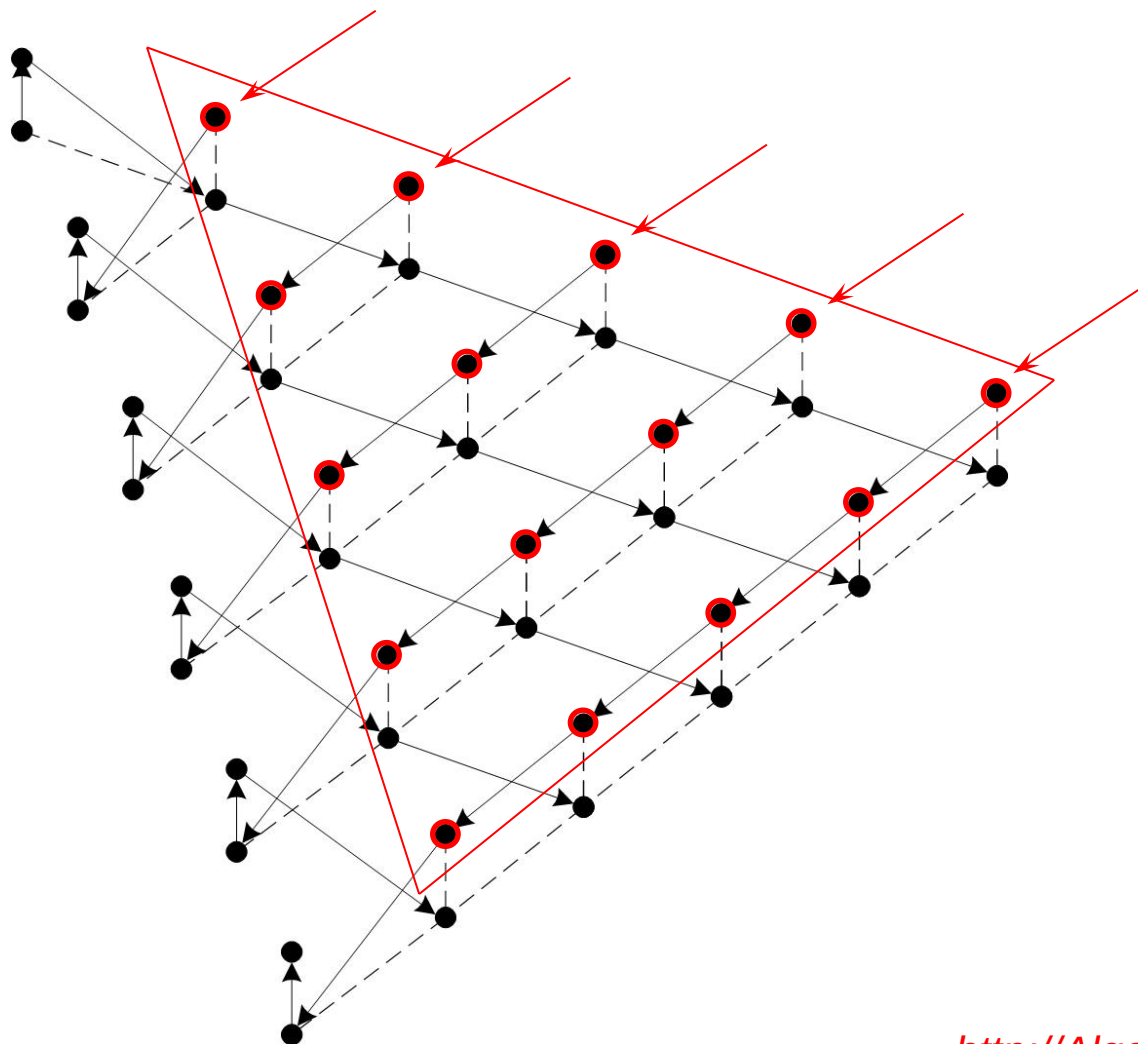
Описание свойств и структуры алгоритмов (информационный граф)



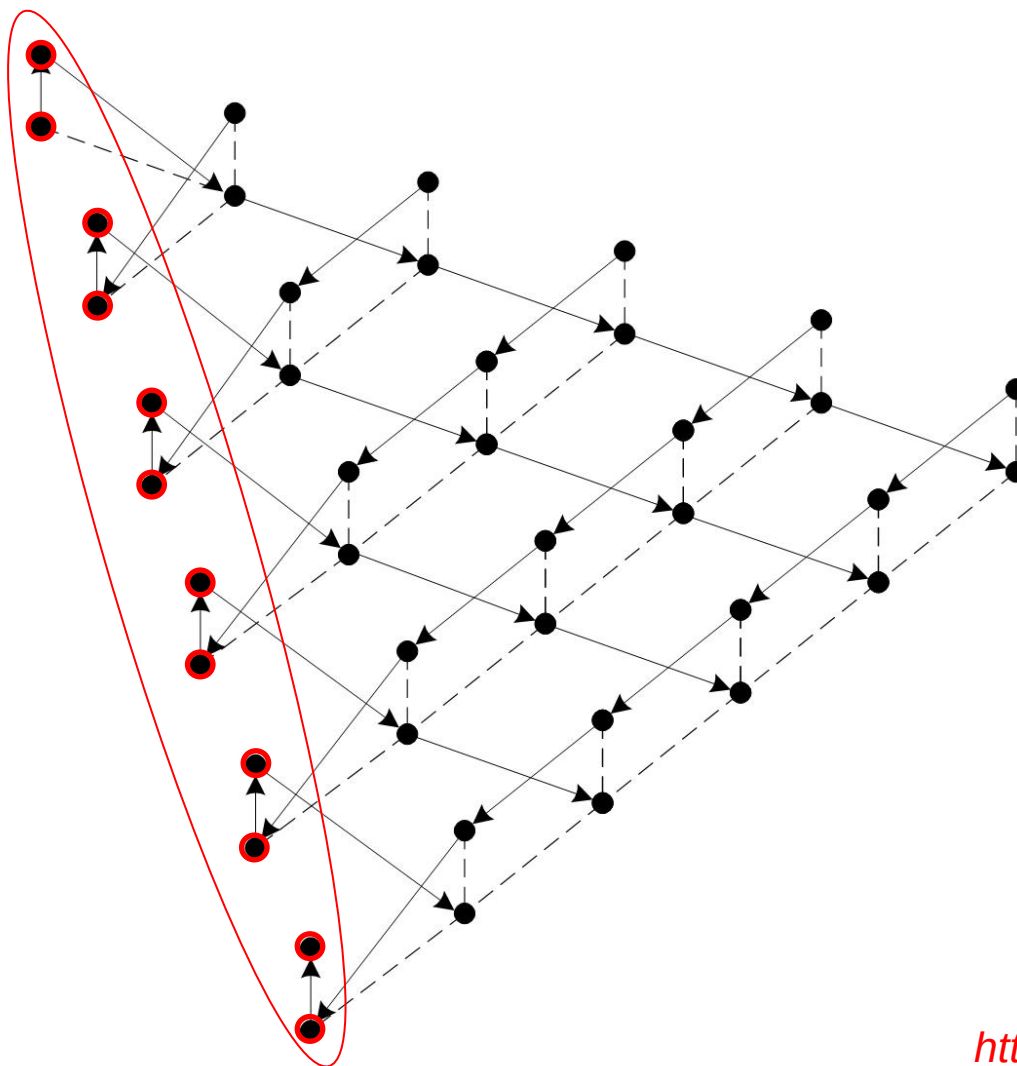
Описание свойств и структуры алгоритмов (информационный граф)



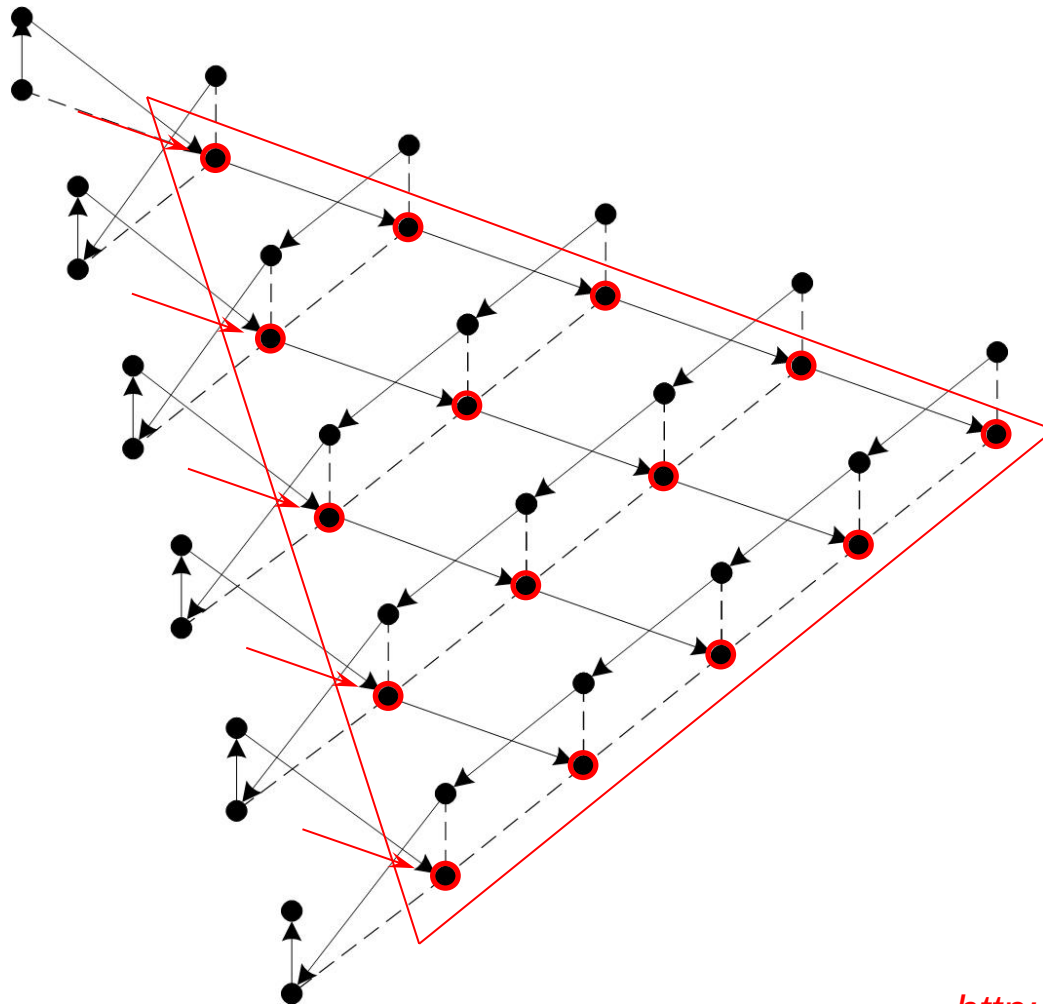
Описание свойств и структуры алгоритмов (информационный граф)



Описание свойств и структуры алгоритмов (информационный граф)



Описание свойств и структуры алгоритмов (информационный граф)



Описание свойств и структуры алгоритмов

Метод Холецкого (нахождение симметричного треугольного разложения)

Содержание [убрать]

