

**Использование оптимизированного  
программно-аппаратного комплекса для  
геологического и гидродинамического  
моделирования месторождений углеводородов**

# **Kraftway-TimeZYX**



Константин Абатуров

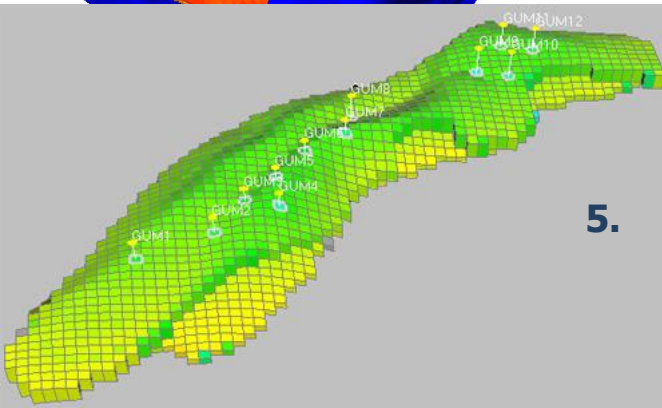
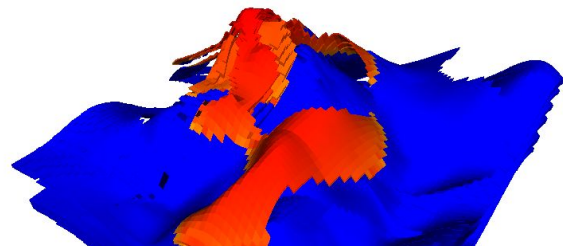
Москва'2010

XII международная научно-практическая конференция  
"ИТ - Бизнес в металлургии, машиностроении и ТЭК"

# ❖ Постановка задачи для ПАК

1. Ускорить, автоматизировать и унифицировать процесс создания экспертного заключения за счет создания оптимизированных под задачи АРМ.
2. Экспертиза качества 3D геологических моделей месторождений нефти и газа, создаваемых проектными организациями, по утвержденным ГКЗ параметрам.
3. Повысить оперативность построения и выдачи карт, в том числе «снятых» с 3D моделями месторождений; графический и табличный анализ исходной геолого-геофизической и геолого-промысловой информации.
4. Создать удобный в эксплуатации АРМ для использования геологами - разработчикам и экспертами, не являющимися пользователями средств геологического и гидродинамического моделирования.
5. Создать АРМы с минимальными требованиями к месту эксплуатации и высоким уровнем производительности.

Ускорение



## ❖ Предварительная экспертиза

Во время сотрудничества НЦ РИТ с компанией Kraftway в объеме данного проекта была проведена работа по формированию требований, созданию и тестированию 4-х программно - аппаратных комплексов:

1. Кластерный суперкомпьютерный комплекс в нескольких фокусных конфигурациях, на котором была проведена работа по оптимизации МКТ TimeZYX для решения практических задач моделирования разработки месторождений нефти и газа на примере нескольких крупных месторождений, в том числе гигантского Арланского месторождения (проведены как тесты, так и массовые «боевые» расчеты для адаптации модели и прогноза).
2. Персональный вычислитель «под стол», использованный в течение нескольких месяцев при успешно пройденном тестировании в Газпроме (ВНИИГАЗ).
3. Рабочее место инженера в формате моноблока для мониторинга готовых моделей. Продукт был представлен на выставке «Нефтегаз-2009» в качестве передового фронта стенда.
4. Персональный суперкомпьютер гибридной архитектуры в котором совмещается высокая производительность большого количества x86 процессорных ядер и большое количество потоковых процессоров в ускорителях вычислений.

