



# Исследовательский центр мультипроцессорных систем





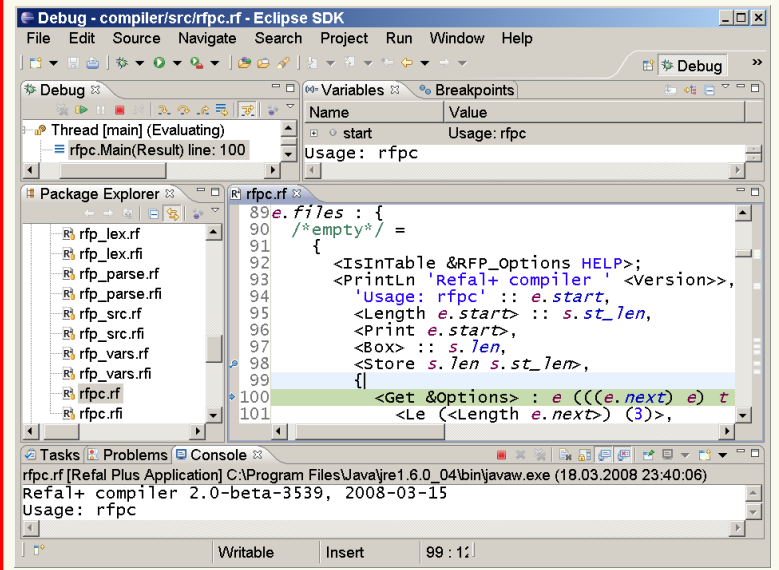
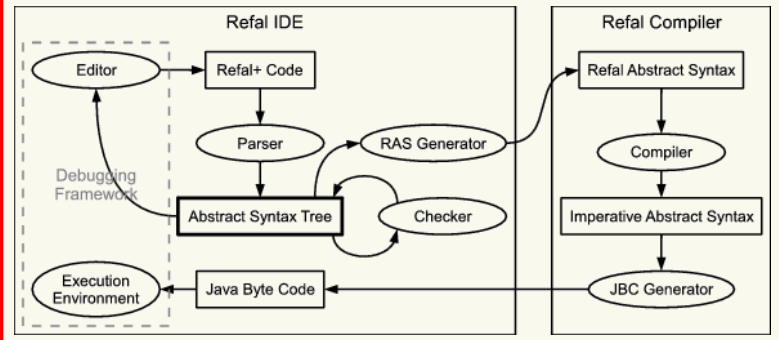
## Направления работ

- Теоретические основы информатики
  - ☆ Функциональное программирование, Рефал
  - ☆ Метавычисления, суперкомпиляция, верификация
  - ☆ Средства доказательства теорем
  - ☆ Обратимые вычисления
- ИНС, обработка изображений, машинное зрение, позиционирование БПЛА
- Аппаратные разработки, сети
  - ☆ Сенсорные сети
  - ☆ Коммутаторы
  - ☆ Цифровые вторичные блоки питания
  - ☆ Средства анализа трафика
- Суперкомпьютерные технологии
  - ☆ Суперкомпьютеры «СКИФ»
  - ☆ Работа на космос: ДЗЗ и диагностика
    - активные хранилища
  - ☆ OpenTS — хранилища, облака, гибридные вычисления
  - ☆ Centaur: гибридные «шаблонные» вычисления
  - ☆ Перспективный интерконнект: СКИФ 3D-тор, «Паутина», стек ПО СКИФ-MPI
  - ☆ Перспективное охлаждение и электропитание



# Функциональное программирование и Метавычисления

## Рефал Плюс @ Eclipse



## Суперкомпиляция, Верификация





## ФП, суперкомпиляция, поиск доказательств, верификация программ

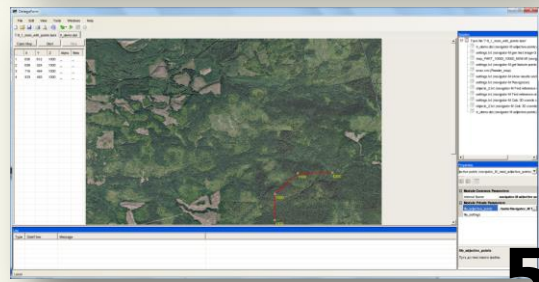
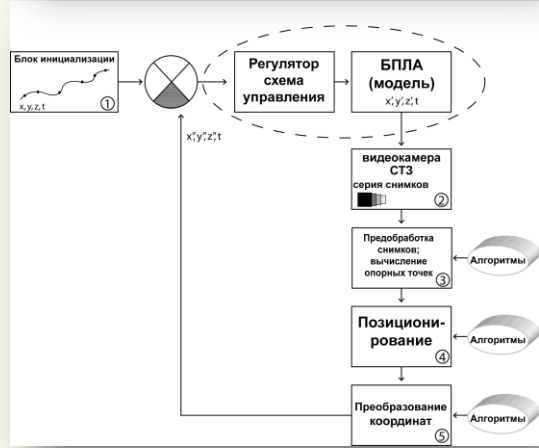
- **Расширение средствами параллельного программирования системы программирования Рефал Плюс**
- **Графический трассировщик суперкомпилятора SCP4**
- **Прототип суперкомпилятора типизированного функционального языка LFC**
  - ☆ Совместно с Институтом программирования Китайской Академии наук (Institute of Software, Пекин)
  - ☆ Язык LFC является разработкой Института программирования Китайской Академии наук
- **Система полиморфных сортов и операторов в объектном языке программы «Думатель»** — поиска доказательств свойств программ на основе их моделей и доказательств в алгебре
  - ☆ Алгоритм поиска логического вывода через пополнение множества равенств
  - ☆ Процедура порождения лемм с помощью полиморфных схемных операторов
- **Верификация вычислительных систем посредством суперкомпиляции их программных моделей**
  - ☆ протоколы синхронизации кэша
  - ☆ коммуникационные криптографические протоколы
- **Разработка методов программирования обратимых вычислений**





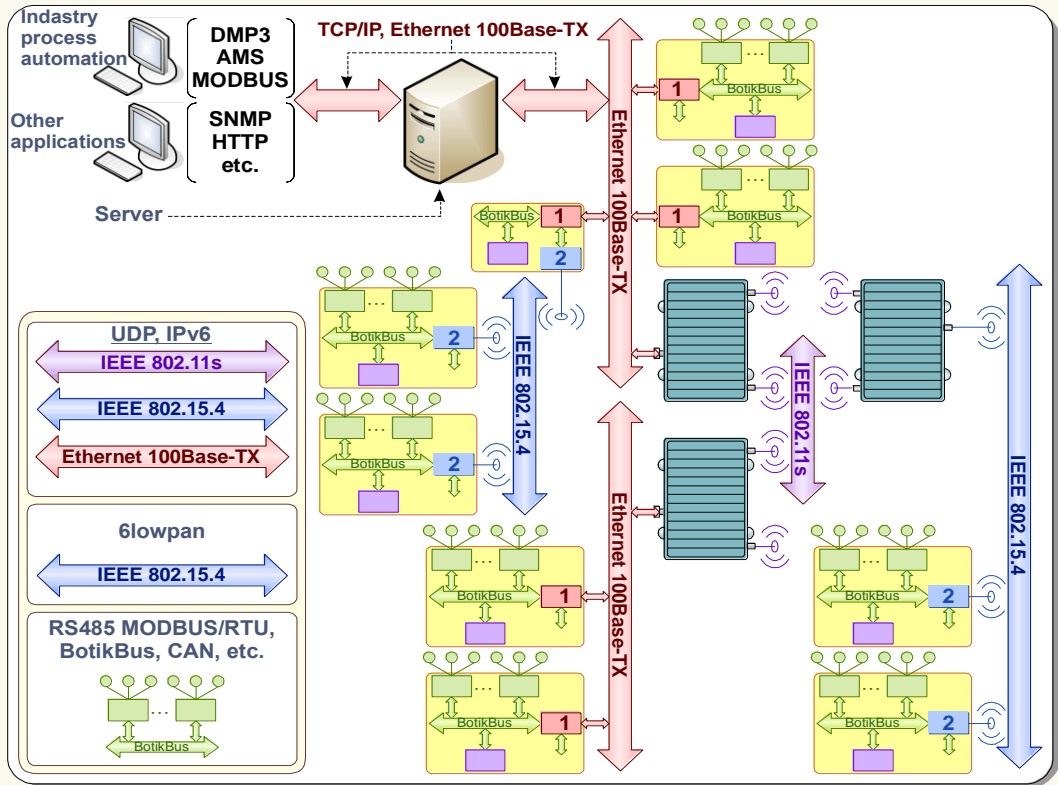
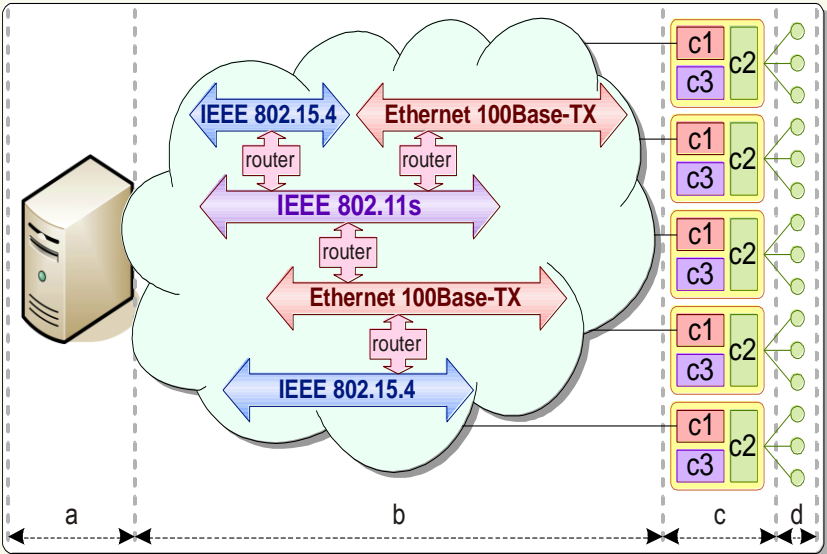
# Система моделирования полета БПЛА и его автоматического позиционирования