- 1 Разложение Холецкого (метод квадратного корня), базовый точечный вещественный вариант для плотной симметричной положительно-определённой матрицы
- 2 Разложение Холецкого, блочный вещественный вариант для плотной симметричной положительно-определённой матрицы
- 3 Разложение Холецкого для плотной комплексно-симметричной матрицы
 - 3.1 Точечный вариант
 - 3.2 Блочный вариант
- 4 Разложение Холецкого, точечный вещественный вариант для разреженной симметричной положительно-определённой матрицы
 - 4.1 Основные отличия от случая плотной матрицы
 - 4.2 Переупорядочивания для уменьшения количества новых ненулевых элементов
- 5 Разложение Холецкого, блочный вещественный вариант для разреженной симметричной положительно-определённой матрицы
- 6 Использование разложения Холецкого в итерационных методах
 - 6.1 Ограничивание заполнения в разложении Холецкого
 - 6.2 Неполное разложение Холецкого по позициям IC(k)
 - 6.3 Приближенное разложение Холецкого по значениям IC(tau)
 - 6.4 Приближенное разложение Холецкого второго порядка IC(tau1,tau2)
 - 6.5 Комбинация разложений Холецкого IC(k,tau) и IC(tau,m)
- 7 Использование разложения Холецкого в параллельных итерационных алгоритмах
 - 7.1 Переупорядочивания для выделения блочности
 - 7.1.1 Метод минимальных сепараторов
 - 7.1.2 Метод минимальной степени (Minimum Degree - MD)
 - 7.1.3 Метод вложенных сечений (Nested Dissection - ND)
 - 7.2 Разложение в независимых блоках
 - 7.3 Разложение в сепараторах
 - 7.4 Иерархические и вложенные алгоритмы
 - 7.5 Блочный метод Якоби (без перекрытия блоков, Block Jacobi - BJ)
 - 7.6 Аддитивный метод Шварца (Additive Schwarz - AS)
 - 7.7 Блочный метод неполного обратного разложения Холецкого (BILC)
- 8 Решение линейной системы с треугольной матрицей
 - 8.1 Решение системы с плотной верхнетреугольной матрицей
 - 8.2 Решение системы с плотной нижнетреугольной матрицей
 - 8.3 Решение системы с разреженной верхнетреугольной матрицей
 - 8.4 Решение системы с разреженной нижнетреугольной матрицей
 - 8.5 Решение системы с комплексной треугольной матрицей
 - 8.6 Решение систем с блочноокаймленными треугольными матрицами

Описание свойств и структуры алгоритмов

(от мобильных платформ до экзафлопсных суперкомпьютерных систем)

I. Описание свойств и структуры алгоритмов: общая часть

- Словесное описание алгоритма
- Математическое описание
- Вычислительное ядро алгоритма
- Макроструктура алгоритма
- Описание схемы реализации последовательного алгоритма
- Последовательная сложность алгоритма
- Информационный граф
- Описание ресурса параллелизма алгоритма
- Описание входных и выходных данных
- **Свойства алгоритма**
- ...

Описание свойств и структуры алгоритмов

(свойства алгоритмов)

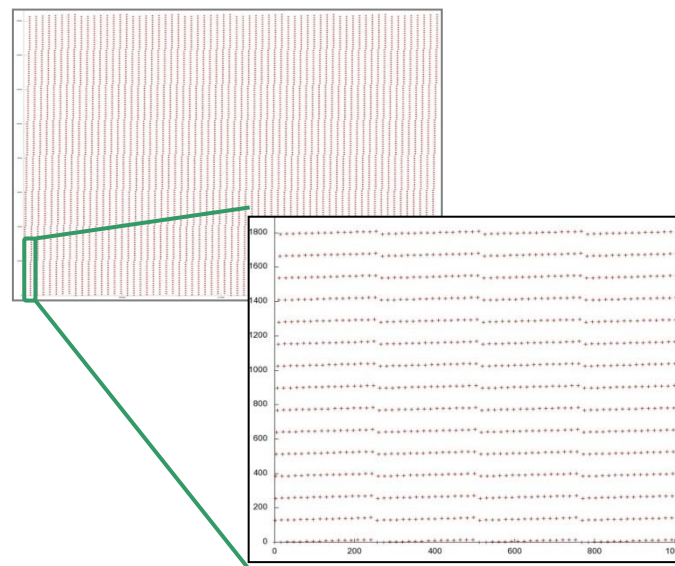
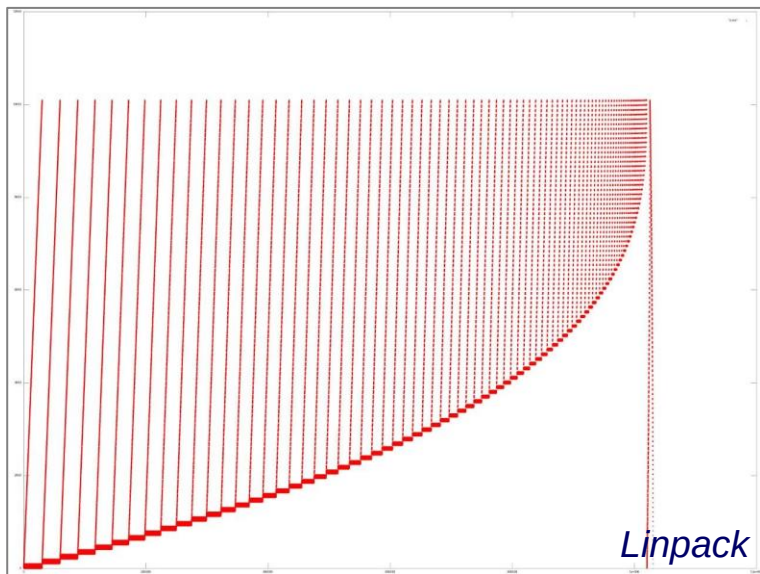
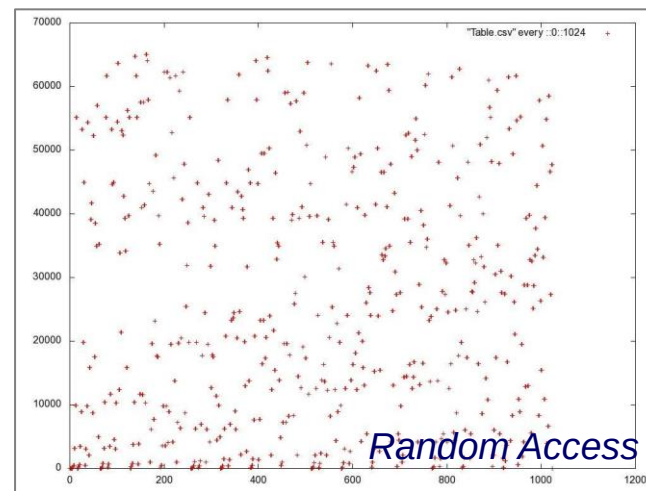
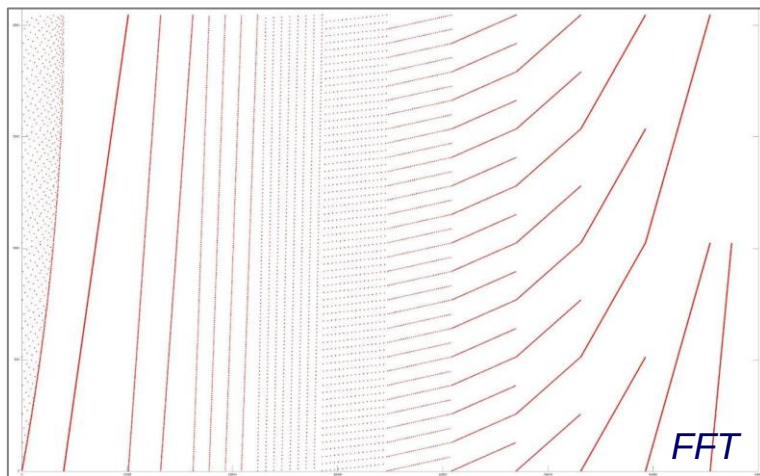
- соотношение последовательной и параллельной сложности данного алгоритма;
- вычислительная мощность алгоритма (отношение числа операций к суммарному объему входных и выходных данных);
- сбалансированность типов операций;
- детерминированность алгоритма, которая может определяться:
 - числом итераций,
 - структурами данных (например, структура разреженности матриц),
 - использование датчиков случайных чисел,
 - использование другого порядка выполнения ассоциативных операций, что может привести к накоплению ошибок округления.
- особенности семейств дуг информационного графа, регулярность, наличие “длинных” дуг в информационном графе;
- интенсивность работы с данными, степень исхода вершин информационного графа;
- известные компактные укладки графа;
- ...

Описание свойств и структуры алгоритмов (от мобильных платформ до экзафлопсных суперкомпьютерных систем)

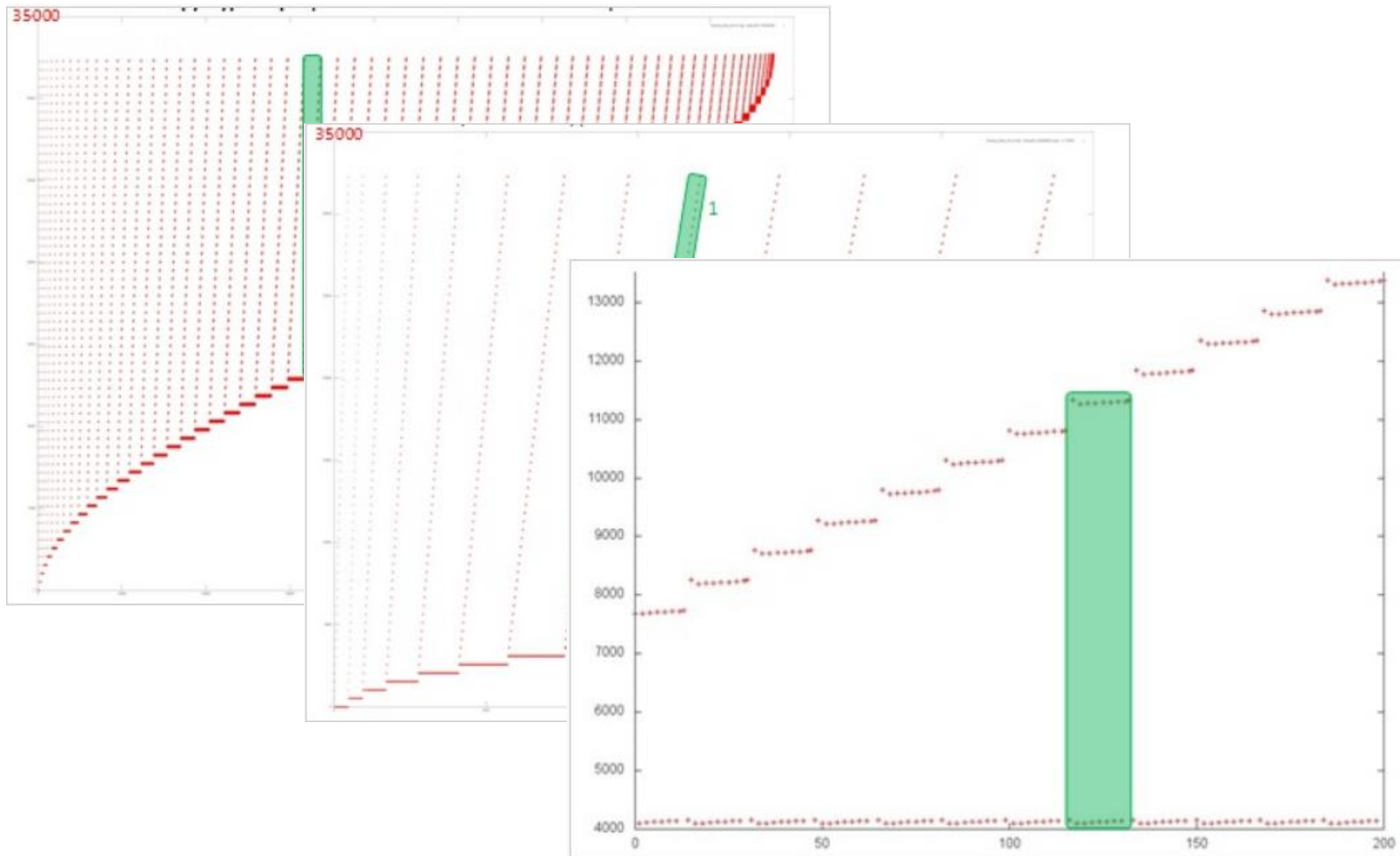
II. Описание свойств и структуры алгоритмов: программная реализация

