



Вычислительный узел на базе Эльбрус-4С в составе гетерогенного кластера для исследований в нефтегазовой отрасли

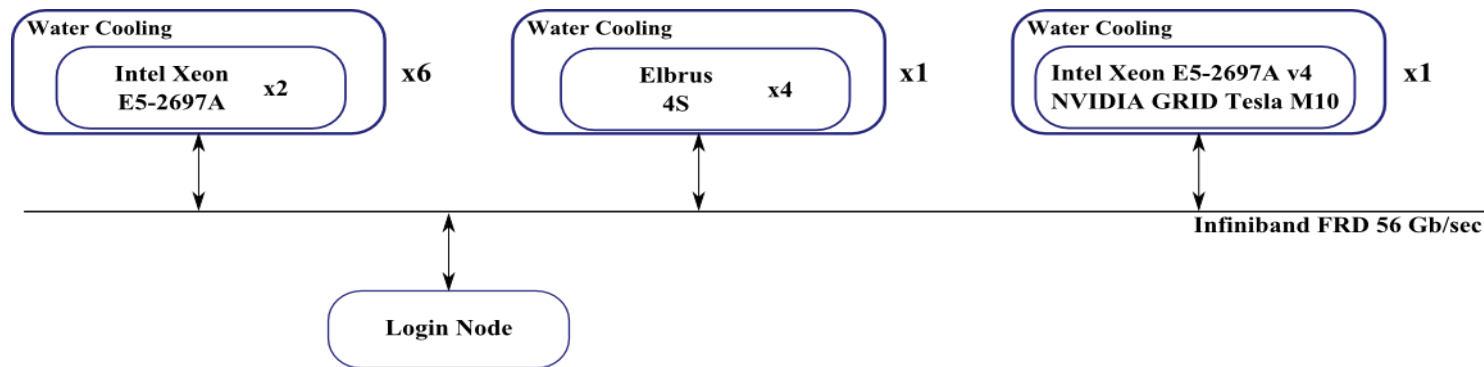
*Суперкомпьютерные дни в России,
25 сентября, 2018*

Екатерина Тютляева¹, Игорь Одинцов¹,
Александр Московский¹, Сергей Конюхов¹;
Александр Калякин², Мурад И. Нейман-заде²

¹ РСК Технологии

² МЦСТ/ИНЭУМ

- Обратная совместимость для больших приложений на x86 – гомогенный раздел с 2-х сокетными узлами Intel Xeon E5
- Визуализация – гетерогенный узел с Nvidia GRID Tesla M10
- Новые модули и алгоритмы – Эльбрус
 - ✓ Включая модули пред- и пост-обработки



- 4-сокета, процессоры Эльбрус-4С, 12 x 4 GB DDR3-1600 DRAM
- Архитектура e2k (VLIW)
- Бинарная совместимость с x86
- Стратегия: рост совместимости



- Обработка HDF5 данных
- Основная вычислительная задача: выполнение DFFT и LAPASKE_dgels в скользящем окне
 - Преобразование Фурье – фундаментальная составляющая анализа сейсмических данных



	Реализация для Intel Xeon E5	Реализация для Эльбрус
MPI компилятор	Intel R MPI Library Version 2018	MPICH-2
C++ компилятор	Intel R Compilers 2018	icc-1.23
Математические библиотеки	Intel R MKL Library (2018 Studio)	EML (Elbrus Mathematical Library) + lapack-3.8.0 (Elbrus optimized)
Библиотеки ввода/вывода	The HDF5-1.8.20 Technology suite	The HDF5-1.8.20 Technology suite
Specific Compilation Keys	-ipo -xCORE-AVX2	-mcpu=elbrus-4c