- ❑ Создан задел для построения системы навигации, независимой от GPS/ГЛОНАСС: разработаны методы автономного позиционирования БПЛА на основе информации, поступающей от систем машинного зрения
- ❑ Новизна подхода — в применении методов искусственного интеллекта для анализа видеоинформации
- ❑ Разработанные алгоритмы реализованы в виде моделирующей среды, функционирующей на MVC: выполняется автоматическая генерация видео, аналогичного снятому камерой с БПЛА



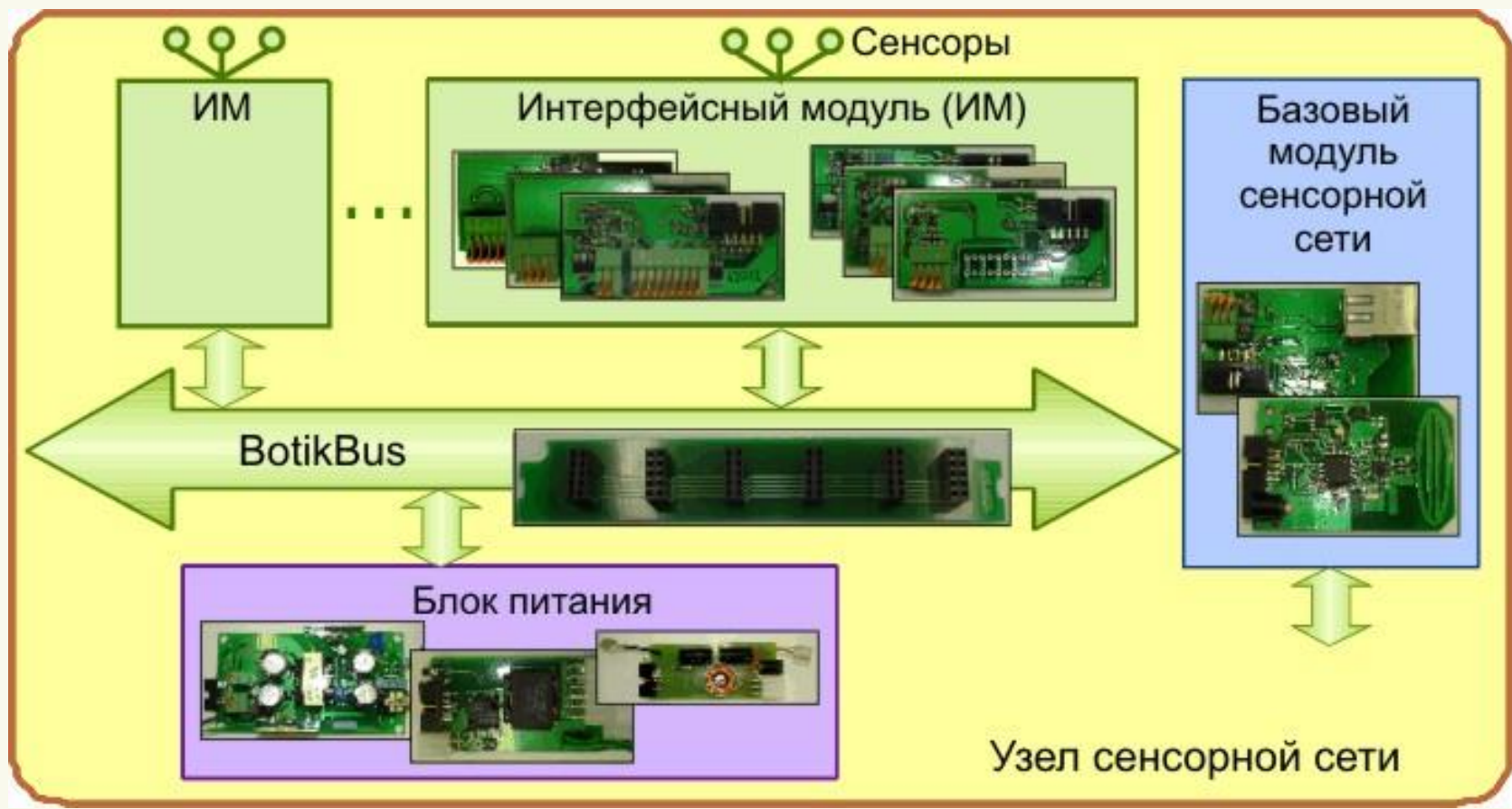


# Сенсорные сети



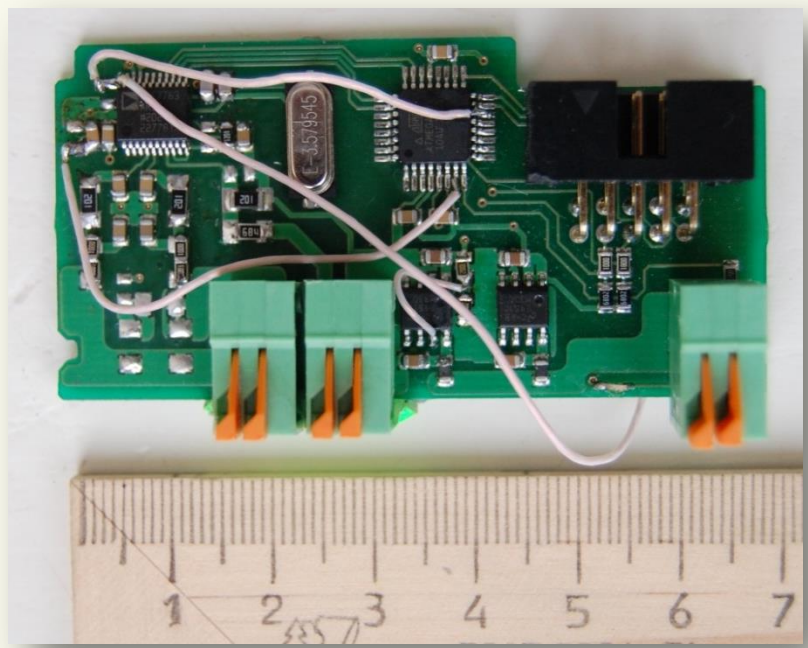


# Узел сенсорной сети



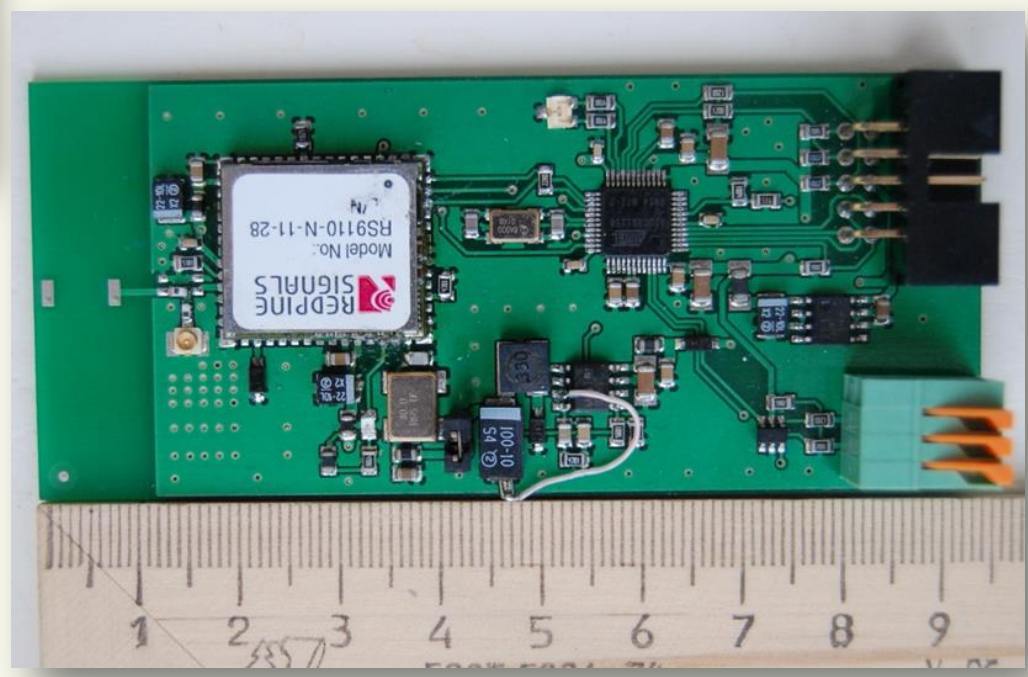


## Разработка сенсорных сетей



Модуль для измерения потребляемой мощности

Базовый модуль с интерфейсом WiFi







## Разработка сенсорных сетей

- ❑ **Базовый модуль с интерфейсом Ethernet** — улучшенная версия
  - ❑ **Базовый модуль с интерфейсом WiFi**
  - ❑ **Базовый модуль с интерфейсом GSM/GPRS**
  - ❑ **Модуль «AGM»** для подключения к сенсорной сети датчика взрывоопасных газов (метана)
  - ❑ **Модуль «WDR»** для подключения к сенсорной сети считывателя идентификационных карт с интерфейсом Wiegand и устройств с интерфейсом 1-wire — может использоваться в системах контроля доступа, и работать с другими устройствами, работающими с этой шиной, для работы ключами типа iButton, температурными датчиками и т.д.
  - ❑ **Модуль «MC»** (Memory Clock) сенсорной сети для обеспечения сенсорного узла дополнительной энергонезависимой памятью до 8 Мбит; оснащен часами реального времени. Может быть использован в системах контроля доступа и для организации автономных регистраторов событий
  - ❑ **Модуль для измерения потребляемой мощности**
  - ❑ Генераторы классификаторов пакетов (линейный список / хэш / дерево)
- Задел для реализации сенсорной сети с топологией mesh**