- Особенности реализации последовательного алгоритма
- Описание локальности данных и вычислений
- Возможные способы и особенности реализации параллельного алгоритма
- Масштабируемость алгоритма и его реализации
- Эффективность реализации алгоритма
- Выводы для классов архитектур
- Существующие реализации алгоритма
- ...

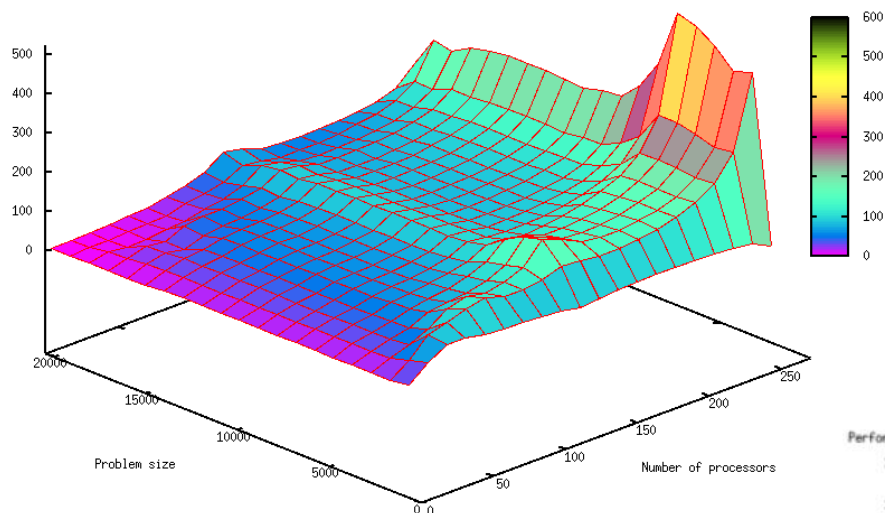
Описание свойств и структуры алгоритмов (описание локальности данных)



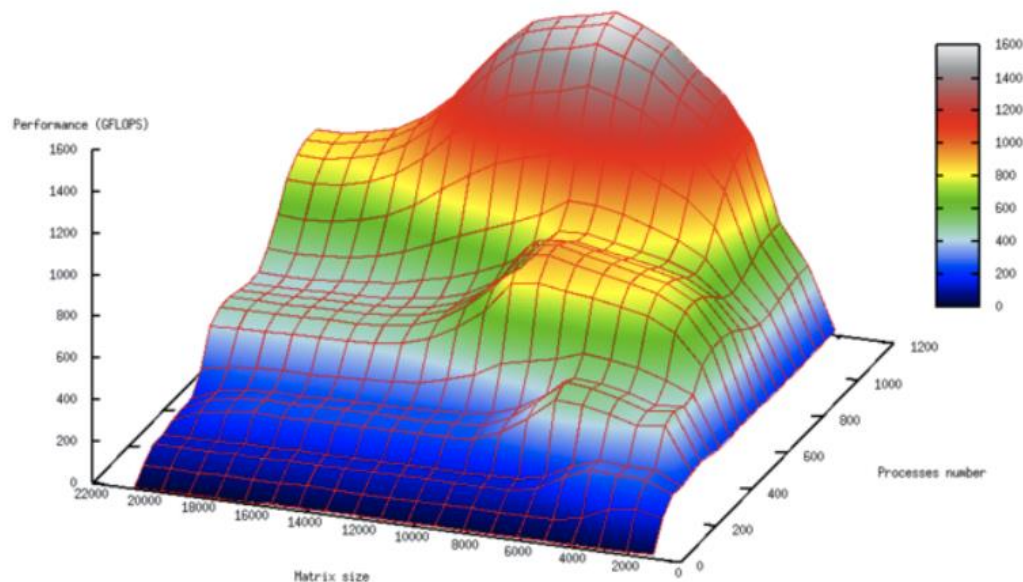
Описание свойств и структуры алгоритмов (локальность данных: разложение Холецкого)



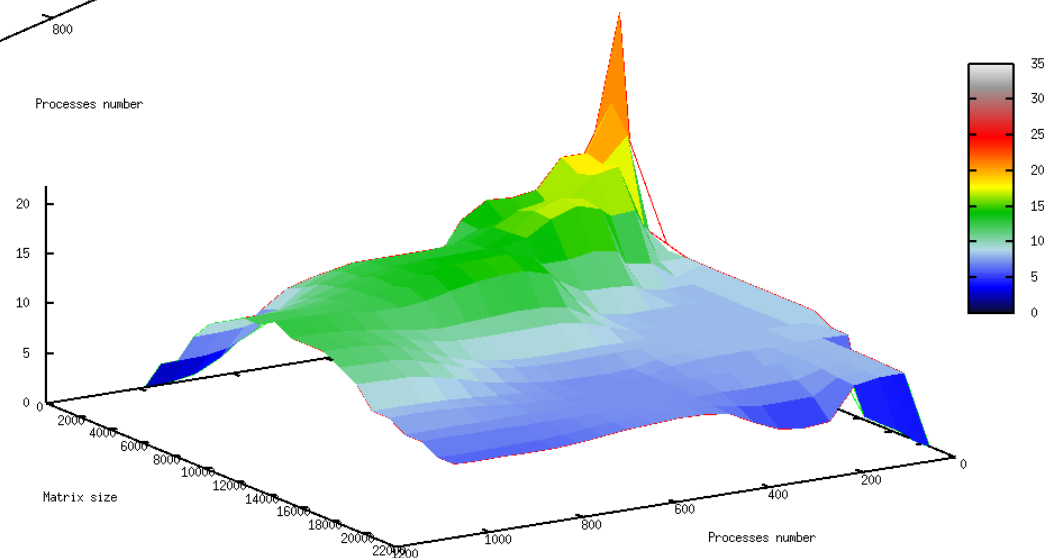
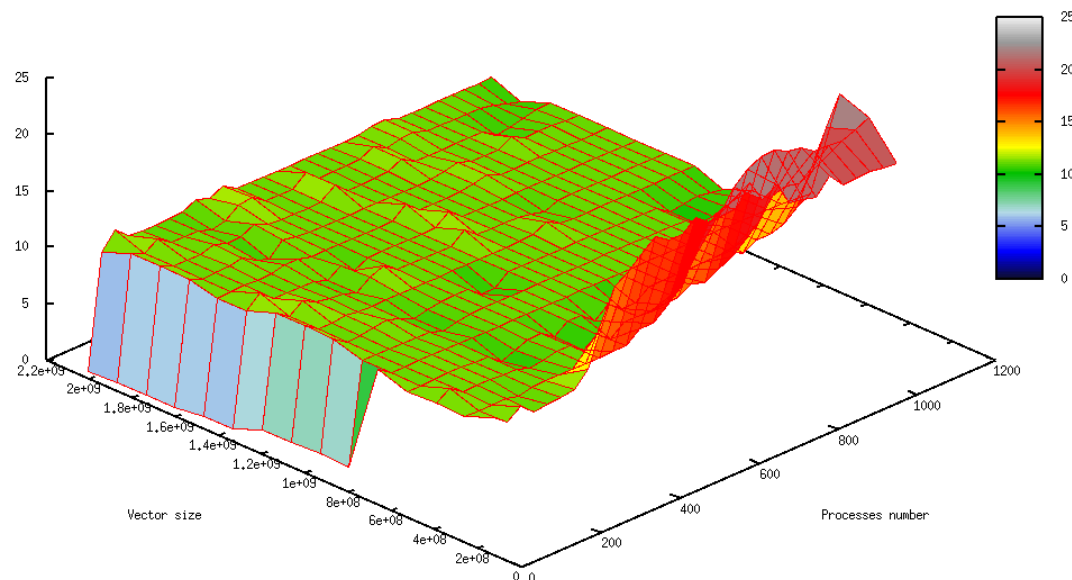
Описание свойств и структуры алгоритмов (масштабируемость алгоритмов: производительность)