# Самый широкий модельный ряд среди российских компаний

<b>ГОСУДАРСТВО</b>	 Тонкие клиенты	 ПК	 Моноблочные ПК	 Специальные ПК и Решения	 ИНФОКИОСК	 СЕРВЕРЫ	 СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ	 МНОГОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ	
<b>БИЗНЕС</b>	 Тонкие клиенты	 ПК	 Моноблочные ПК	 ГРАФИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПЕРСОНАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛИ	 POS	 ИНФОКИОСК	 СЕРВЕРЫ	 СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ	 МНОГОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ
<b>ЧАСТНЫЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ</b>	 ПК	 Моноблочные ПК							

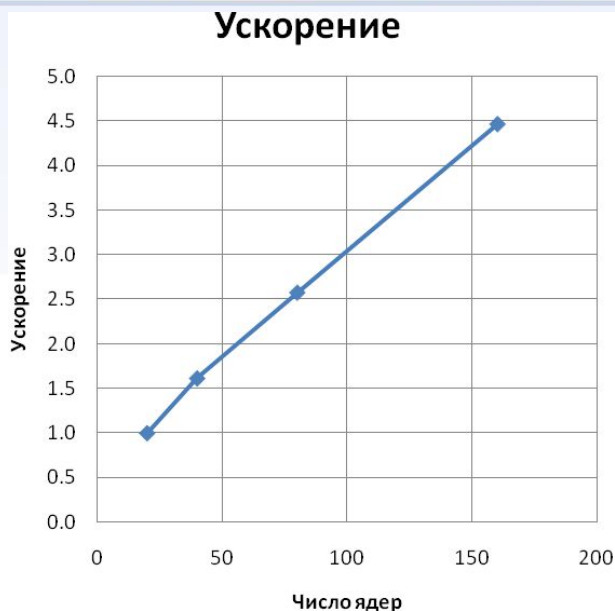


## ✧ Исследования и результат

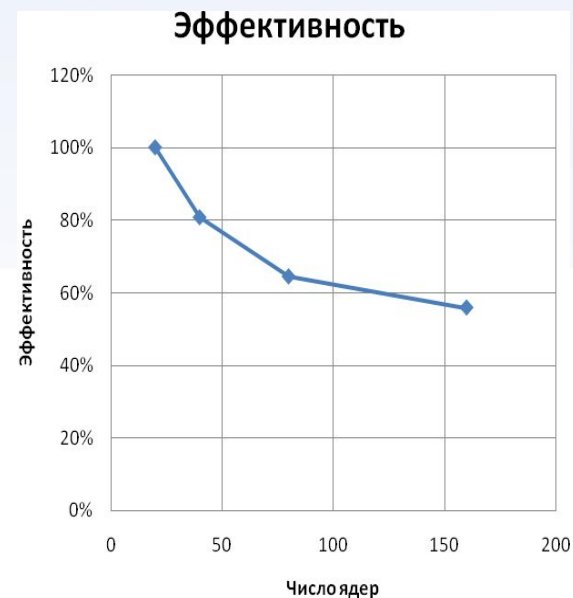


**В результате сотрудничества НЦ РИТ и Kraftway в 2008-2009 гг. совместно разработаны программно-аппаратные комплексы для высокопроизводительных вычислений**