# Структура системы

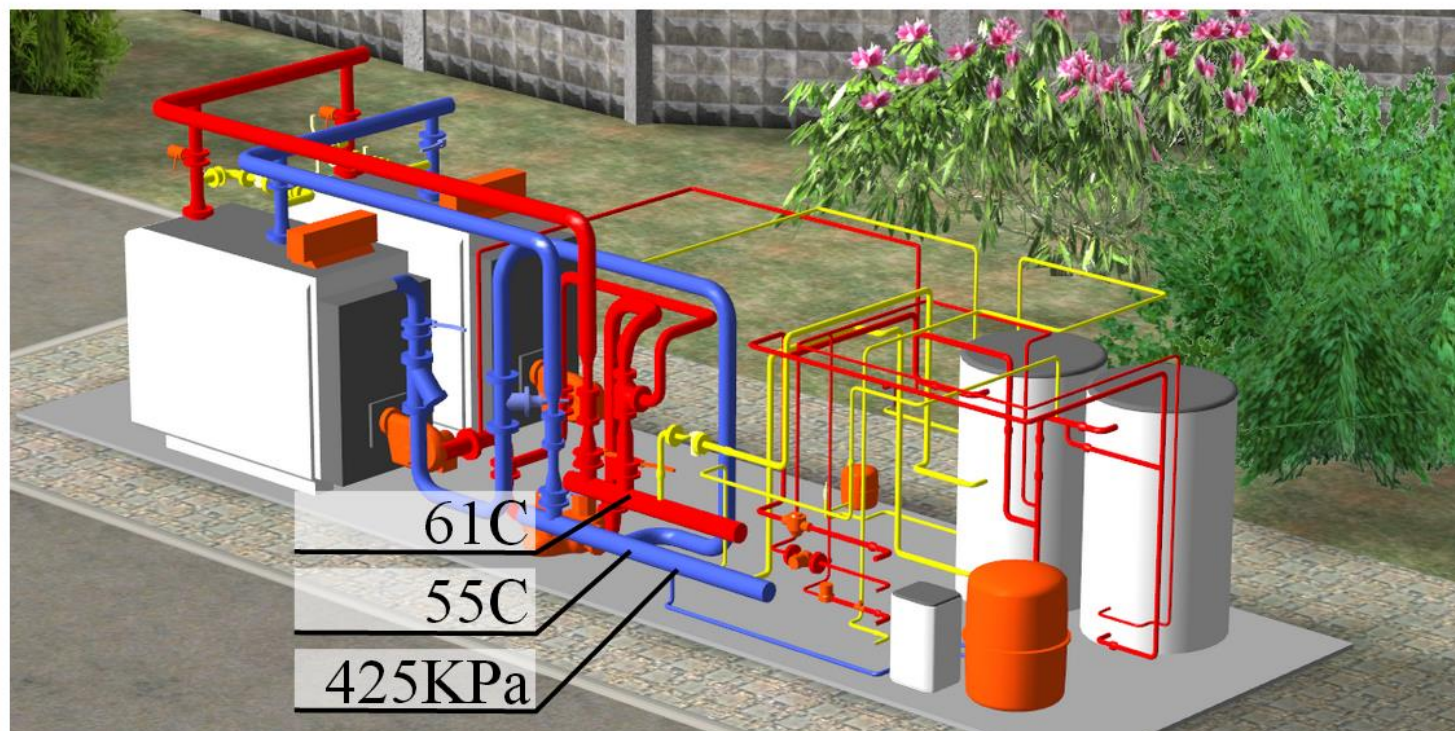


# Росграница: Мнемосхема на базе 3D-изображения объекта

 BotikMon

Интерфейс оператора

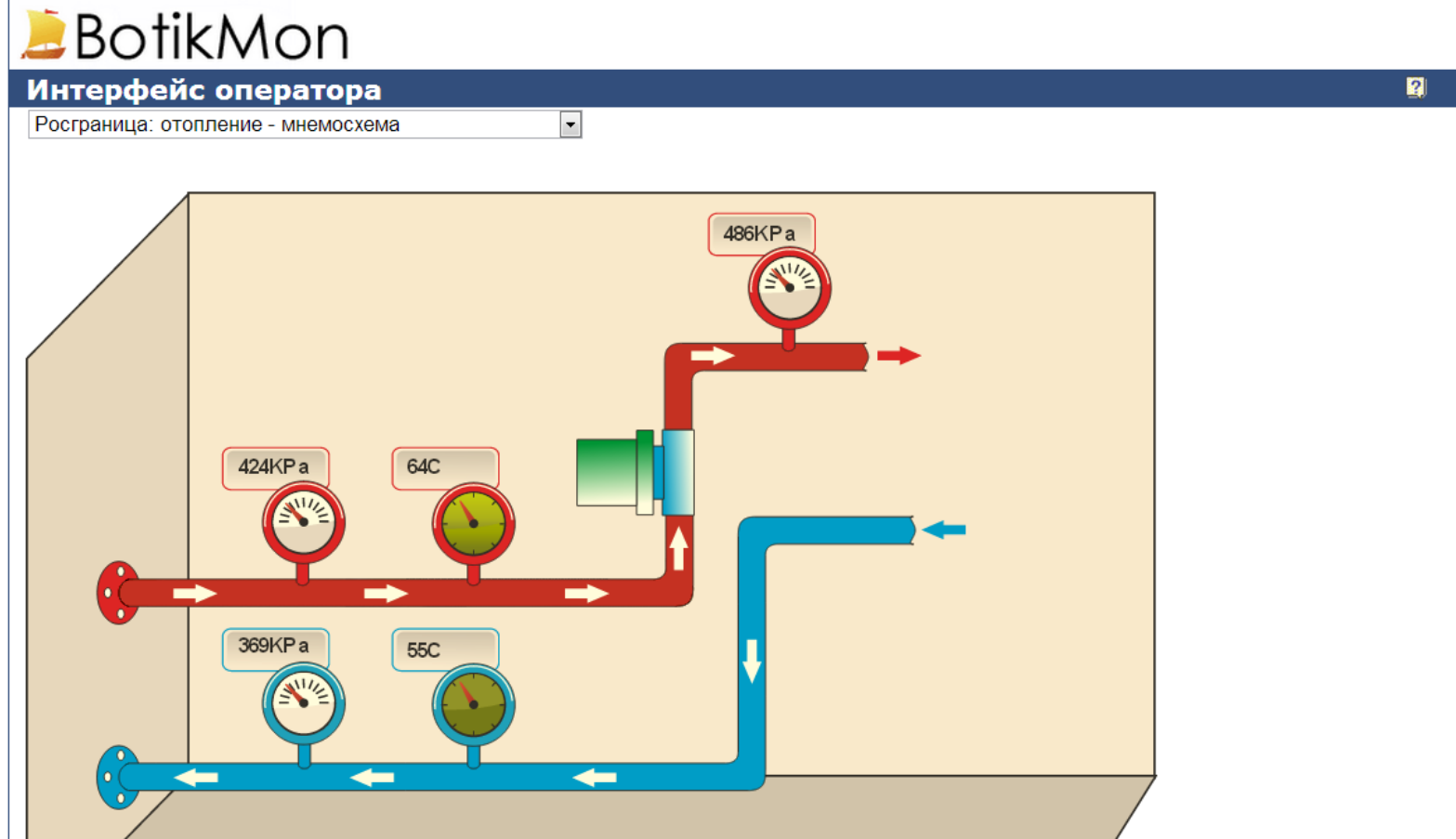
Росграница: мнемосхема с растровым изображением ▾



Мнемосхема на базе 3D-изображения системы отопления  
Объекта: г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 18, стр. 1



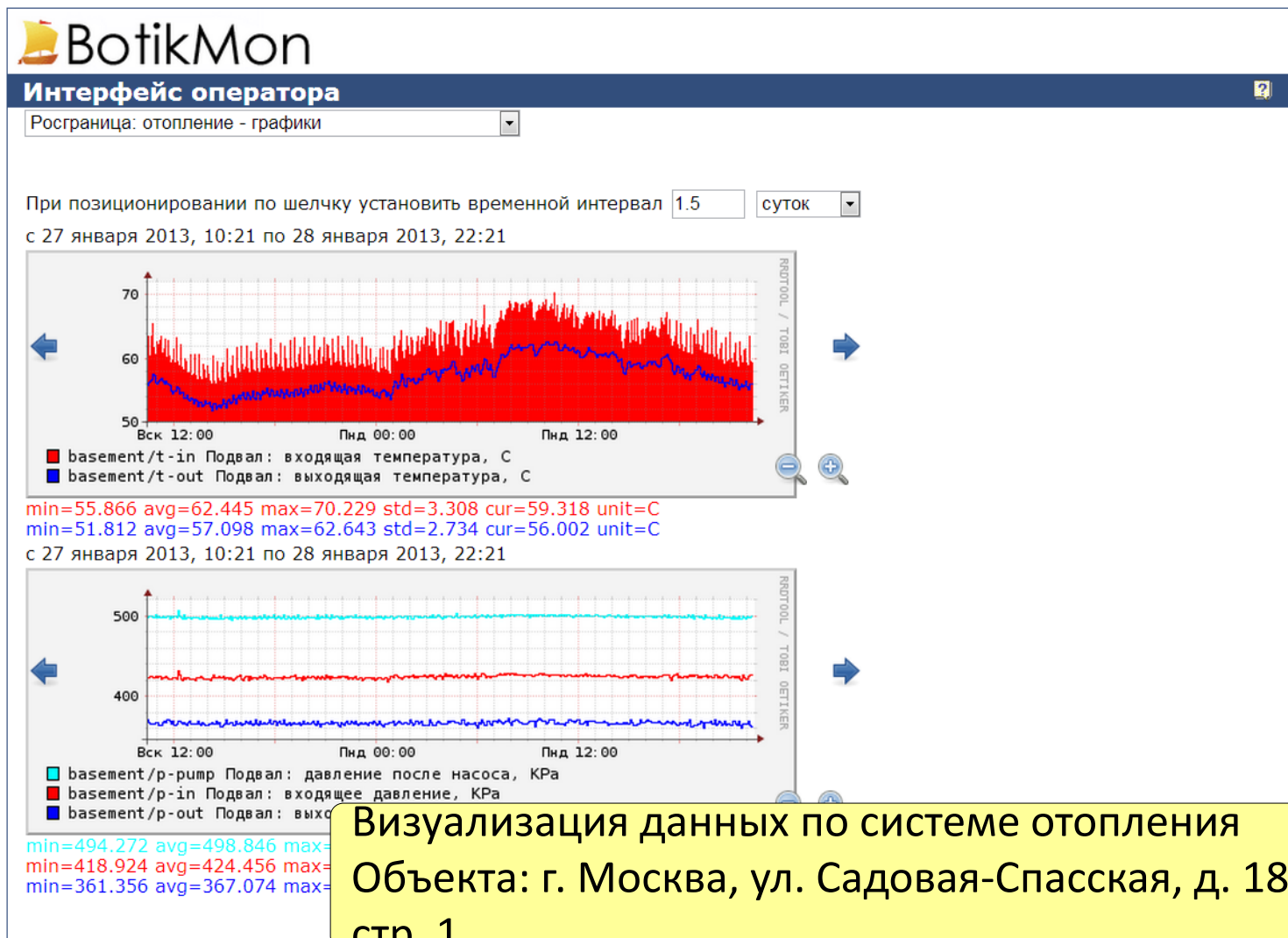
# Росграница: Мнемосхема системы отопления