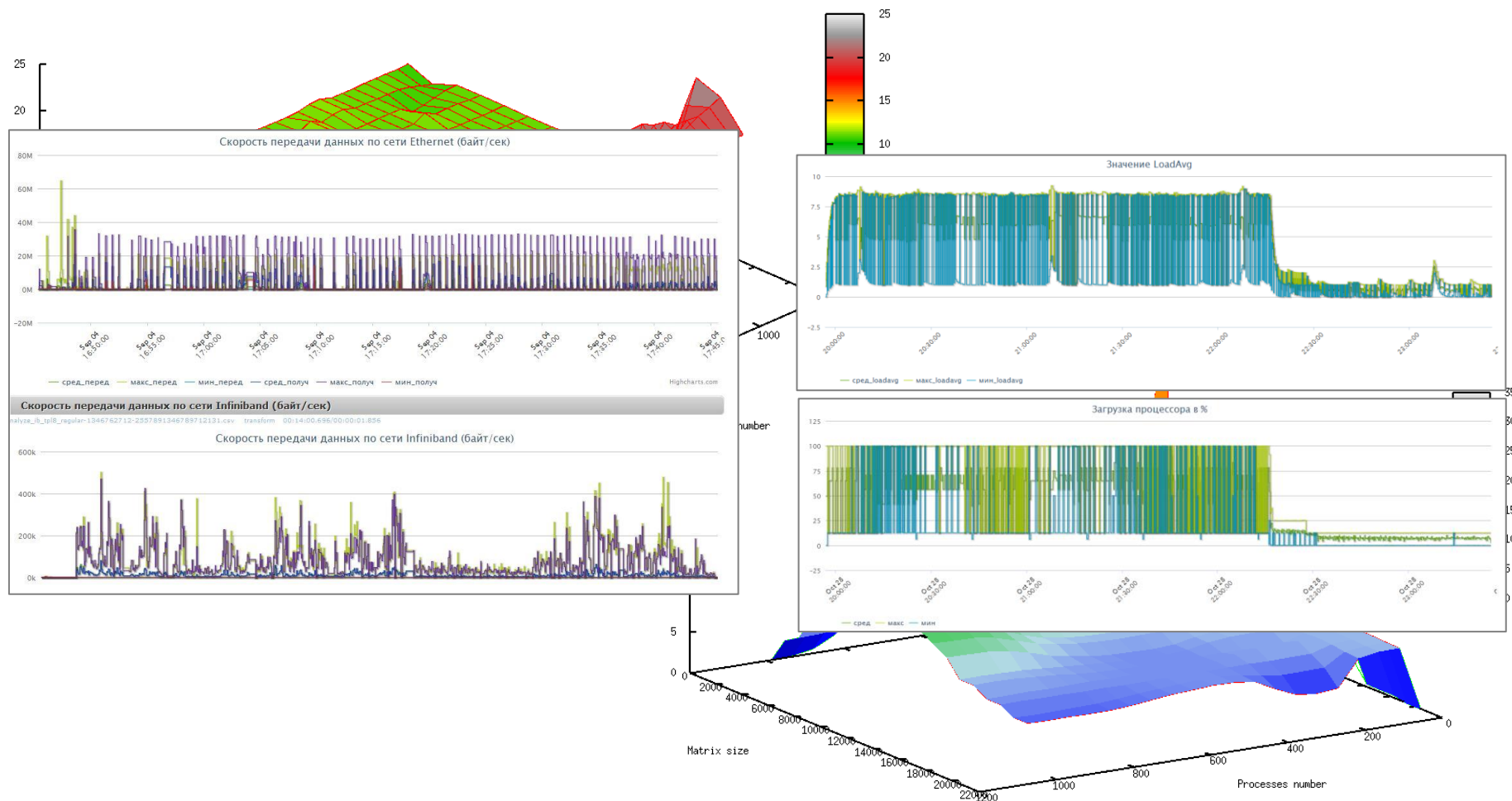
AlgoWiki и Top500



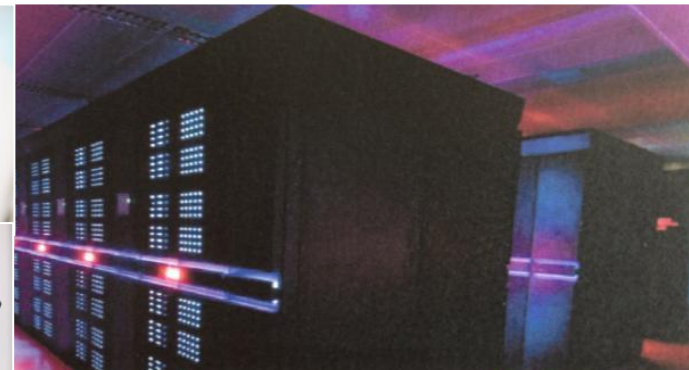
Описание свойств и структуры алгоритмов (масштабируемость алгоритмов: эффективность)



Описание свойств и структуры алгоритмов (динамические характеристики)



Почему все это расположено рядом?



Эффективность суперкомпьютерных центров

1 Pflop/s system... Что мы ожидаем?

ПОЛЕЗНЫХ

$1 \text{ Pflop} * 60 \text{ сек} * 60 \text{ мин} * 24 \text{ часов} * 365 \text{ дней} = 31,5 \text{ ZettaFlop} (10^{21}) \text{ в год}$

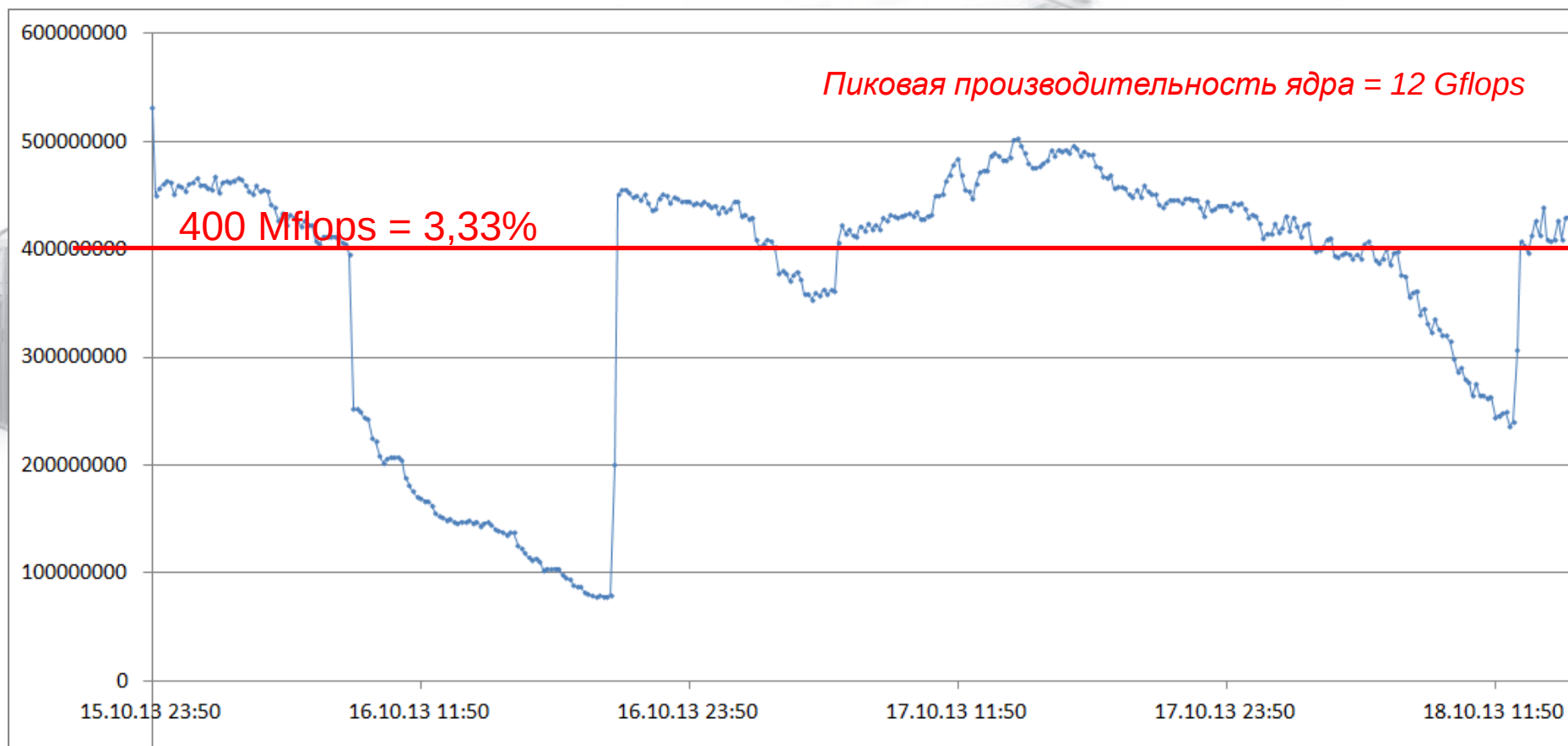
А что имеем в действительности? Ничтожная доля...

Суперкомпьютеры и паровозы...
У кого КПД выше?



Текущая тенденция: особенности архитектуры, сложный поток задач, плохая локальность данных, огромная степень параллелизма и т.п. – все это катастрофически влияет на эффективность работы суперкомпьютеров.

Эффективность суперкомпьютерных центров (простая оценка)



Усредненная производительность одного ядра
суперкомпьютера “Чебышев” за 3 дня

Что такое 10-петафлопсный суперкомпьютер?

- Высокая стоимость,
- Высокое энергопотребление,
- Разнообразие приложений,
- Высокая степень параллелизма,
- Большие числа – повсюду,



Большие числа суперкомпьютерных центров (степень параллелизма)

Сегодня в суперкомпьютерах все параметры большие :

- Ядра, процессоры, ускорители, узлы,
- Компоненты аппаратуры,
- Компоненты программного обеспечения,
- Число файлов в СХД, число буферов,
- Трафик в интерконнекте,
- Число пользователей, проектов,
- Выполняющиеся и ожидающие задачи,
- ...

И все эти числа очень быстро растут !

Что такое 10-петафлопсный суперкомпьютер?

- Высокая стоимость,
- Высокое энергопотребление,
- Разнообразие приложений,
- Высокая степень параллелизма,
- Большие числа – повсюду,
- Почти невозможно точно описать/предсказать состояние системы,



Мы потеряли контроль над состоянием суперкомпьютеров...

Атомные электростанции (полный контроль)



Что такое 10-петафлопсный суперкомпьютер?

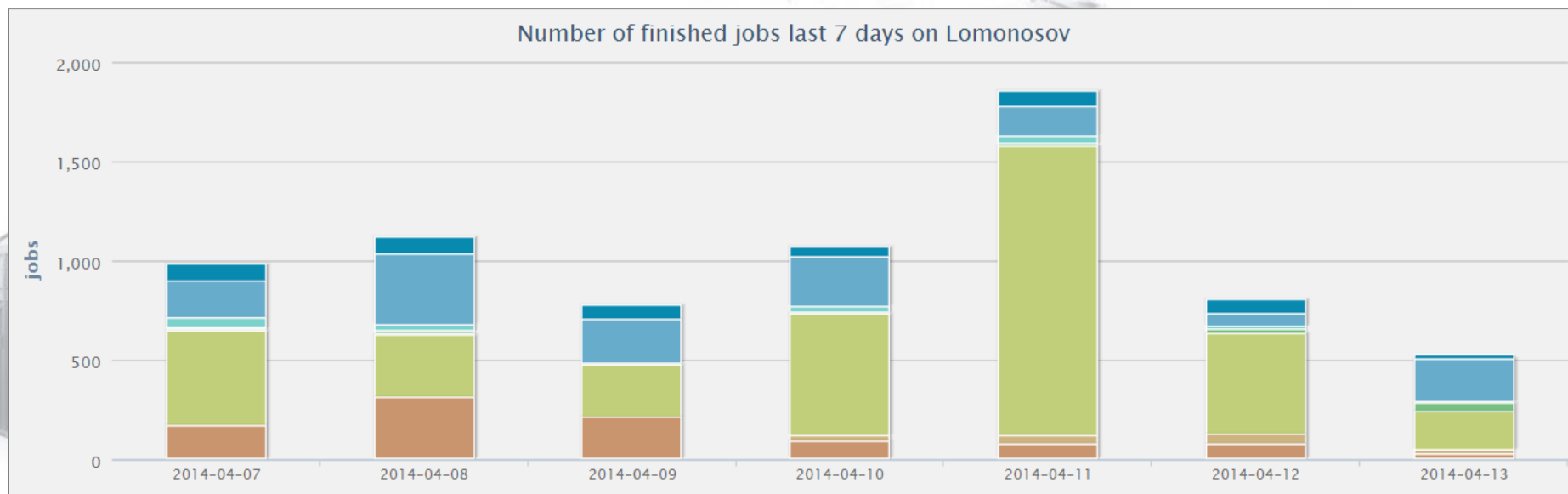
- Высокая стоимость,
- Высокое энергопотребление,
- Разнообразие приложений,
- Высокая степень параллелизма,
- Большие числа - повсюду,
- Почти невозможно точно описать/предсказать состояние системы,



Мы потеряли контроль ...