# Ускорение и эффективность гидродинамического симулятора МКТ TimeZYX



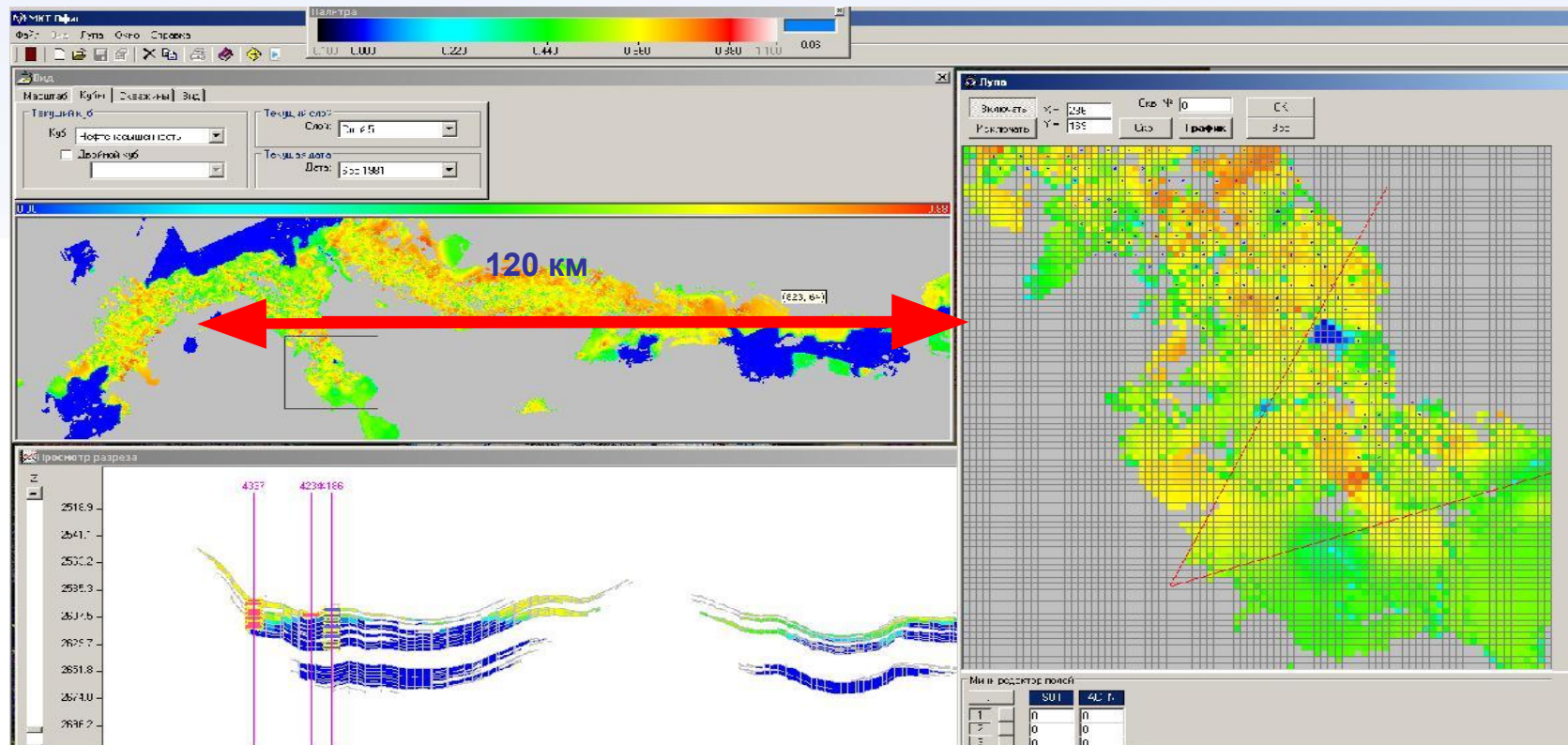
Результаты  
получены на  
кластере  
для крупного  
российского  
нефтяного  
месторождения



Версия симулятора МКТ с использованием кода с параллельным исполнением команд позволяет эффективно сокращать время счёта задачи при увеличении числа задействованных процессоров, что является его конкурентным преимуществом.

Алгоритм «разбиения расчетных областей» симулятора МКТ позволяет хорошо балансировать нагрузку и делает симулятор масштабируемым (позволяет эффективно использовать большие вычислительные ресурсы).