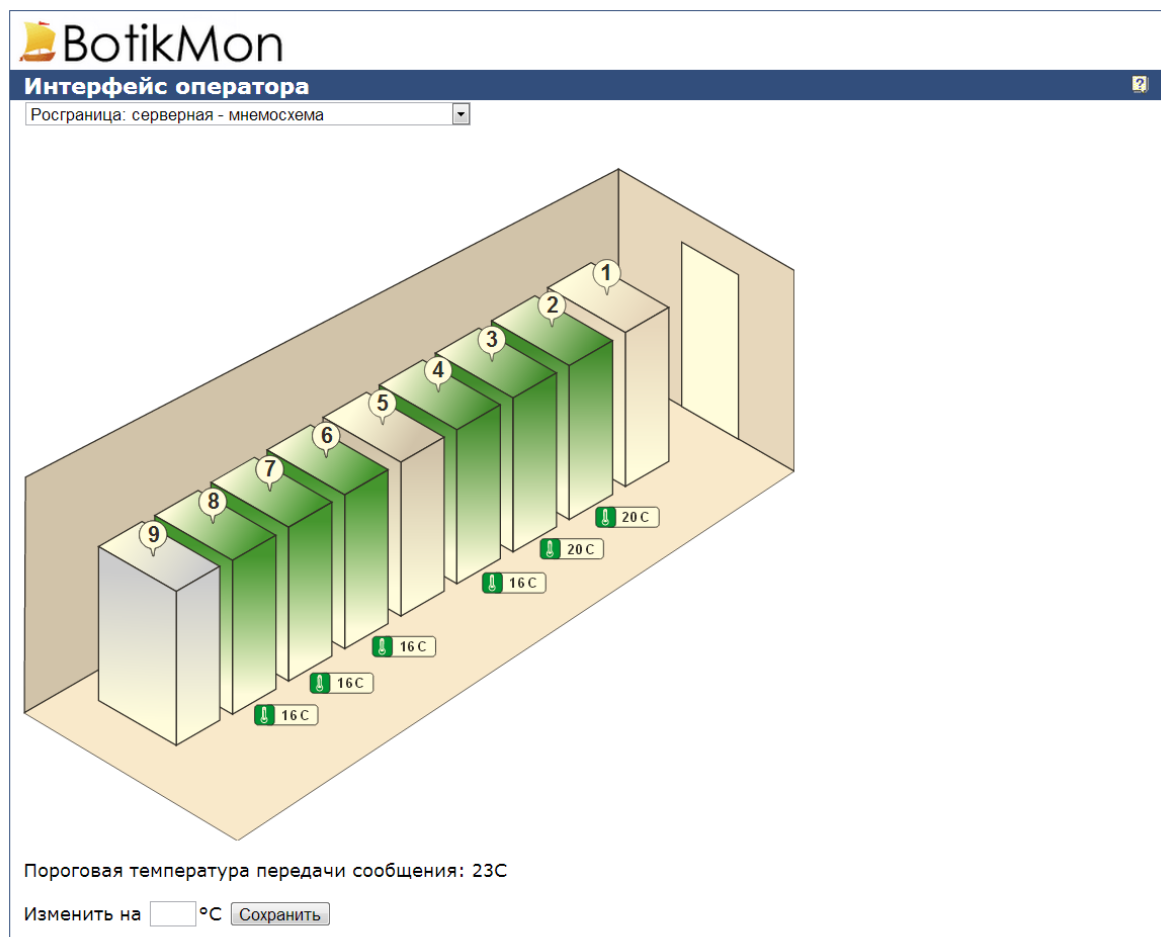
Мнемосхема системы отопления

Объекта: г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 18, стр. 1

# Сбор, хранение, архивирование, визуализация. Система отопления



# Росграница: мнемосхема серверной. Оповещение персонала



Мнемосхема серверной

Объекта: г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 18, стр. 1

# Сбор, хранение, архивирование, визуализация. Серверная

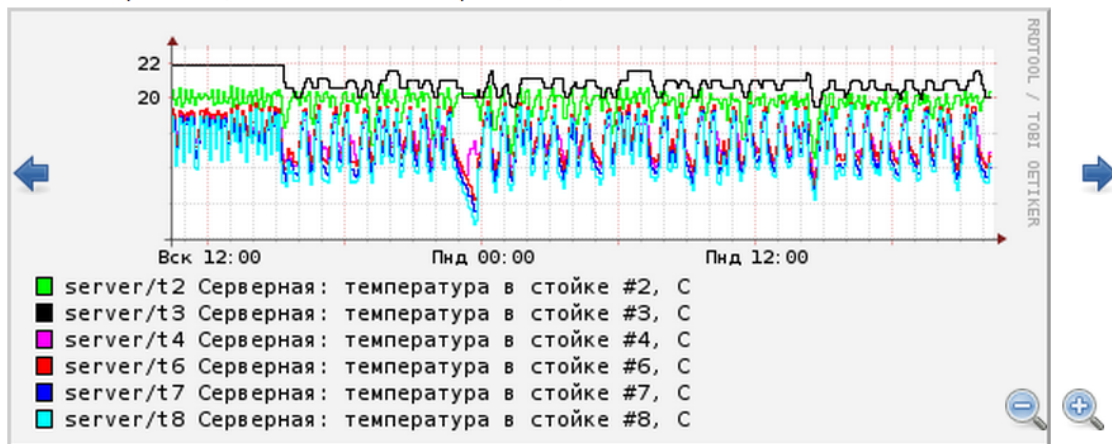


## Интерфейс оператора

Росграница: серверная - графики

При позиционировании по шелчку установить временной интервал  суток

с 27 января 2013, 10:24 по 28 января 2013, 22:24



min=16.548 avg=19.744 max=20.799 std=0.656 cur=20.351 unit=C  
min=19.512 avg=20.889 max=21.865 std=0.558 cur=20.004 unit=C  
min=15.390 avg=17.727 max=19.422 std=0.974 cur=16.937 unit=C  
min=14.143 avg=17.798 max=19.829 std=1.213 cur=16.696 unit=C

Визуализация данных по серверной

Объекта: г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 18, стр. 1



# «Чуткий дом»

**Данные от сенс. сетей:**  
хранение, обработка,  
визуализация... ①

**Машинное обучение** ①

**Web-сервисы для**  
клиентов и партнёров  
по продажам ①



SMS-оповещение ①

E-mail и IM (разные)  
оповещение ①  
Web-интерфейс

Мобильные приложения  
«Чуткий дом» ①



**Поддержка разных технологий передачи данных в сенс. сети**

- ① Ethernet
- ① IEEE 802.15.4 LoWPAN
- ① WiFi
- ① PLC
- ② Bluetooth 4.0LE
- ② Z-Wave
- ② ZigBee

**Поддержка шлейфов охранно-пожарной сигнализации** ①

**Условные обозначения**

- ① Сделано или доступно на рынке
- ① В плане Стадии 1
- ② В плане Стадии 2



## Разработка аппаратных средств для региональных сетей

**Разработан магистральный  
управляемый коммутатор BotikSwitch  
G3F16** с подключением оконечных  
устройств по кабелю "витая пара" :



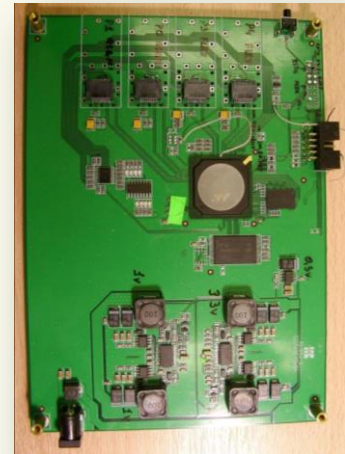
- 3 скоростных порта 10/100/1000 Мбит/с (SFP модули) для подключения магистральных линий
- 16 портов 10/100 Мбит/с для подключения оконечных устройств по кабелю «витая пара»
- легко адаптируется и настраивается под конкретные технические решения;
- способен к самовосстановлению после сбоев, благодаря наличию энергонезависимой памяти, сохраняющей настройки коммутатора





## Элементы региональных сетей

- ❑ **10-портовый коммутатор BotikSwitch G3F7:**  
3 SFP (1Gbps) + 7 RJ-45 (10/100Base-T, 100Mbps)
- ❑ **4-портовый коммутатор BotikSwitch Q2G2:**  
2 SFP (2.5Gbps) + 2 SFP (1Gbps)
- ❑ **9-портовый коммутатор BotikSwitch G54:**  
5 SFP (1Gbps) + 4 RJ-45 (1000Base-T, 1Gbps)
  - ★ режим агрегирования каналов:  
2Gbps или 4Gbps
  - ★ для магистрального уровня  
в активных сетях FTTH
  - ★ поддержка удаленного получения  
статистики по портам;
  - ★ контроль соответствия MAC-адресов  
оконечных устройств портам коммутатора







## Сетевые атаки в «облаках»

### **НИР «Разработка интеллектуальных методов автоматизированного обнаружения и предотвращения распределенных сетевых атак и их реализация в современных системах облачных вычислений»**

- ❑ Изучены подходы к защите облачных вычислений, необходимые для разработки системы обнаружения вторжений.
- ❑ Исследованы возможности построения интеллектуальной системы защиты от атак на основе аппарата нейронных сетей. Проведены необходимые экспериментальные исследования.
- ❑ Изучен язык графов для описания сетевых атак на распределенные вычисления. Предложен табличный метод описания атак.
- ❑ Разработана архитектура исследовательского стенда.
- ❑ Создана информационная система для поддержки проекта.