А нужен ли нам контроль?

Управление суперкомпьютером: стоимость задержки в принятии решения...



Суперкомпьютер “Ломоносов”:

- выполняет около 1000 заданий в день,
- в каждый момент времени около 200 заданий на этапе выполнения,

Если планировщик заданий “повис”, то уже
через 2-3 часа **половина суперкомпьютера будет простаивать.**

Суперкомпьютеры: три составные части эффективности

Если что-то может снизить эффективность, то мы должны уметь это обнаруживать.

Мы должны быть уверены, что система ведет себя так, как мы этого ожидаем.

Контроль

Гарантии
(предсказуемость поведения)

Оповещение

Мы должны вовремя узнать о происходящем

Гарантии, предсказуемость и автономная жизнь суперкомпьютеров

(вторая часть: предсказуемость поведения)

Большие числа в суперкомпьютерах: ядра, процессоры, ускорители, узлы, компоненты HW&SW, файлы, индексы, пользователи, проекты, процессы, нити, исполняющиеся и ждущие задания...



Мы не знаем и не можем описать состояние компонент суперкомпьютера в какой-либо момент времени: полностью исправны, нарастают ошибки, эпизодические ошибки, неисправны ?..

Гарантии, предсказуемость и автономная жизнь суперкомпьютеров

(вторая часть: предсказуемость поведения)

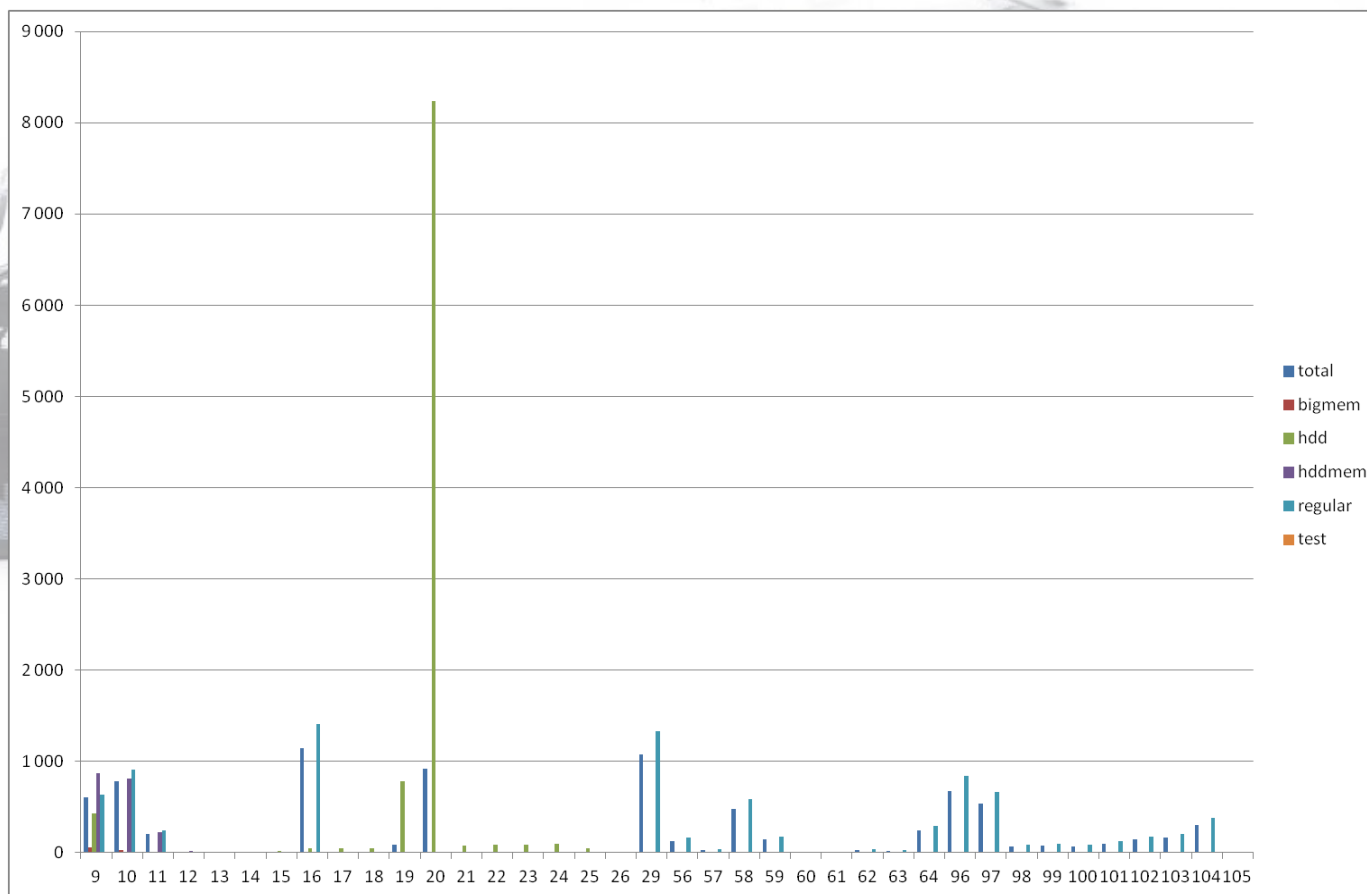
Что сейчас? Мы лишь надеемся, что компонента HW/SW работает до тех пор, пока не получаем явных доказательств неисправности.

Что нам нужно?

Нам нужны гарантии:
если что-то происходит в
суперкомпьютере, мы должны
сразу же быть об этом уведомлены.



Распределение LoadAVG за 3 дня (вторая часть: предсказуемость поведения)



*LoadAVG: среднее число процессов, готовых к исполнению.
Необходим тотальный контроль!*

Гарантии, предсказуемость и автономная жизнь суперкомпьютеров

(вторая часть: предсказуемость поведения)

Что сейчас? Мы лишь надеемся, что компонента HW/SW работает до тех пор, пока не получаем явных доказательств неисправности.

Что нам нужно?

Наши ожидания = Реальность

*Нам нужны гарантии:
если что-то происходит в
суперкомпьютере, мы должны
сразу же быть об этом уведомлены.*

Мы хотим, чтобы система работала так, как мы ожидаем.



Гарантии, предсказуемость и автономная жизнь суперкомпьютеров

(вторая часть: предсказуемость поведения)

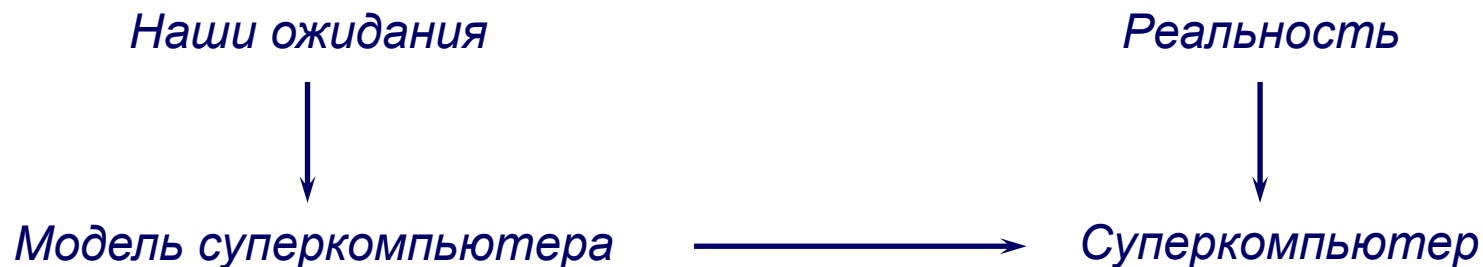
*Если возникло несоответствие между нашими ожиданиями и реальным поведением суперкомпьютера, мы должны немедленно об этом узнать.
Но...*

*Суперкомпьютер огромен, мы сами больше не в состоянии его контролировать полностью.
Но...*

Суперкомпьютер может это делать сам (вместо нас), нужно только ему объяснить, что значит “наши ожидания”.

Гарантии, предсказуемость и автономная жизнь суперкомпьютеров

(вторая часть: предсказуемость поведения)



Суперкомпьютер должен быть в состоянии выполнять самодиагностику полностью автономно.

Более того:

Чем больше суперкомпьютер, тем более автономным он должен быть...

Гарантии, предсказуемость и автономная жизнь суперкомпьютеров

(вторая часть: предсказуемость поведения)

Как это можно сделать?

- Тотальный мониторинг над компонентами HW&SW, над инженерной инфраструктурой;
- Для гарантии того, что “наши ожидания = реальности”:
 - формальная модель суперкомпьютера (граф),
 - набор правил,

как основа для Автономной жизни и контроля над суперкомпьютерами МГУ:

- “Чебышев”, 60 Tflops, 625 CPUs:

В модели: 9113 вершин, 24906 ребер, 150 правил, 100 реакций;

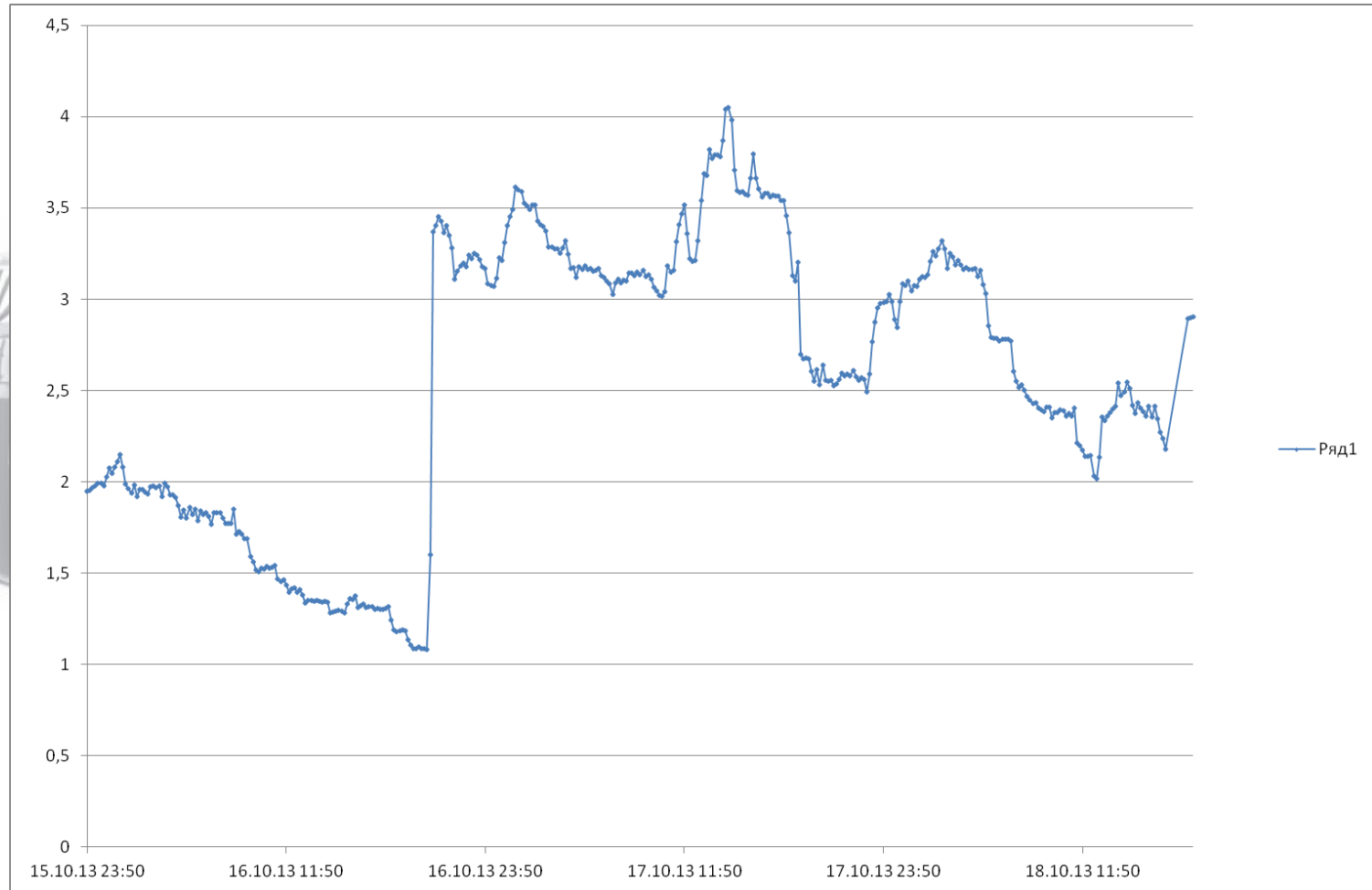
- “Ломоносов”, 1.7 Pflops, 12K CPUs, 2K GPU:

В модели: 400K+ вершин.