# Опыт параллельного моделирования на примере модели Талинской площади

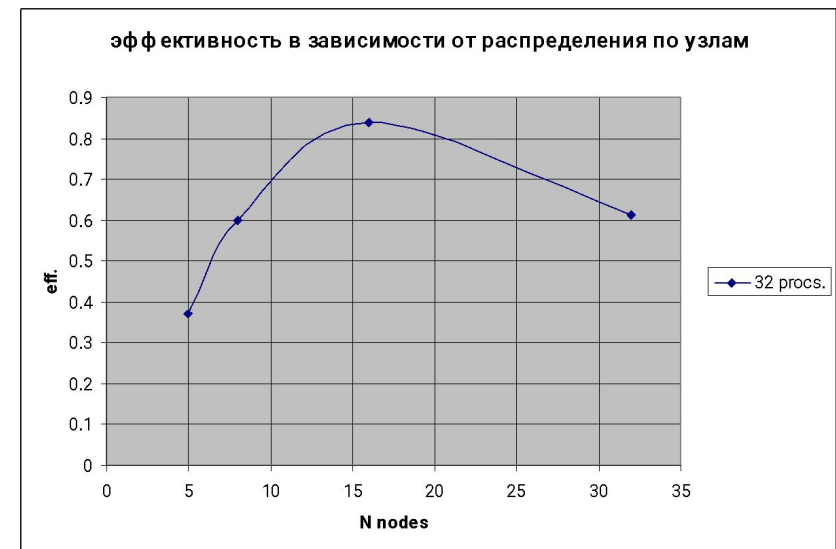
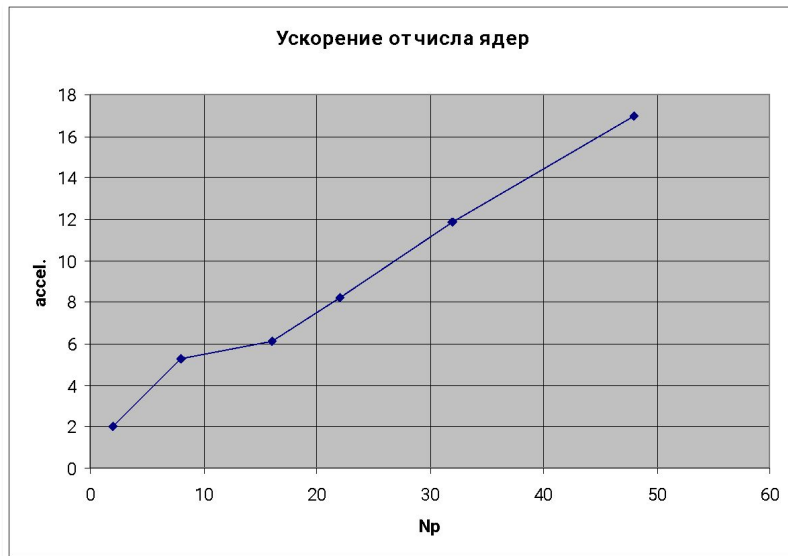


**Модель Талинской площади Красноленинского месторождения: 79 млн. ячеек, 120x32 км., история разработки более 25 лет, 5215 скважин. Время расчёта на обычном компьютере — около месяца**

# ❖ Результаты тестирования

## Цели тестирования

- Поиск оптимальной конфигурации для проведения гидродинамических расчетов.
- Анализ эффективности параллельных алгоритмов и масштабируемости программы.
- Оптимизация кода симулятора под конкретную вычислительную систему
- Подтверждение корректности решения путем получения реальных результатов на реальных моделях.
- Получение уникальной компетенции.





## ❖ Цифры и предпосылки

- Вычислительный кластер на типичной архитектуре.
- 16 узлов, **Rpeak=1.5TFlops**
- Потребление электроэнергии ~8KW
- Расходы на охлаждение ~ 8KW
- ИБП, время обеспечения электропитания 10-20 мин
- Стоимость больше 3'700'000 руб. (без ПО)
- Отдельное помещение