## Система вторичного электропитания суперкомпьютеров

- Требования к системе электропитания (следуют из большого энергопотребления установки и большого числа компонентов в ней)
  - ☆ масштабируемость — возможность наращивания установки без реконструкции системы электропитания
  - ☆ максимально возможное отношение КПД/стоимость;
  - ☆ коэффициент мощности не хуже 0.97
  - ☆ автоматическая балансировка нагрузки на фазы
  - ☆ безопасность персонала
  - ☆ модульность и резервирование, возможность «горячей» замены блоков питания
  - ☆ возможность прогнозирования отказов и упреждающей замены блоков питания



## Разработка цифровых блоков вторичного электропитания

- ❑ управление питанием узлов — в том числе дистанционное
- ❑ волновое (постепенное) включение/выключение узлов при старте/остановке суперкомпьютера
- ❑ отключение питания в случае предаварийной или аварийной обстановки, в том числе в отдельных узлах
- ❑ возможность отслеживания постепенной деградации элементов системы электропитания



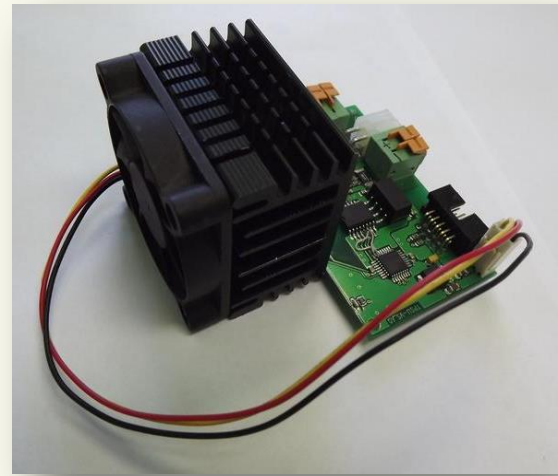
# Разработка элементов системы вторичного электропитания суперкомпьютеров



Макет БП  
ПОСТОЯННОГО ТОКА  
48DC-12DC



Управляемая  
нагрузка  
преобразователя  
напряжения



Управляемый  
источник ВХОДНОГО  
напряжения



## Суперкомпьютерные программы «СКИФ» и «СКИФ-ГРИД» Союзного государства

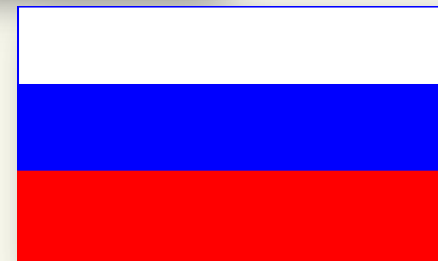
### □ Заказчики-координаторы

- ☆ Министерство образования и науки
  - ранее — агентство «Роснаука»
- ☆ НАН Беларуси



### □ Главные исполнители

- ☆ Институт программных систем РАН
- ☆ Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси



### □ «СКИФ» — 2000–2004

из бюджета России: 125 млн.руб.

### □ «СКИФ-ГРИД» — 2007–2010

из бюджета России: 446 млн.руб.


















**5+4 = 9 лет**  
**571 млн. руб.**

### □ Исполнители (Россия+Беларусь)

- ☆ «СКИФ» — более: 10 (РФ) + 10 (РБ) организаций
- ☆ «СКИФ-ГРИД» — более: 37 (РФ) + 10 (РБ) организаций



# «СКИФ» и «СКИФ-ГРИД»: в России многое вышло из этой шинели...

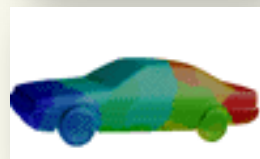
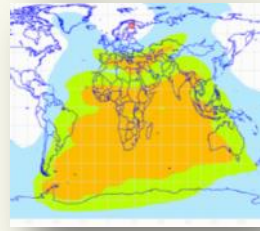
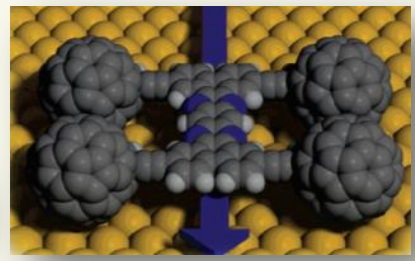
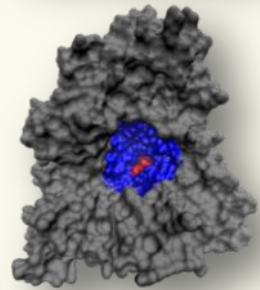
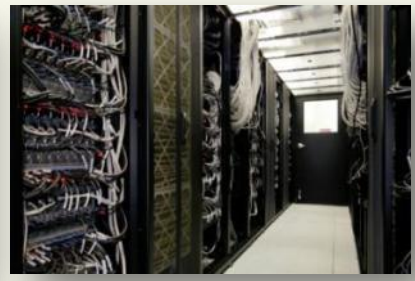
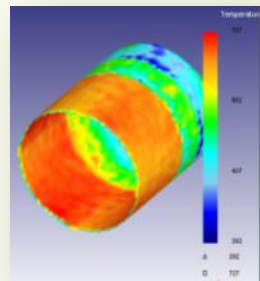
No	Дата	Tflops	Суперкомпьютер	Разработчик
1	2002/06	0.734	МВС 1000М	ФГУП «НИИ Квант», МСЦ РАН, ИПМ имени М.В.Келдыша РАН
2	2003/11	0.423	СКИФ К-500 	СКИФ-кооперация
3	2004/11	2.03	СКИФ К-1000 	СКИФ-кооперация
4	2007/06	9.01	СКИФ Cyberia 	СКИФ-кооперация
5	2008/06	12.2	СКИФ Урал 	СКИФ-кооперация
6	2008/06	47.1	СКИФ МГУ (Чебышев) 	СКИФ-кооперация
7	2009/11	21.8	СКИФ-Аврора ЮУрГУ 	СКИФ-кооперация
8	2009/11	350	Ломоносов 	 гр. комп. «Т-Платформы»
9	2012/11	376	Tornado МСЦ РАН 	 гр. комп. «РСК»
10	2012/11	147	Tornado ЮУрГУ 	 гр. комп. «РСК»
11	2014/06	320	Ломоносов-2 (A class)	 гр. комп. «Т-Платформы»
12	2014/11	658	Tornado СПбГПУ 	 гр. комп. «РСК»
13	2014/11	289	GPU Blade Cluster ННГУ	Niagara Computers, Supermicro
14	2014/11	170	PetaStream СПбГПУ 	 гр. комп. «РСК»





# Основные результаты

- ❑ Суперкомпьютеры семейства «СКИФ» ряда 1, 2, 3 и 4
- ❑ Базовое, системное и инструментальное программное обеспечение (ПО) для суперЭВМ «СКИФ»
- ❑ Прикладные системы
  - ☆ Пилотные приложения, реальное использование в интересах высокотехнологичных отраслей промышленности России, включая социально-значимые приложения: проектирование лекарств, маммография и др.
- ❑ ГРИД-технологии, ПО для ГРИД-систем
  - ☆ СКИФ-Полигон





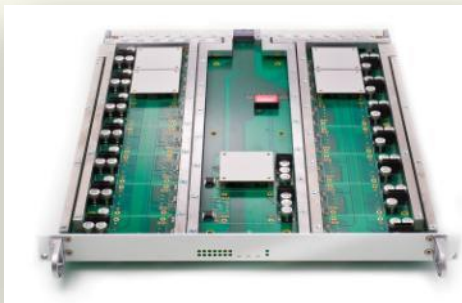


# Опытный образец «СКИФ Аврора ЮУрГУ»











# Суперкомпьютеры «СКИФ» ряда 4











## Преимущества СКИФ ряда 4

-  **все печатные платы, всю «механику», систему в целом можно изготавливать в России** (имеем право и способны), закупать надо только микросхемы (ЭКБ)
-  **в 1,5 раза лучше** эффективность использования электроэнергии
-  **в 2 раза плотнее** упаковка вычислительной мощности;
-  **в 1,5 раза выше** пропускная способность системной сети
-  **улучшенная масштабируемость** системной сети (3D-top) — преодоление ограничений на поставку
-  **повышенная эффективность** реализации синхронизации — преодоление ограничений на поставку
- повышенная эффективность** реализации массовых операций