Разворачивание системы, Обнаружение ошибок, критических и аварийных ситуаций, Отключение минимального объема оборудования, Самодиагностика, Обеспечение преемственности и т.п. – все это делается согласно модели суперкомпьютера.

Текущая тенденция: многие решения по контролю за состоянием HW&SW суперкомпьютеров должны приниматься автоматически.

Интегральные характеристики (эффективность работы суперкомпьютера в целом)



Среднее значение LoadAVG по узлам суперкомпьютера “Чебышев” за три дня

Тонкий анализ динамики суперкомпьютерных приложений

Information about task

Task information

Execution command: /home/wasabiko/prv/bin/siesta
Number of cores: 50
Nodes: node-01-07,node-08-08,node-11-08,node-22-02,node-32-02,node-40-06,node-40-10
Submitted: Wed, 11 Dec 2013 07:15:35 (1386735335)
Started: Wed, 11 Dec 2013 18:41:39 (1386776499)
Finished: Wed, 11 Dec 2013 19:10:12 (1386778212)
Work time: 0 days 0 hours 28 minutes 33 seconds
Wait time: 0 days 11 hours 26 minutes 4 seconds
CPU*Hours: 23.79

from user wasabiko

expand all

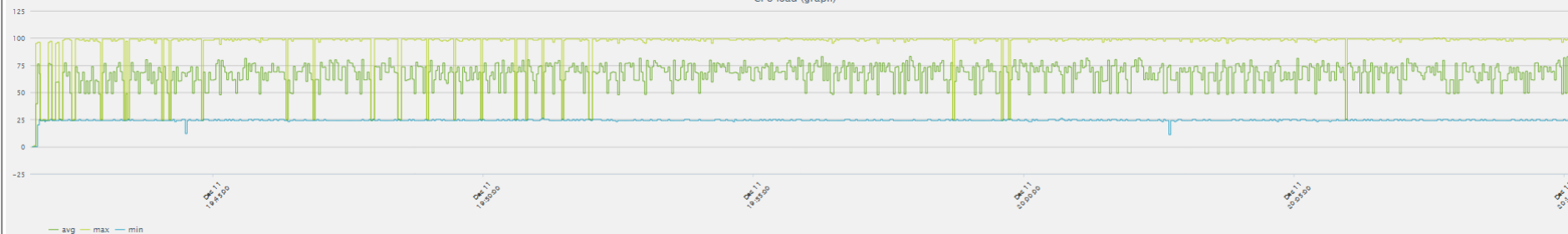
formatted_analyse_cpu_heatmap_regular-1386735335-430736.csv transform



CPU load (graph)

analyse_cpu_tprl_regular-1386735335-430736.csv 00:01:54.183 (22.543 lines/sec) transform

CPU load (graph)



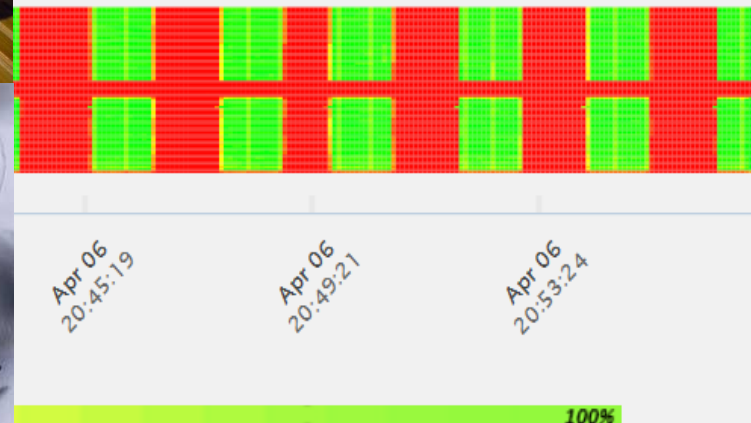
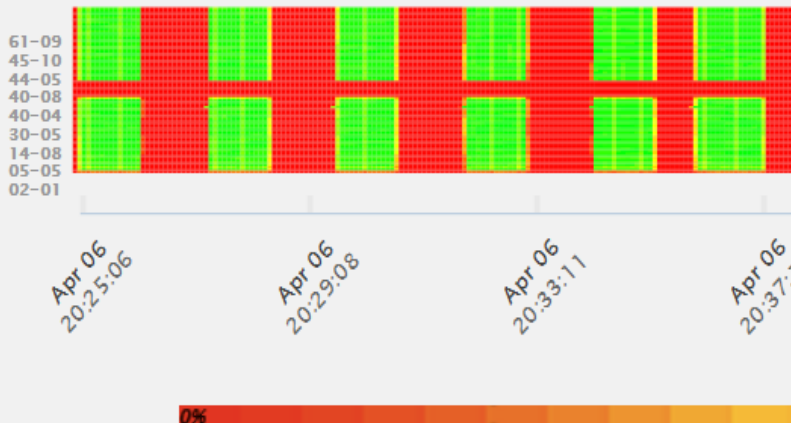
Тонкий анализ динамики суперкомпьютерных приложений

Информация о задаче № regular-1396798881-476624
пользователя

expand all

Информация о запуске

Строка запуска: ../../Bin/main
Число ядер: 65
Номера узлов: node-02-01,node-05-05,node-08-08,node-11-08,node-14-08,node-17-08,node-20-08,node-23-08,node-26-08,node-29-08,node-32-08,node-35-08,node-38-08,node-41-08,node-44-05,node-45-10,node-61-09
Дата постановки в очередь: Sun, 06 Apr 2014 19:41:21
Дата запуска: Sun, 06 Apr 2014 20:25:06
Дата окончания счета: Sun, 06 Apr 2014 20:57:27
Время счета: 0 days 0 hours 32 minutes 21 seconds
Время ожидания: 0 days 0 hours 43 minutes 46 seconds
Количество процессорочасов(ядра*часы): 35.05



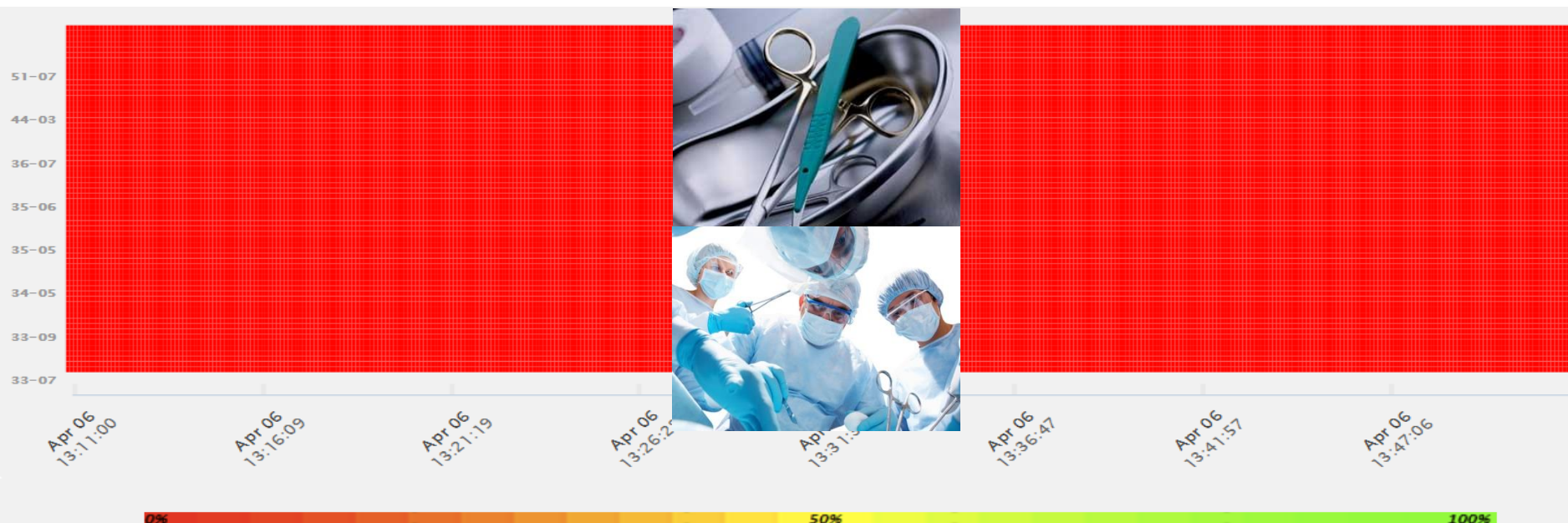
Тонкий анализ динамики суперкомпьютерных приложений

Информация о задаче № hdd-1396775458-104025 пользователя

[expand all](#)

Информация о запуске

Строка запуска: `./namd2 back-01-b.namd`
Число ядер: 64
Номера узлов: node-33-07,node-33-09,node-34-05,node-35-05,node-35-06,node-36-07,node-44-03,node-51-07
Дата постановки в очередь: Sun, 06 Apr 2014 13:10:58 (1396775458)
Дата запуска: Sun, 06 Apr 2014 13:11:00 (1396775460)
Дата окончания счета: Sun, 06 Apr 2014 13:52:16 (1396777936)
Время счета: 0 days 0 hours 41 minutes 16 seconds
Время ожидания: 0 days 0 hours 0 minutes 2 seconds
Количество процессорочасов(ядра*часы): 44.02