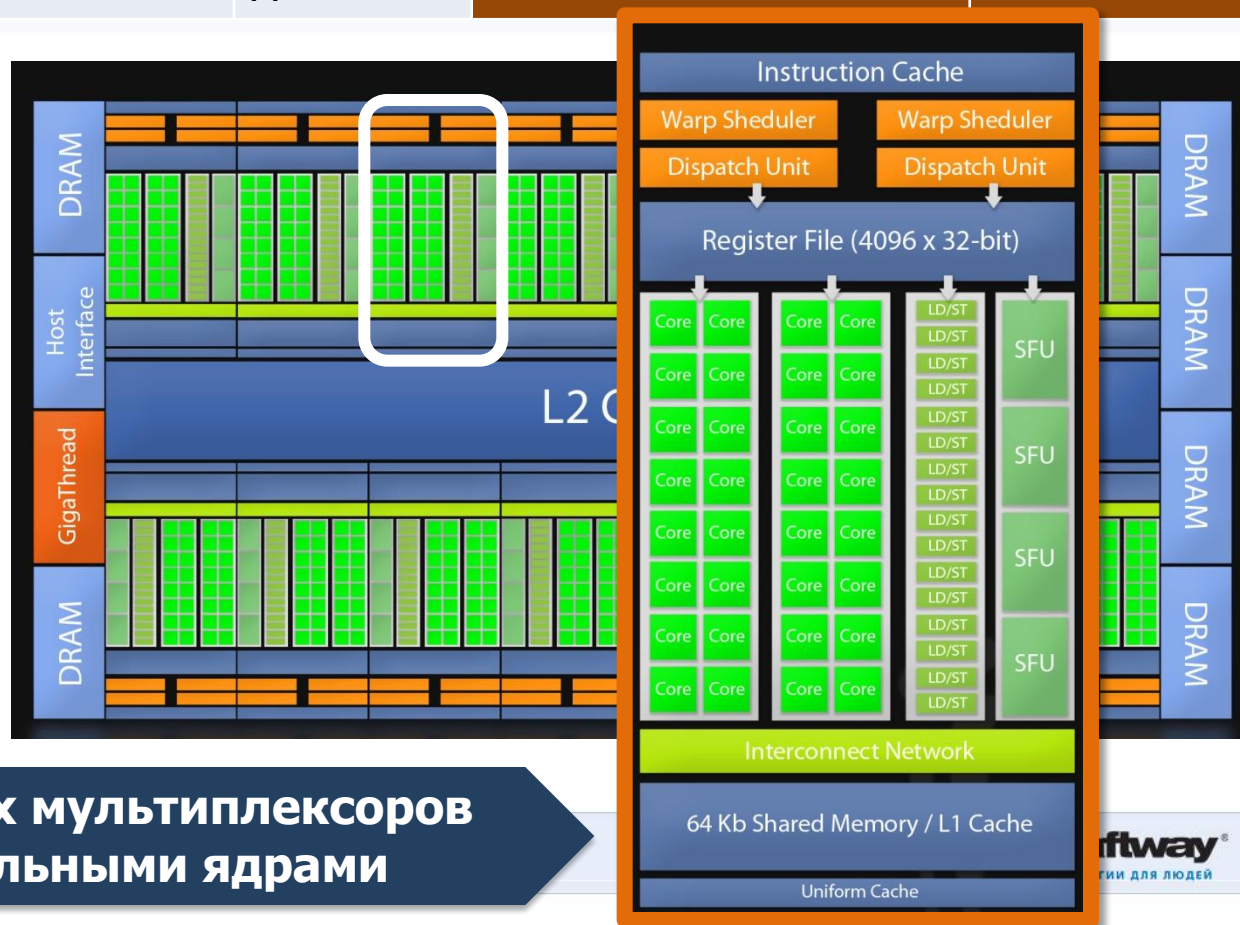


- Kraftway Sience KT01
- **Rpeak=3.78TFlops**
- Потребление электроэнергии ~1,2KW
- Расходы на охлаждение ~ 1,2KW
- ИБП, более 30 мин.
- Стоимость ~ 0,27М руб. (без ПО)
- Нет требований к помещению



# ✧ Применение ускорителей вычислений

	Тип ядра	Double	Количество ядер*	GFlops**
Процессоры	x86	да	<b>48</b>	<b>441</b>
Ускорители	ПОТОКОВЫЙ	да	<b>1792</b>	<b>2048</b>



**1 из 16 потоковых мультиплексов с 32-я вычислительными ядрами**

# Kraftway Science KT13

## персональный вычислитель на гибридной архитектуре

Доступная сбалансированная модель отдельной линейки продукции для высокопроизводительных вычислений. Модель использует гибридную архитектуру, для обеспечения высокой производительности вычислений обеспечена ускорителями NVIDIA® Tesla™.

Области применения: моделирование физических процессов, анализ геодезических данных, биологические исследования, прочностные расчеты и т.д.

Пиковая производительность модели составляет 1,536TFlops (Duble).



Системная логика	Intel X58
Системная шина	QPI, 6.4 GT/sec
Процессор	1 процессор Intel Core i7 (начиная с апреля 2010г.)
Память	DDR3 ECC, До 96GB
Видеоподсистема	SVGA PCI-E x16 для визуализации результатов вычислений
Вычислительные ускорители	До 3-х ускорителей Nvidia Tesla 1060 2GB Nvidia Tesla 2050 3GB (начиная с июня 2010г.) Nvidia Tesla 2070 6GB (начиная с июня 2010г.)
Сетевые интерфейсы	Два канала Gigabit Ethernet
Накопители	До 4-х дисков SATA или SAS, поддержка RAID
Корпус	Вертикальный, блок питания 1500W