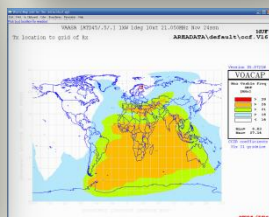
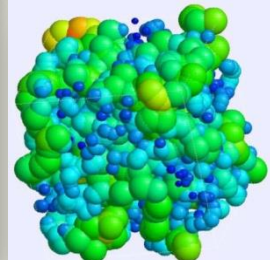
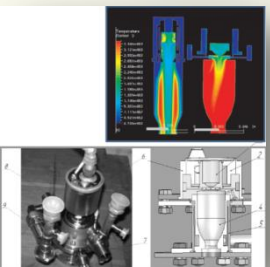
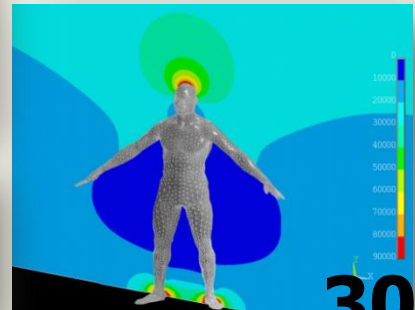
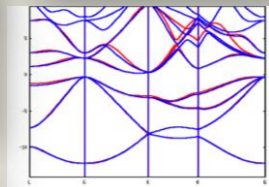
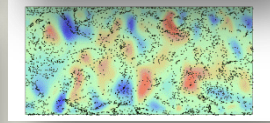
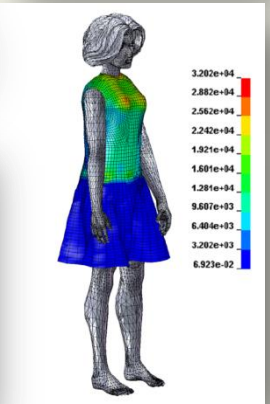
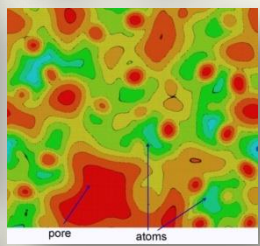
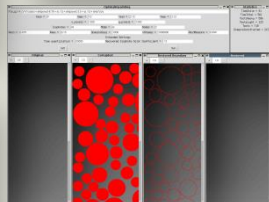
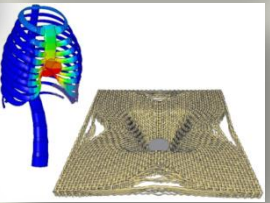
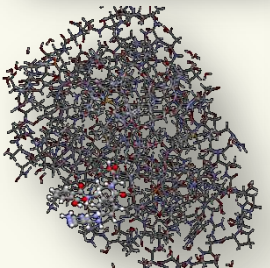
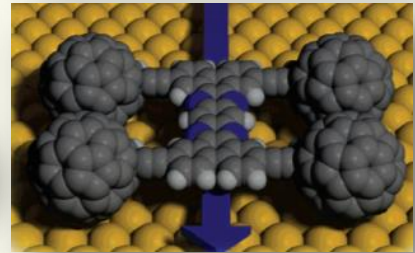
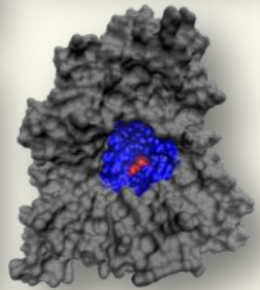
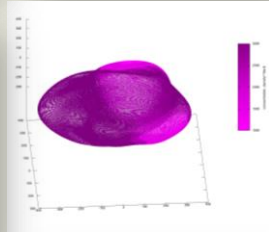
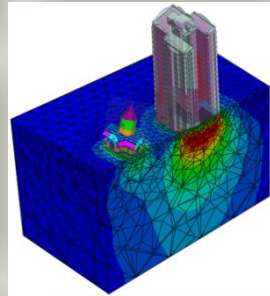
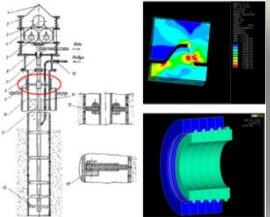
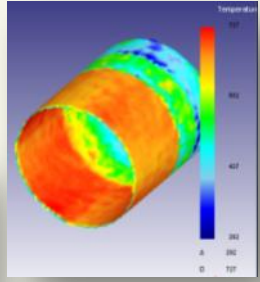
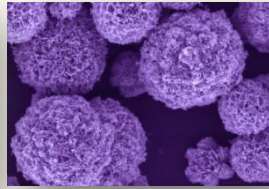
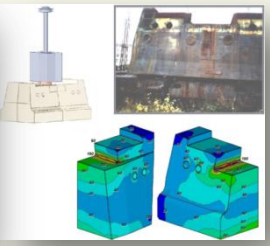
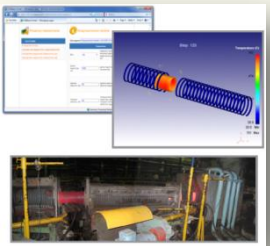


## Преимущества СКИФ ряда 4

-  **возможность поддержки не только МРІ**, но и новых перспективных подходов к реализации параллельных вычислений — преодоление запретов на поставку
-  **высокая совместимость** с существующим программным обеспечением **в комбинации с возможностью**
-  **использования FPGA-ускорителей** — преодоление ограничений на поставку
-  **повышенная надежность** суперкомпьютера (нет подвижных частей, N+1 резервирование, тройное резервирование управления и мониторинга)
-  **улучшенная система электропитания**
-  **улучшенные эргономические и эстетические показатели** — сенсорный мультитэкран для управления, вся система — беззвучная
-  **широкая отечественная кооперация:**
  - ☆ 7 организаций — разработка КД и ПД СКИФ-Аврора
  - ☆ 20 российских организаций — адаптация и оптимизация приложений



# Прикладные грид-сервисы и пилотные прикладные системы





## НТП Союзного государства «Космос-НТ»

### Обработка космических снимков

- ❑ Файловая система Lustre для хранения данных
- ❑ Библиотека Tsim для параллельной обработки данных и автоматической балансировки нагрузки на узлах
- ❑ Идеология активных хранилищ
- ❑ выделение и распознавание локальных объектов на космических снимках;
- ❑ раскраска карт на основе спектрографического метода;
- ❑ сжатие и фильтрация изображений на основе ИНС

### Контроль и диагностика космических подсистем

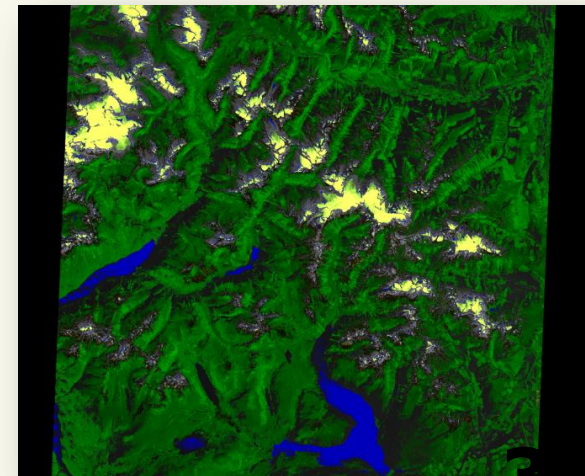
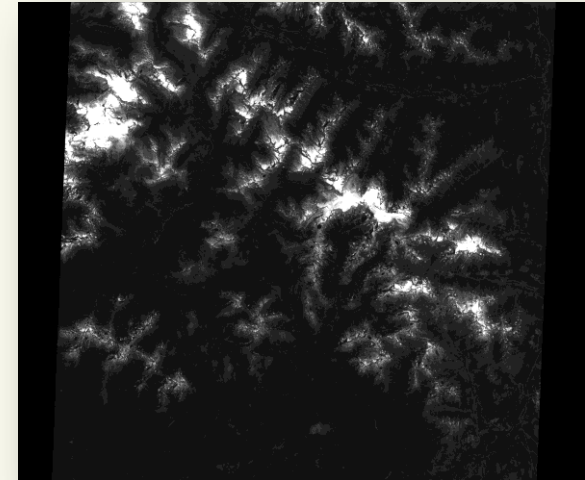
- ❑ повышение автономности и расширение функциональных возможностей наземных пунктов космического назначения
- ❑ прогнозирование и интерполирование временных рядов с целью контроля данных и выявления аномалий;
- ❑ диагностирование космических подсистем;





## Работа по заказу ОАО «Российские космические системы»

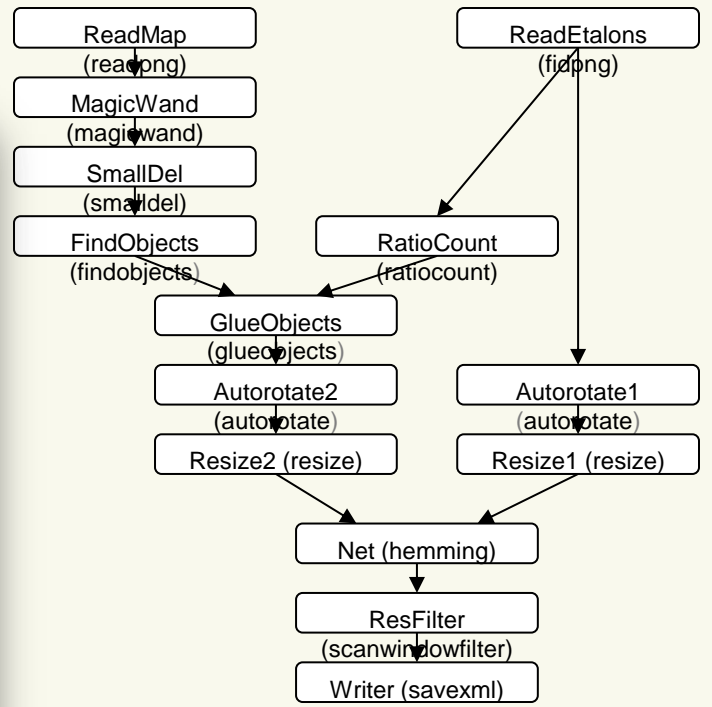
- Программно-инструментальные средства для параллельной обработки видеоинформации (космических снимков) на кластерных установках
- Разработано математическое и алгоритмическое обеспечение для высокопроизводительной обработки космических снимков ДЗЗ на КВУ
- Реализованы методы «закраски» целевых регионов, назначенных экспертом на основе индексного, спектрального и спектрографического подходов







# Нейронные сети, обработка изображений, распознавание образов. ПС «ИНС»



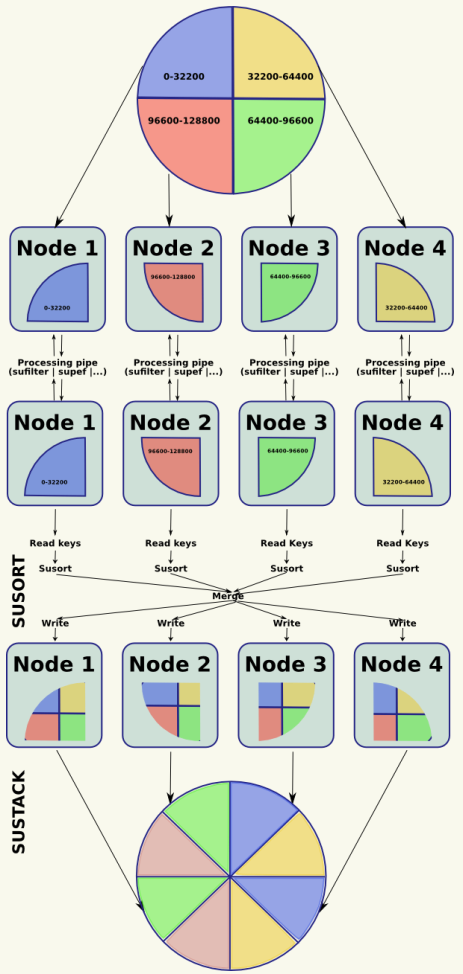
Выделение объектов





# Обработка данных сейсмических наблюдений в активных хранилищах

- Обработка больших объемов данных сейсмических наблюдений в сжатые сроки
- Разработан интегрированный подход на базе:
  - ☆ Пакета Seismic Un\*x
  - ☆ Системы активного хранения данных, разработанной в ИПС имени А.К.Айламазяна РАН
- Получен эффективный работающий прототип с возможностью использования части кодов без изменения