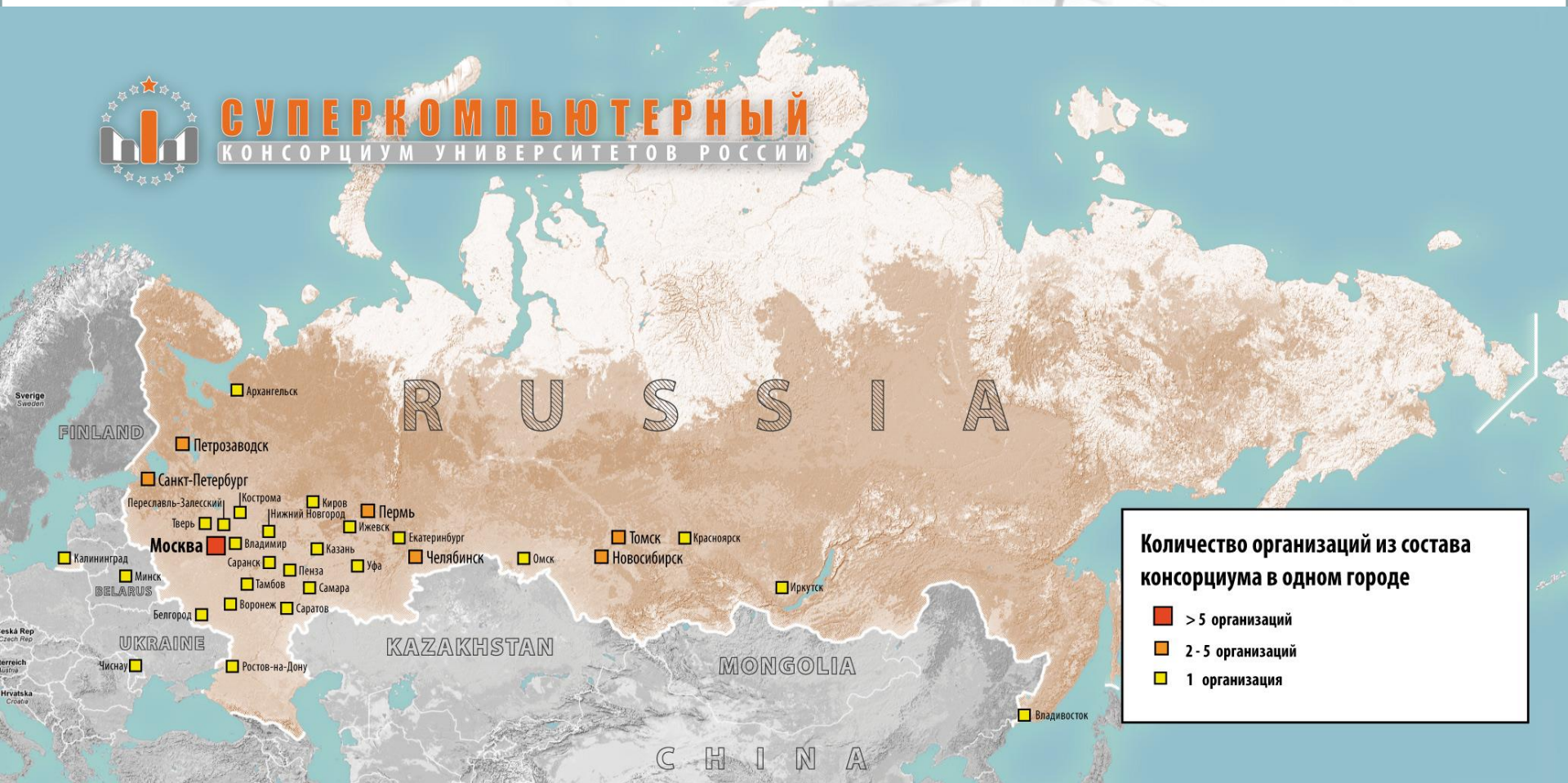
Суперкомпьютерные технологии и образование



Инфраструктура суперкомпьютерного образования

- Взаимодействие с правительством, министерствами, фондами.
- Тесные контакты с лидирующими IT-компаниями и институтами.
- Активное сотрудничество между университетами.
- Свод Знаний и умений “HPC и параллельные вычисления”.
- Ориентация на все целевые группы учащихся: исследователи, инженеры, преподаватели, аспиранты, студенты, школьники.
- Создание курсов, учебников, лабораторных работ, практикумов.
- Развитие исследовательских проектов студентов.
- Банк тестов и задач в области “HPC и параллельные вычисления”.
- Развитие технологий дистанционного обучения.
- Система национальных научных конференций и молодежных школ.
- Исследования по новым вычислительным технологиям, HW, SW, приложениям...
- HPC: взаимодействия науки, образования и промышленности.
- Международное сотрудничество.
- PR, пресса, Интернет-ресурсы по HPC.

Суперкомпьютерный Консорциум университетов России – основа выполнения проекта “Суперкомпьютерное образование” (<http://hpc-russia.ru>)



2015 – **59** полных и ассоциированных членов (**44+15**)



Серия книг “Суперкомпьютерное образование” –

Новые книги серии в 2014-2015 гг:

Жуматий С.А., Дацюк О.В.

Администрирование суперкомпьютеров и кластерных систем

Гончарский А.В., Романов С.Ю., Серёжников С.Ю.

Суперкомпьютерные технологии в задачах проектирования томографических диагностических комплексов

Гасилов В.А., С.В.Поляков, Якобовский М.В. и другие

Вычислительные эксперименты с нерегулярно-сеточными моделями на высокопроизводительных параллельных ЭВМ



В.В.Воеводин

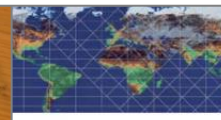
Вычислительная
математика
алгоритмов



Е.А.Григорьев
Ю.В.Нестеренко
Вычислительные
задачи



М.В.Якобовский
Введение
в параллельные
решения задач



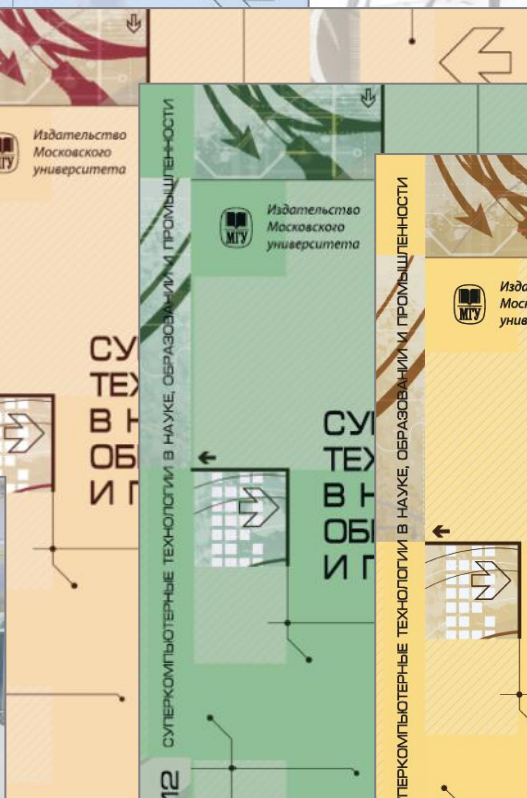
ельного
для

параллельного
ования
МР

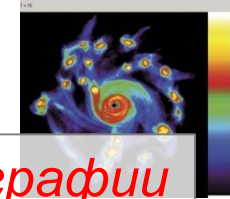
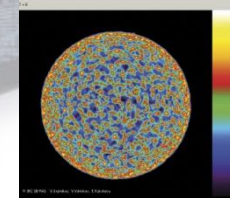
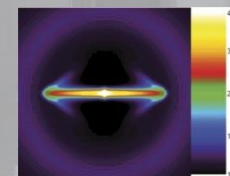
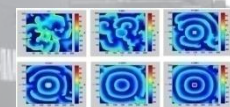
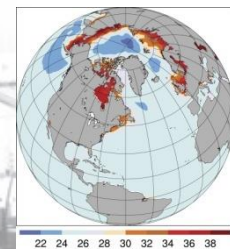
аммирование
многоядерных
числительных

Ежегодный альманах “Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности”

2009 г.



Альманах-2014 в типографии



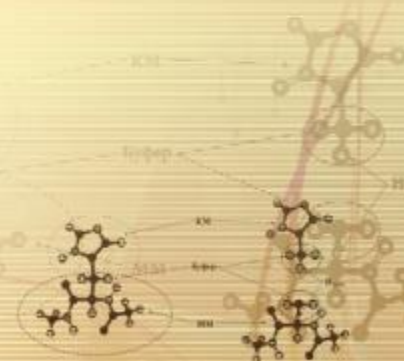
Ежегодный альманах “Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности”

Проблемы без
Superjet-100

Параллельные
для моделиров
около вертолет

Суперкомпьютерное
моделирование
позволяет решать
атомной энергетик
на новом уровне

Многоуровневое
моделирование сложных
химических систем,
или за что присуждена
Нобелевская премия по химии
2013 года



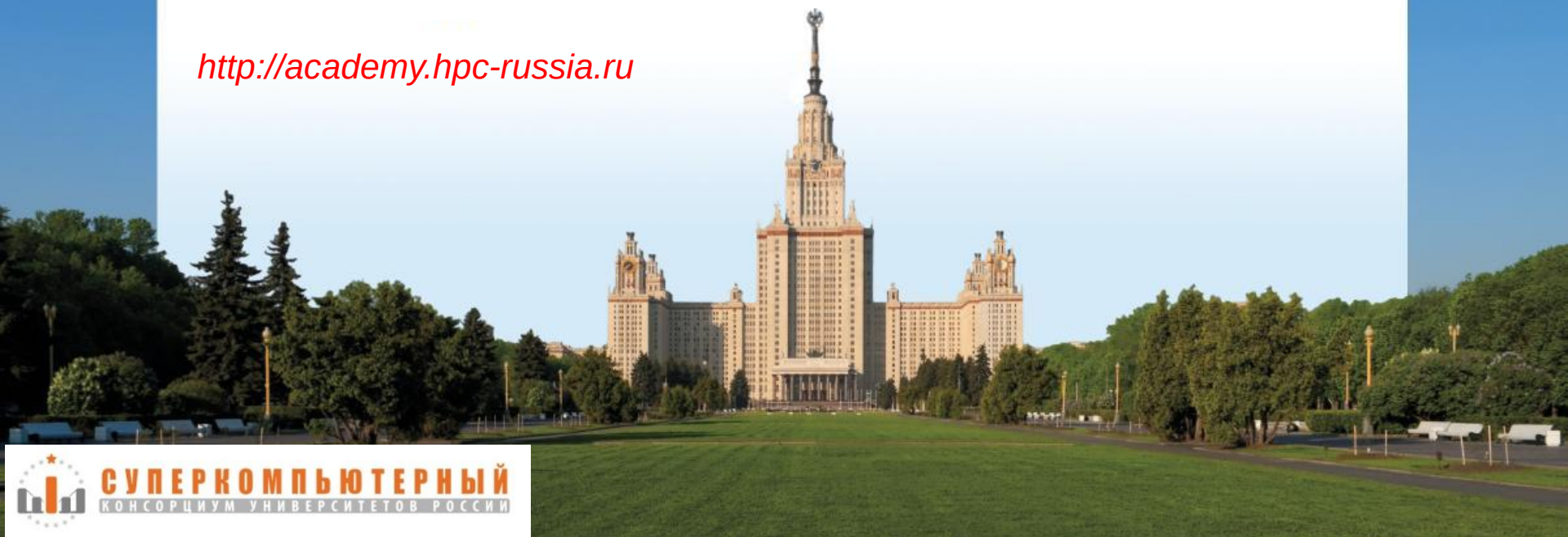
Суперкомпьютерный консорциум университетов России
МГУ имени М.В.Ломоносова

Летняя Суперкомпьютерная Академия

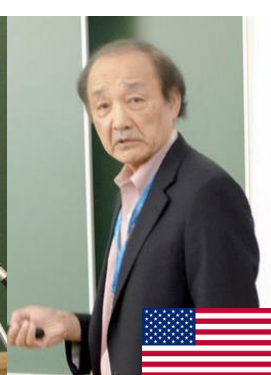
22 июня – 3 июля 2015 г.