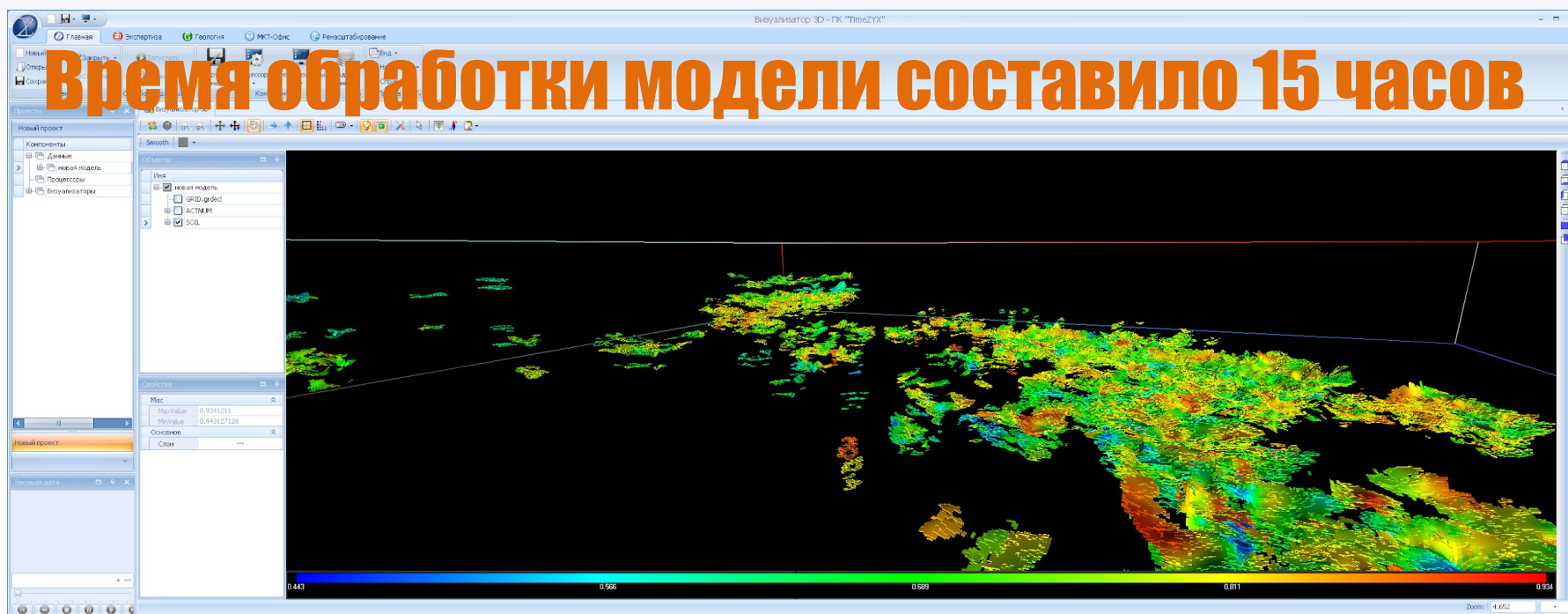
# ⌘ Kraftway Science KT13. Блок схема.





# ❖ Арланское месторождение

Размер геологической модели основного объекта разработки ТНК (93% запасов) – 60 млн. ячеек, гидродинамической – 40 млн. ячеек.



## Время обработки на типичном кластере 7 суток

Размеры месторождения: 100 \* 30 км.

Открыто в 1955 г., в промышленную разработку введено в 1959 г.

На 01.01.2008 пробурено 8 582 скважин.

Общее число скважин: добывающих 6102, нагнетательных 1737.

На 01.01.2008 отобрано 424 963 тыс.т. нефти (39.4% НЗ).

# Kraftway Science KT42

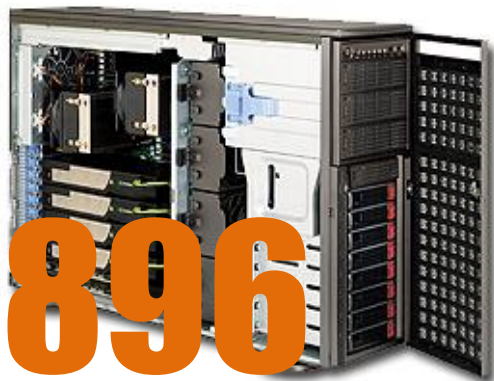
## персональный вычислитель на гибридной архитектуре

Расширенная модель отдельной линейки продукции для высокопроизводительных вычислений на гибридной архитектуре.