## Segyclean | sufilter. 1.2TB сейсмических данных

1 узел	7 узлов
31:16:00	04:51:00 — КПД=92%



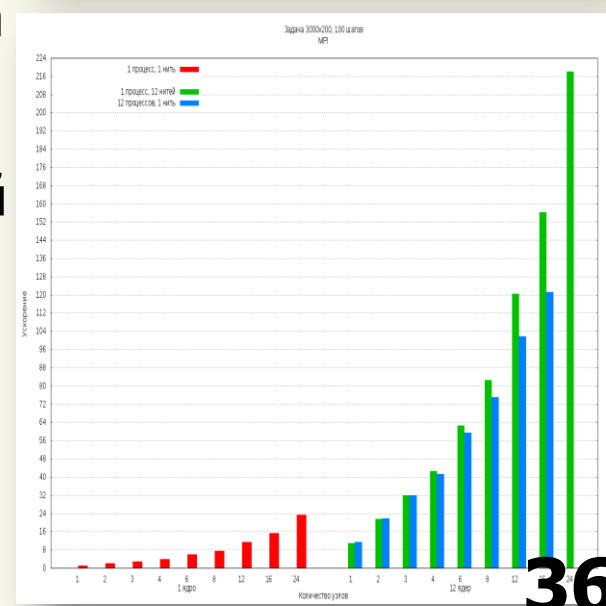
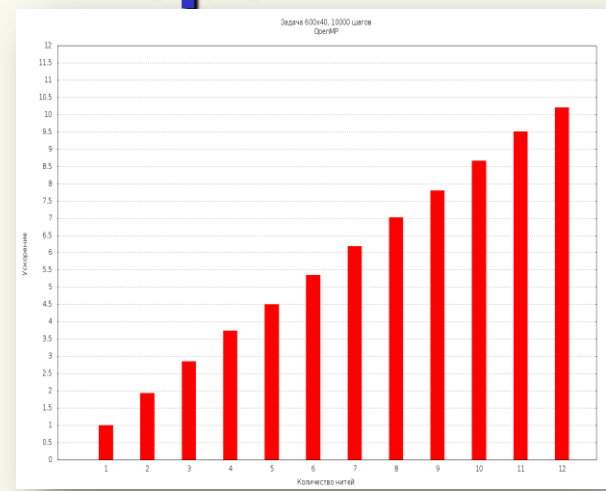
## OpenTS

- **Разработка методов сохранения данных во внешние хранилища в системе OpenTS**
  - ☆ Разработана новая версия архитектуры среды времени исполнения T-приложений «OpenTS», позволяющая использовать при выполнении T-приложений внешнего распределенного хранилища данных для T-задач
  - ☆ Найдено несколько сторонних программных решений, подходящих для использования в качестве сетевых хранилищ для T-данных, генерируемых параллельным T-приложением
- **OpenTS для работы T++ приложений на вычислительных кластерах с гибридными узлами на базе FPGA и GPGPU**
  - ☆ Проведен обзор информационных источников по теме программирования графических ускорителей
  - ☆ Выработаны варианты адаптации системы параллельного программирования OpenTS с целью поддержки исполнения T++ приложений на вычислительных кластерах с гибридными узлами различных конфигураций, содержащими GPU-ускорители



# Гибридные модели вычислений применительно к задачам горения

- Проект по Программе 17 Президиума РАН «Исследование гибридных моделей вычислений применительно к задачам горения»
- Произведен анализ последовательного алгоритма и программы для выбранной модельной задачи распространения горения, предоставленной заказчиком – НИИСИ РАН
- Выполнено распараллеливание и реализованы параллельные версии алгоритма
  - ☆ на OpenMP на узле с 12 ядрами с общей памятью
  - ☆ на Intel Cluster OpenMP на распределенной памяти
  - ☆ на MPI+OpenMP с использованием первой рабочей версии разрабатываемой библиотеки Centaur
  - ☆ на графических ускорителях NVidia





## ПО Centaur: поддержка гибридных суперкомпьютеров

- Библиотека Кентавр (Centaur) автоматизирует программирование коллективных коммуникационных операций при **программировании задач вычислительной механики на гибридных суперкомпьютерах**, в состав которых входят ускорители вычислений, такие как GPGPU или FPGA
- Что автоматизирует коммуникационная библиотека Centaur?
  - ☆ Пользователь задает вычислительный шаблон: от каких соседних ячеек зависит вычисление в каждой ячейке
  - ☆ Библиотека рассчитывает, какие данные требуется пересылать и производит обмены:
    - между узлами суперкомпьютера
    - между процессорами и ускорителями
- Сайт проекта <http://centaur.botik.ru>

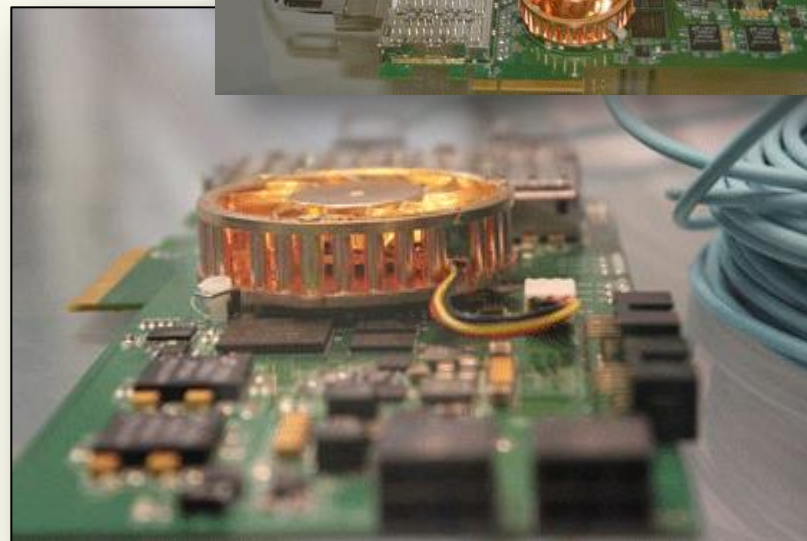


## Управляемый интерконнект на активных оптоволоконных кабелях (АОК) и программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС)

- АОК 56 Гбит/с – высокая скорость передачи на большие расстояния (до 50м).
- ПЛИС – адаптация интерконнекта под нужды конкретной ситуации без модификации платы.
- Как для небольших систем из 10-100 узлов, так и для сверх-высокопроизводительных систем из 10000-100000 узлов.

### Финансирование:

ФЦП по заказу Минпромторг







## Архитектура стека ПО

**Прикладная программа**

**Коммуникационные библиотеки**

**SKIF-MPI**

**SKIF-SHMEM**

**...**

**Разрабатываемая библиотека Centaur**

**OS Linux**

**SKIF-Driver**

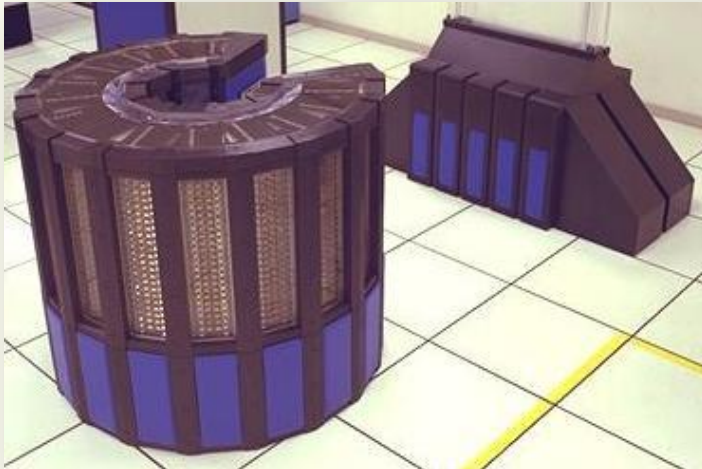
**Коммуникационная библиотека нижнего уровня**

**SkifCh**

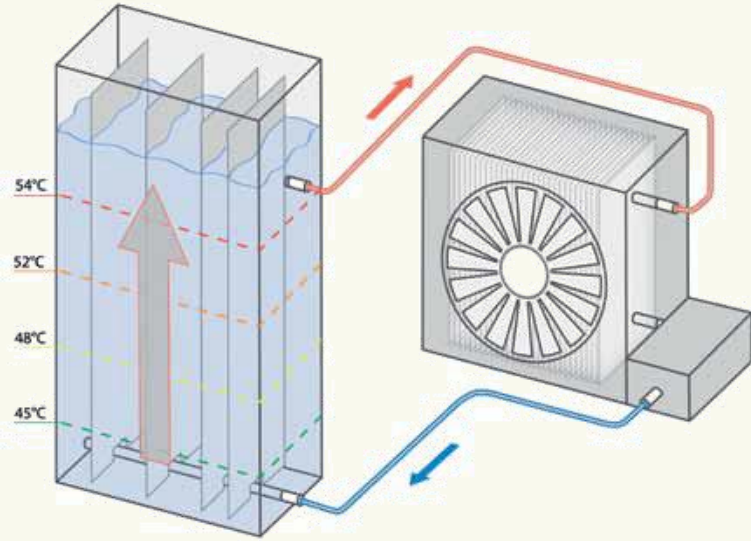
**Маршрутизатор системной коммуникационной сети**



# Непосредственное (погружное) жидкостное охлаждение

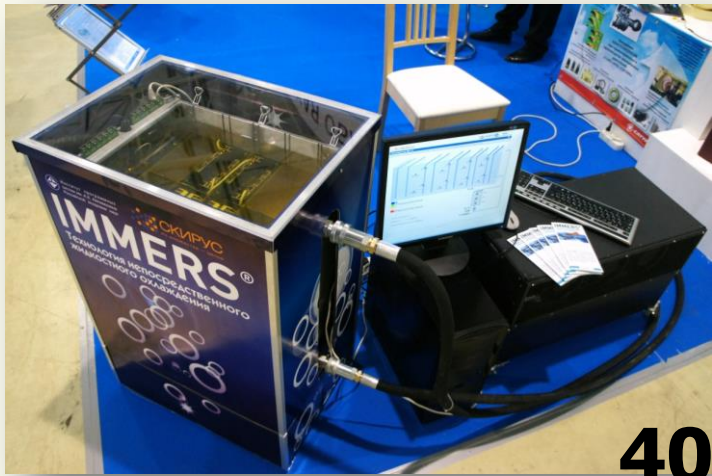


Cray-2, 1985,  
жидкость 3М,  
Fluorinert



Green Revolution Cooling, 2012

IMMERS™ 2012, ИПС имени А.К.Айламазяна РАН,  
группа компаний «СТОРУС»





## Погружная жидкостная система охлаждения

- Для ОАО «НИЦЭВТ» – создан опытный образец погружной жидкостной системы охлаждения;
- Для «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров» (Таганрог) – разработан эскизный проект системы на охлаждение до 10 вычислительных плат и до 8 ПЛИС на каждой плате.