- Пленарные лекции ведущих зарубежных ученых и специалистов,
- 6 параллельных учебных треков,
- система тренингов по различным направлениям,
- слушатели: от студентов до профессоров.

<http://academy.hpc-russia.ru>



СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ
КОНСОРЦИУМ УНИВЕРСИТЕТОВ РОССИИ



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

Летняя Суперкомпьютерная Академия

Трек для школьных учителей информатики:

(Программирование для параллельных вычислительных систем и многоядерных процессоров как перспективное направление развития школьного курса информатики)

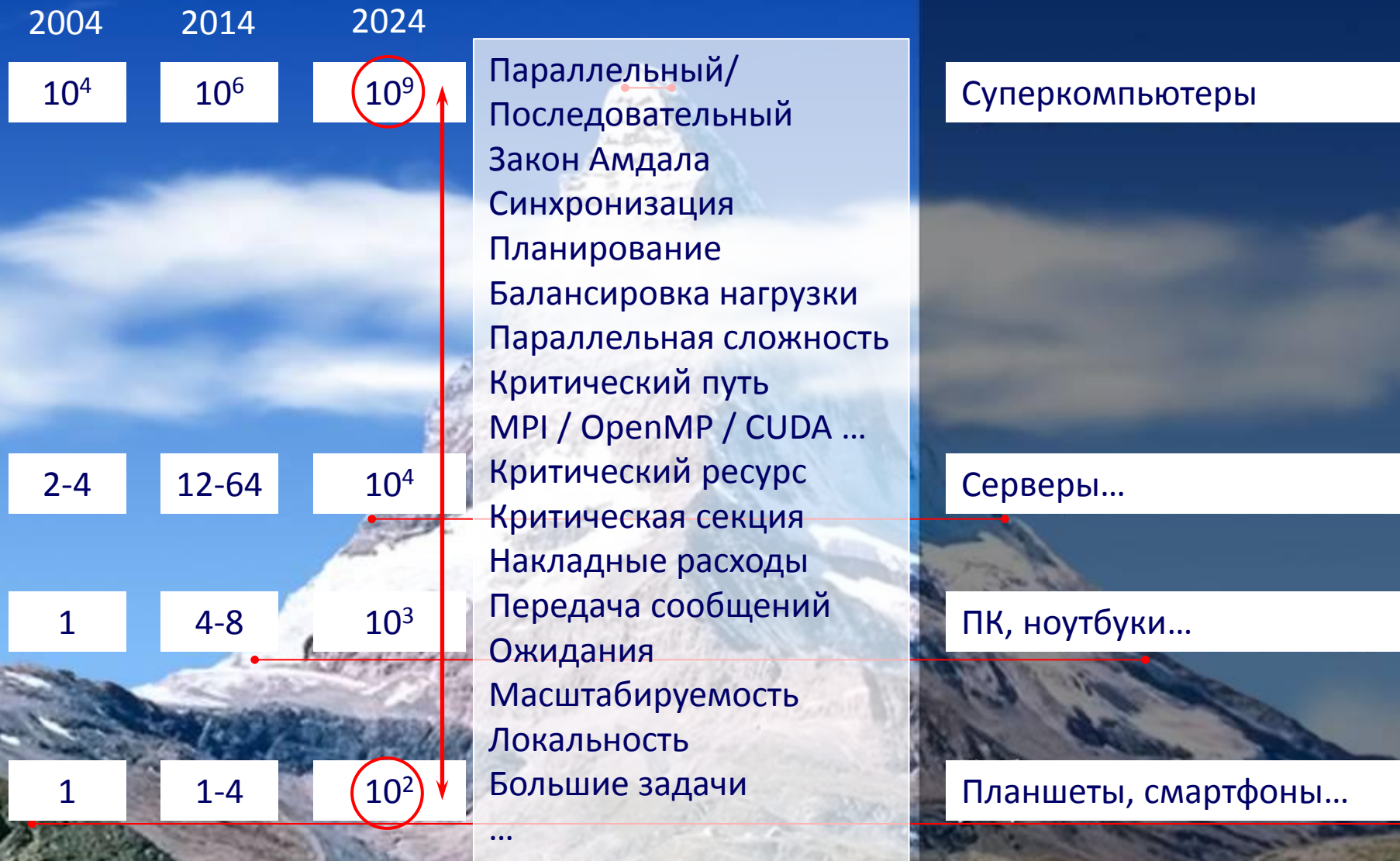
- большие задачи и суперкомпьютерные технологии,*
- параллельные методы: структура, параллелизм, сложность,*
- введение в параллельное программирование,*
- математическое моделирование и суперкомпьютеры,*
- практика, практика, практика.*



Экскурсии школьников и студентов в суперкомпьютерный комплекс МГУ (500-600 ребят каждый год)



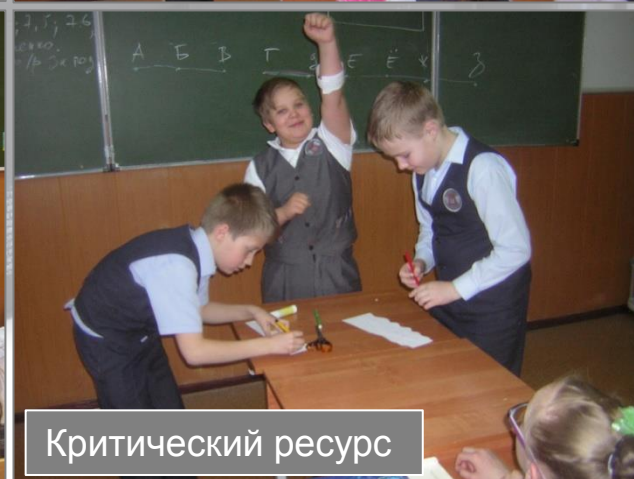
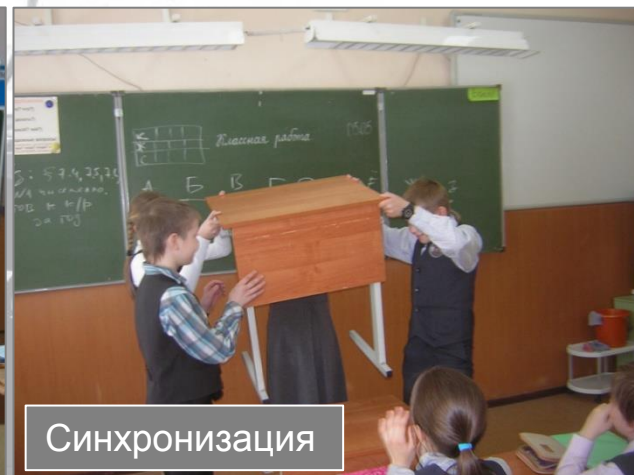
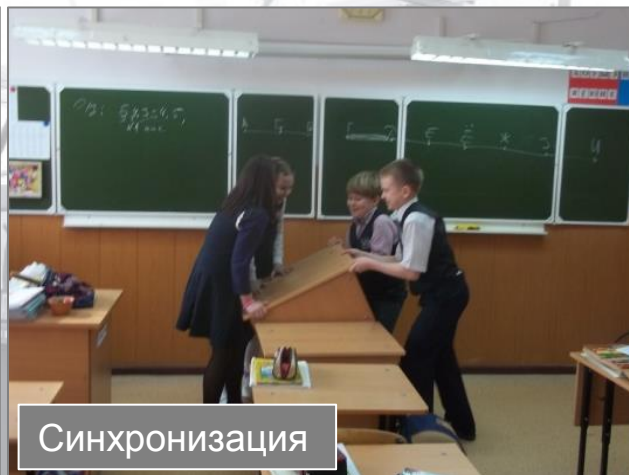
Степень параллелизма



Параллельные вычисления в начальной школе? Легко!

Можно ли сделать быстрее ?

Как работать вместе ?



Параллельные вычисления в начальной школе?

Легко!

Можно ли сделать быстрее ? Параллельный/

Как работать вместе ?

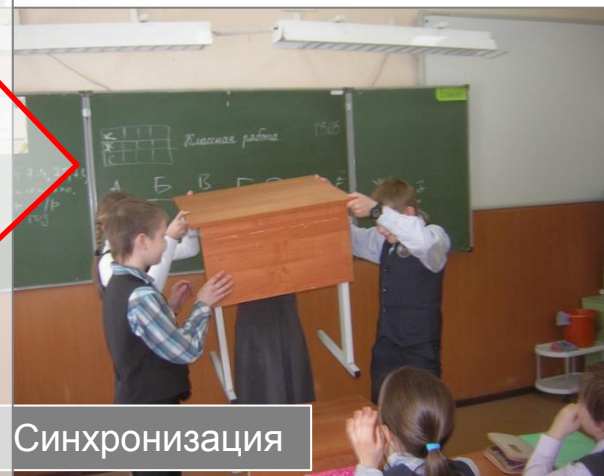


Параллельное исполнение

Последовательный
Закон Амдала
Синхронизация
Планирование
Балансировка нагрузки
Параллельная сложность
Критический путь
MPI / OpenMP / CUDA ...
Синхронизация
Критический ресурс
Критическая секция
Накладные расходы
Передача сообщений
Ожидания
Масштабируемость
Локальность
Большие задачи

**Термины, языки и т.п.
строго запрещены!!**

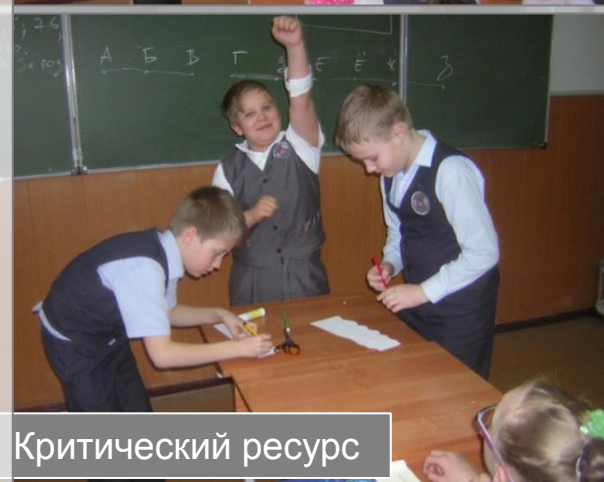
Планирование ...



Синхронизация



Балансировка нагрузки



Критический ресурс

VI Международная молодежная научно-практическая школа
“Высокопроизводительные вычисления на GRID системах”

Вездесущий параллелизм: от архитектуры компьютеров до структуры алгоритмов

Воеводин Вл.В.

чл.-корр. РАН, профессор

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

voevodin@parallel.ru

САФУ, 9 февраля 2015 г.