Области применения: моделирование физических процессов, анализ геодезических данных, биологические исследования, прочностные расчеты и т.д.

Пиковая производительность модели KT42 составляет **441/1024 GFlops (Duble)**.

**48** x86 ядер

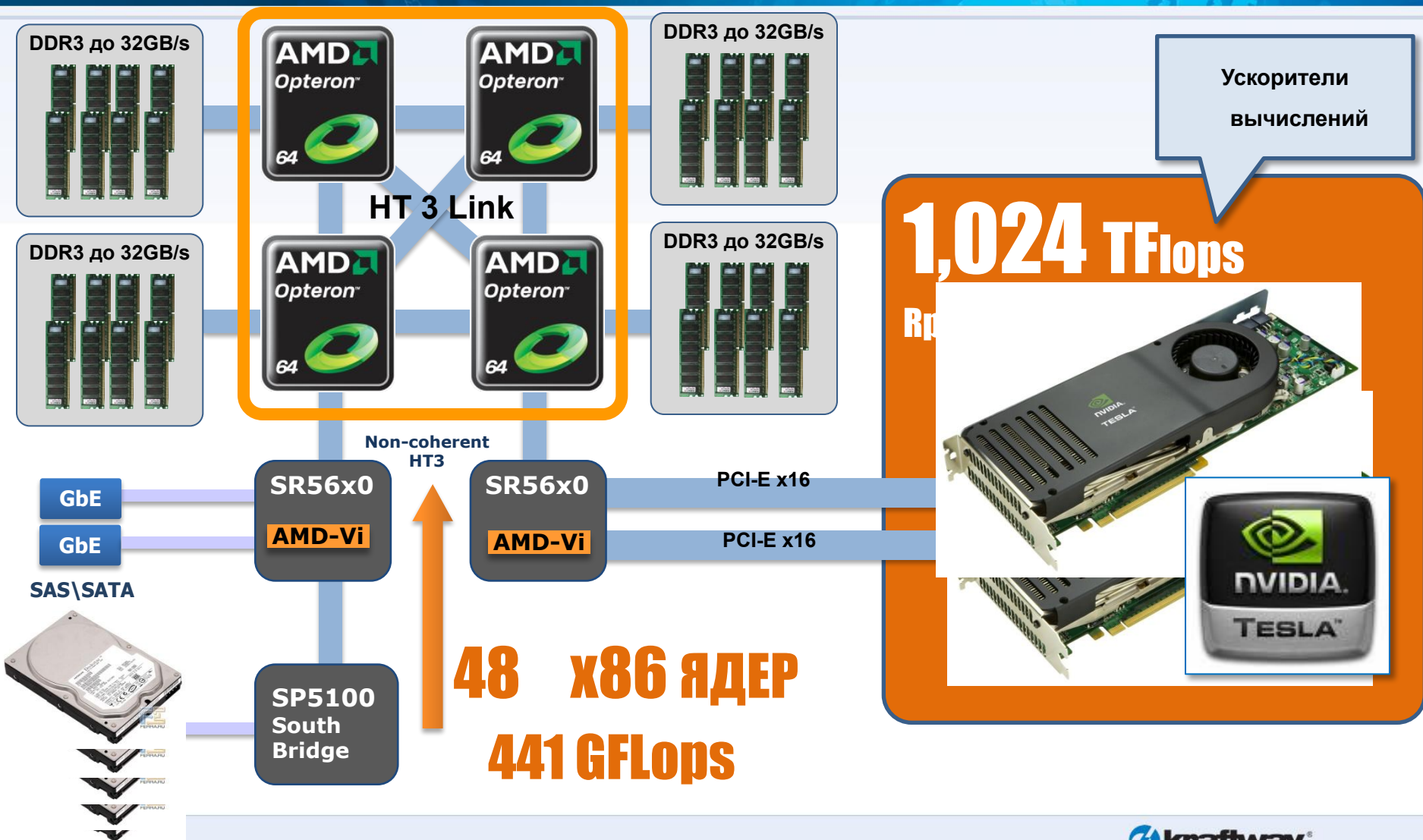


**896**

Потоковых ядра

Системная логика	AMD
Системная шина	QPI, 6.4 GT/sec
Процессор	4 процессора AMD Opteron™ 61xx (12 ядер)
Память	DDR3 ECC, До 192GB
Видеоподсистема	Встроенная
Вычислительные ускорители	До 2-х ускорителей Nvidia Tesla 1060 2GB Nvidia Tesla 2050 3GB (начиная с июня 2010г.) Nvidia Tesla 2070 6GB (начиная с июня 2010г.)
Сетевые интерфейсы	Два канала Gigabit Ethernet
Накопители	До 5-и дисков SATA или SAS, поддержка RAID
Корпус	Вертикальный, с возможностью размещения в 19" стойку блок питания 1400W, с горячей заменой

# ✦ Kraftway Science KT11. Блок схема.





# Персональные суперкомпьютерные программно-аппаратные комплексы Kraftway – TimeZYX

## СУПЕРКОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА KRAFTWAY-TIMEZYX для ОПТИМИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА РОССИИ

**kraftway**  
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ БУДУЩЕГО



**НАЗНАЧЕНИЕ:** СОЗДАНИЕ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ:

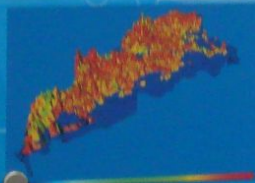
- ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ
- ПОДБОРА ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ
- ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.