# Горячие направления развития суперкомпьютерной отрасли

- **Разработка перспективного интерконнекта**
  - ☆ Эффективные технологии и топологии
  - ☆ Высокие технические показатели
  - ☆ Поддержка перспективных моделей параллельных вычислений
- **Разработка перспективных подходов к организации параллельного счета, в том числе с поддержкой**
  - ☆ Многоядерных и гибридных узлов и процессоров
  - ☆ Перспективных интерконнектов
  - ☆ Парирования отказов части оборудования
  - ☆ Повышение продуктивности прикладных программистов
- **Разработка перспективных инфраструктурных подсистем для создания рекордных суперкомпьютерных установок**
  - ☆ Подсистемы охлаждения для установок с большой плотностью тепловыделения
  - ☆ Подсистемы мониторинга и управления (сервисные сети)
  - ☆ Подсистемы управления и распределения электропитания





## Разработка перспективного интерконнекта

- **Эффективные технологии и топологии**
  - ☆ Масштабируемость до  $10^6$ – $10^9$
  - ☆ Эффективная маршрутизация без блокировок
  - ☆ Устойчивость к ошибкам
- **Высокие технические показатели**
  - ☆ Высокий темп выдачи сообщений
  - ☆ Низкая задержка
  - ☆ Высокая пропускная способность
- **Поддержка перспективных моделей параллельных вычислений**
  - ☆ «не MPI» модели, PGAS, GASNET, FEB, TM
  - ☆ эффективная синхронизация
  - ☆ поддержка массовых операций
    - например, «all — reduce»
  - ☆ вычисления во время передачи

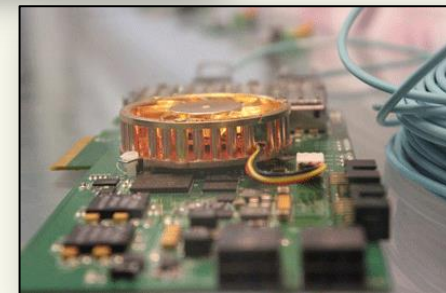
**Актуальность: усилия лидеров — Intel одновременно (2013) купила:**

- часть бизнеса у QLogic — интерконнект InfiniBand, сделка \$125M
- лучшие в отрасли технологии компании Cray — интерконнект Gemini и, в перспективе, Aries, сделка \$140M



# Разработка перспективных интерконнектов

- Госкорпорация «Росатом» (РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров)
  - ☆ СМПО — система межпроцессорных обменов
- НИЦЭВТ
  - ☆ интерконнект 3D-тор (nD-тор)
- ИПМ имени М.В.Келдыша РАН, ООО НПО «Роста», ФГУП «НИИ Квант»
  - ☆ интерконнект МВС-Экспресс
    - стек ПО SKIF-3D-Torus
- **ИПС имени А.К.Айламазяна РАН**
  - ☆ интерконнект SKIF-3D-Torus
    - стек ПО SKIF-3D-Torus
  - ☆ интерконнект «Паутина» с отечественными активными оптическими кабелями (2012—2014, 2D-тор, 4×56Gbps на узел)







## Перспективные подходы к организации параллельного счета

### ИПС имени А.К.Айламазяна РАН

- ❑ Язык программирования T++ и система программирования OpenTS: автоматическое динамическое распараллеливание программ, поддержка гибридных узлов (Программа Президиума РАН)
- ❑ Язык параллельного программирования JNDP: поддержка параллельности вложенных (структурированных) данных, легкость обучения и удобство для программиста (по контракту компании Хуавэй)
- ❑ Система программирования «Кентавр» — автоматизация программирования распределения счета и передачи данных для сеточных задач при использовании кластерных систем, в том числе с гибридными узлами (Программа Президиума РАН)



## Перспективные инфраструктурные подсистемы суперЭВМ

### ИПС имени А.К.Айламазяна РАН

#### □ Подсистема охлаждения для систем с большой плотностью тепловыделения

- ☆ Жидкостное охлаждение по схеме «одна охлаждающая платина на печатную плату» — 2009, «СКИФ-Аврора» (проект «СКИФ-ГРИД»)
- ☆ Погружное жидкостное охлаждение — 2012–2014 (по контрактам компаний «СКИРУС», «НИЦЭВТ», «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров»)
- ☆ Охлаждение фазовым переходом и другие перспективные схемы (инициативные разработки, 2014...)

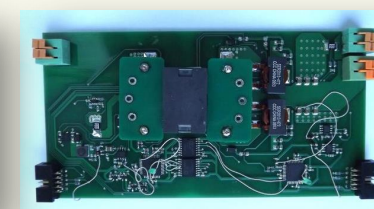
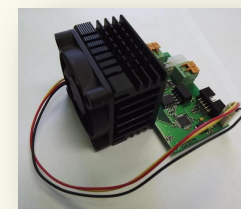


#### □ Подсистема мониторинга и управления

- ☆ серия сервисных сетей СКИФ-Servnet v.1–v.4

#### □ Подсистемы управления и распределения электропитания

- ☆ система вторичного электропитания суперкомпьютеров





## Программа «СКИФ-ГРИД». Второй этап (2009–2010). Российские участники — 37 организаций

### Учреждения РАН

#### 1. **Головной от России:**

ИПС имени  
А.К.Айламазяна РАН

2.ИММ РАН

3.ГЦ РАН

4.ИКИ РАН

5.ИСА РАН

6.ИПМ имени  
М.В.Келдыша РАН

7.ИППИ РАН

8.ИБХФ РАН

9.ИПХФ РАН

10.ИХФ РАН

### ВУЗы и НИИ ВУЗов

1.ЮУрГУ

2.УГАТУ

3.МТУСИ

4.ННГУ

5.СПбГПУ

6.ТГУ

7.ВлГУ

8.ПензГУ

9.ЧелГУ

МГУ имени  
М.В.Ломоносова:

10.ВМК МГУ

11.НИИЯФ МГУ

12.ХФ МГУ

13.НИВЦ МГУ

14.НИИФХБ МГУ

### НИИ, предприятия наукоемких отраслей

1.НИИ КС

2.СПБАЭП

3.ЦНИИ МАШ

4.НПЦ «Элвис»

5.«Каледин и Партнеры»

6.«РСК СКИФ»

7.«Альт Линукс  
Технолоджи»

8.«НИЦЭВТ»

9.«ЮникАйСизз»

10.«Сигма Технология»

11.«Тесис»

12.«Урал-Грид»

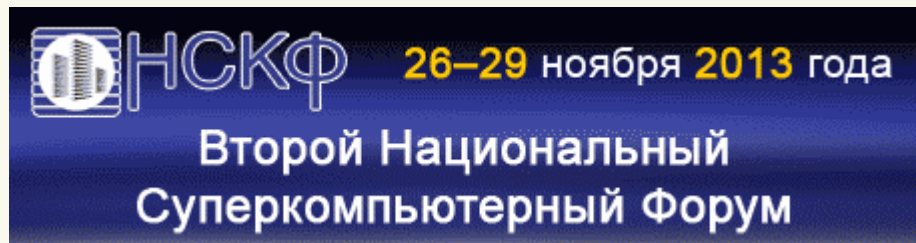
13.«Кинтех»



# Второй Национальный суперкомпьютерный форум — НСКФ-2013

## НСКФ'2013

**300,000 рублей** РФФИ  
**>2,400,000 рублей** другие  
спонсоры — **×3.6**



## НСКФ'2012

**150,000 рублей** РФФИ  
**>600,000 рублей** другие  
спонсоры

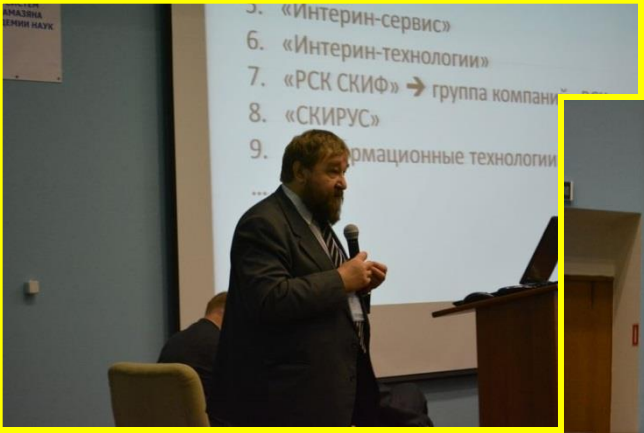
## Участие — **×2.0**

- ❑ 170 организаций
- ❑ 449 участников из 48 городов
  - ☆ из них 6 академиков, 6 член-корреспондентов РАН, 34 кандидата и 73 доктора наук,
- ❑ 110 докладов
- ❑ 18 экспозиций на выставке от 20 организаций
- ❑ 3 круглых стола
- ❑ 6 тренингов





# НСКФ-2013







# НСКФ-2013