Оптимизация для Intel Xeon E5

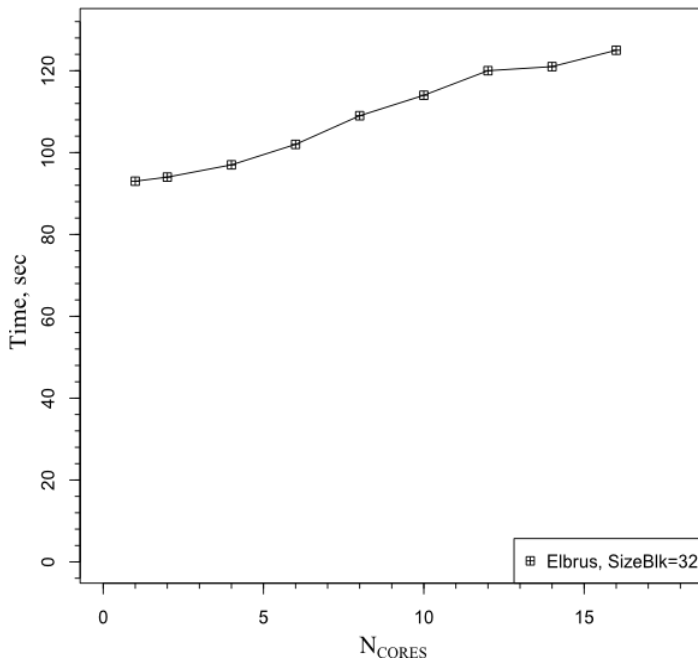
- ✓ Минимизация зависимостей между итерациями в циклах
- ✓ Выравнивание данных
- ✓ Использование прагм для авто-векторизации

Оптимизация для Эльбрус

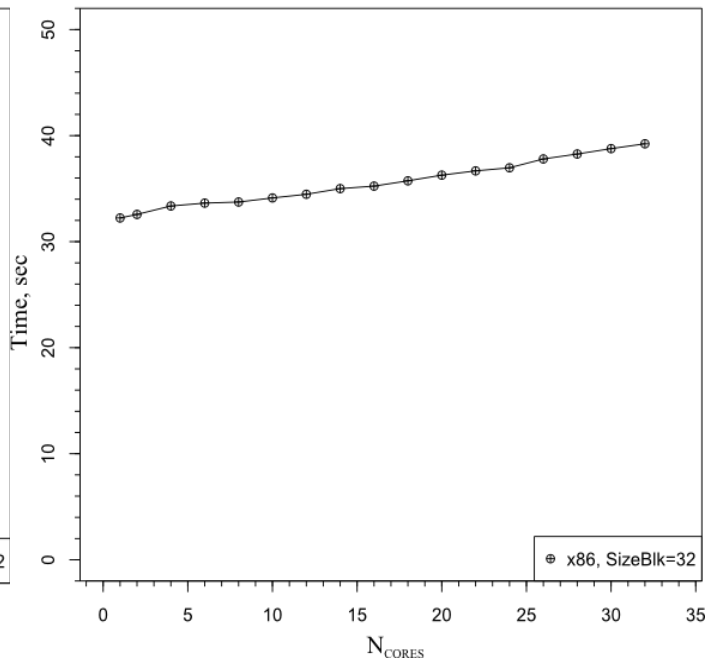
- ✓ Перемещение инвариантных выделений/освобождений памяти за пределы циклов
- ✓ Замещение вложенных вызовов функции "hypot" на векторизованную версию "vhypot" вне циклов
- ✓ Незначительное изменение организации локальных данных, чтобы избежать непрямо́й адресации в «горячих» циклах
- ✓ Использование линейризованных многомерных массивов
- ✓ Компиляция проекта с ключом -fwhole (-to), что позволяет использовать inline для вызовов функций между модулями
- ✓ Модификация подпрограмм, содержащий непрямо́е обращения в память на запись; замещаются на вложенные циклы с непрямо́ми обращениями на чтение

➤ Параллелизм по данным: каждый MPI rank привязан к отдельному ядру

Elbrus Node Execution Time



x86 Node Execution Time



Процесс миграции на архитектуру Elbrus

Создание и перенос программного стека под e2k

Обучение специалистов

Собираем коллекцию базовых шагов и примитивов оптимизации

Разработана библиотека (возможно повторное использование)

Опыт оптимизации под e2k



Участие в проекте «СКИФ-НЕДРА»

Создание опытных образцов специализированных высокопроизводительных вычислительных систем «СКИФ-ГЕО ЦОД», предназначенных для использования в качестве центра коллективного пользования при решении наиболее ресурсоемких геолого-геофизических вычислительных задач

**СКИФ
НЕДРА**

Работа выполнена при финансовой поддержке
Минобрнауки России
(Программа СКИФ-НЕДРА, Государственный
контракт №14.964.11.0001 от 17 июня 2015г.)





Спасибо за внимание!

Ваши вопросы?