**СОСТАВ:**

- РОССИЙСКИЙ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬ KRAFTWAY SCIENCE
- РОССИЙСКИЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ГЕОЛОГО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ TIMEZYX

**ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА МОДЕЛЕЙ ЛЮБОЙ СЛОЖНОСТИ:**

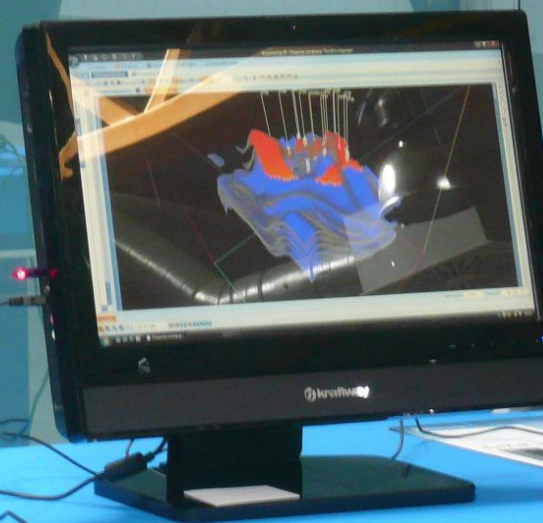
- БОЛЕЕ 1 МЛРД. ЯЧЕЕК ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
- БОЛЕЕ 50 МЛН. АКТИВНЫХ ЯЧЕЕК ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
- ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДО 70 % ПРИ РАСЧЕТАХ НА 500 ЯДРАХ



**ПРИМЕР:**  
АРЛАНСКОЕ НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ (БАШКИРИЯ)

ОБЪЕКТ	ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ, ЛЕТ	ЧИСЛО ЯЧЕЕК, МЛН	ВРЕМЯ СЧЕТА	
ПЛАСТ ТТНК АРЛАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	52	230 (НЕАКТИВНЫХ)	24 ЯДРА	512 ЯДЕР
		15 (АКТИВНЫХ)	7 СУТОК	12 ЧАСОВ

Приглашаем  
на наш стенд





## Представление персональных суперкомпьютерных программно-аппаратных комплексов Kraftway – TimeZYX руководству России



**Кравцов А.Ю.: «...В рамках программы импортозамещения создано российское программное обеспечение TimeZYX, и совместно с Национальным центром развития инновационных технологий мы его адаптировали для работы с этими персональными суперкомпьютерами и создали программно-аппаратный комплекс, который прошел испытания во ВНИИГАЗе...»**

**Д.А.Медведев: «Мне кажется, производство этого аппарата необходимо ставить на промышленную основу для компаний...»**



# СПАСИБО