



# LUND UNIVERSITY

## Parallel algorithm of seismic data decomposition: implementation and optimization for GPU

Nikitin, Viktor

*Published in:*  
[Publication information missing]

2012

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*  
Nikitin, V. (2012). Parallel algorithm of seismic data decomposition: implementation and optimization for GPU. [Publication information missing], 734-734.

*Total number of authors:*  
1

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:  
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

Российская академия наук  
Суперкомпьютерный консорциум университетов России

# ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (ПаВТ'2012)

Труды международной научной конференции

г. Новосибирск, 26 – 30 марта 2012 г.

Челябинск,  
Издательский центр ЮУрГУ  
2012

УДК 004.75

П 18

Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2012): труды международной научной конференции (Новосибирск, 26 – 30 марта 2012 г.). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. 774 с.

ISBN 978-5-696-04237-4

Данный сборник содержит статьи, включенные в программу Международной научной конференции «Параллельные вычислительные технологии». Конференция проводится с 26 по 30 марта 2012 года. Подробную информацию о конференции можно найти в сети Интернет по адресу <http://agora.guru.ru/pavt>.

Отпечатано с авторских оригиналов.

Одобрено Советом факультета Вычислительной математики и информатики ЮУрГУ

Рецензенты:

В.В. Воеводин, член-корреспондент РАН,

В.И. Ухоботов, доктор физ.-мат. наук

Ответственные за выпуск:

Л.Б. Соколинский, доктор физ.-мат. наук,

К.С. Пан

Конференция проводится при поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований

ISBN 978-5-696-04237-4

© Издательский центр ЮУрГУ, 2012

## НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ СОВЕТ

Бердышев В.И., академик РАН, ИММ УрО РАН, г. Екатеринбург  
Ершов Ю.Л., академик РАН, председатель ОУС по математике и информатике, г. Новосибирск  
Марчук Г.И., академик РАН, почетный директор ИВМ РАН, г. Москва  
Михайленко Б.Г., академик РАН, директор ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск  
Моисеев Е.И., академик РАН, декан факультета ВМК МГУ, г. Москва  
Савин Г.И., академик РАН, директор МСЦ РАН, г. Москва  
Садовничий В.А., ректор МГУ, академик, вице-президент РАН, г. Москва  
Четверушкин Б.Н., академик РАН, ИПМ РАН, г. Москва  
Шокин Ю.И., академик РАН, директор ИВТ СО РАН, г. Новосибирск

## ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

**Руководитель серии Международных суперкомпьютерных конференций в России:**  
Садовничий В.А., ректор МГУ, академик, вице-президент РАН

**Председатель программного комитета:**  
Воеводин В.В., чл.-корр. РАН, НИВЦ МГУ, г. Москва

**Сопредседатель программного комитета:**  
Соколинский Л.Б., д.ф.-м.н., НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск

**Ученый секретарь программного комитета:**  
Цымблер М.Л., к.ф.-м.н., НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск

**Члены программного комитета:**  
Абламейко С.В., чл.-корр. НАН РБ, ОИПИ НАН РБ, г. Минск  
Акимова Е.Н., д.ф.-м.н., ИММ УрО РАН, г. Екатеринбург  
Афанасьев А.П., д.ф.-м.н., ИСА РАН, г. Москва  
Болдырев Ю.Я., д.т.н., НИУ СПбГПУ, г. Санкт-Петербург  
Газизов Р.К., д.ф.-м.н., УГАТУ, г. Уфа  
Гергель В.П., д.т.н., НИУ ННГУ, г. Нижний Новгород  
Глинский Б.М., д.т.н., ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск  
Горячев В.Д., д.т.н., ТГТУ, г. Тверь  
Гузев М.А., чл.-корр. РАН, ДВО РАН, г. Владивосток  
Донгарра Дж. (J. Dongarra, University of Tennessee), США  
Ильин В.П., д.ф.-м.н., ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск  
Лыкосов В.Н., чл.-корр. РАН, ИВМ РАН, г. Москва  
Мальшкин В.Э., д.т.н., ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск  
Мейер Х. (H. Meuer, ISC General Chair), Германия  
Модорский В.Я., д.т.н., НИУ ПГТУ, г. Пермь  
Немухин А.В., д.х.н., МГУ, г. Москва  
Панюков А.В., д.ф.-м.н., НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск  
Попов Л.Д., д.ф.-м.н., ИММ УрО РАН, г. Екатеринбург  
Самофалов В.В., к.т.н., Intel  
Ситоле Х. (H. Sithole, Director of CNRS), ЮАР  
Старченко А.В., д.ф.-м.н., НИУ ТГУ, г. Томск  
Турлапов В.Е., д.т.н., НИУ ННГУ, г. Нижний Новгород  
Якобовский М.В., д.ф.-м.н., ИММ РАН, г. Москва

# ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

## **Председатель организационного комитета:**

Михайленко Б.Г., академик РАН, директор ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

## **Зам. председателя организационного комитета:**

Глинский Б.М., исполнит. директор ЦКП ССКЦ ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Лаврентьев М.М., проректор НГУ, г. Новосибирск

## **Члены организационного комитета:**

Антонов А.С., с.н.с. НИВЦ МГУ, г. Москва

Брызгалов П.А., н.с. НИВЦ МГУ, г. Москва

Быринова Р.А., зам. главного бухгалтера ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Воеводин Вад.В., н.с. НИВЦ МГУ, г. Москва

Воеводин Вл.В., зам. директора НИВЦ МГУ, г. Москва

Зернова Л.В., вед. программист ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Иванова И.Н., вед. программист ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Ильин В.П., г.н.с. ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Косова С.Н., вед. инженер ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Котелевский С.П., гл. специалист ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Куликов И.М., н.с. ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Кучин Н.В., гл. специалист ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Лазарева Г.Г., н.с. ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Марченко М.А., уч. секретарь ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Пан К.С., программист кафедры системного программирования НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск

Репина К.В., программист кафедры системного программирования НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск

Соболев С.И., н.с. НИВЦ МГУ, г. Москва

Соколинский Л.Б., декан факультета Вычислительной математики и информатики

НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск

Усов А.Г., вед. программист ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Уткина Л.И., ассистент кафедры системного программирования НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск

Цымблер М.Л., доцент кафедры системного программирования НИУ ЮУрГУ, г. Челябинск

Черных И.Г., н.с. ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

## ЭКСПЕРТЫ ПаВТ

Авербух В.Л., ИММ УрО РАН, г. Екатеринбург

Адинец А.В., НИВЦ МГУ, г. Москва

Аксенов А.А., ТЕСИС, г. Москва

Аксенова Е.В., ЮУрГУ, г. Челябинск

Антонов А.С., НИВЦ МГУ, г. Москва

Баландин Д.В., ННГУ, г. Нижний Новгород

Бандман О.Л., ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Баркалов К.А., ННГУ, г. Нижний Новгород

Бородулин К.В., ЮУрГУ, г. Челябинск

Варламов Д.А., ИПХФ РАН, г. Черноголовка

Водопьянов В.В., УГАТУ, г. Уфа

Волохов В.М., ИПХФ РАН, г. Черноголовка

Вшивков В.А., ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Городняя Л.В., ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

Губайдуллин И.М., ИНИК РАН, г. Уфа

Долганина Н.Ю., ЮУрГУ, г. Челябинск

Дорохов В.А., ЮУрГУ, г. Челябинск

Жуматий С.А., НИВЦ МГУ, г. Москва

Золотых Н.Ю., ННГУ, г. Нижний Новгород

Кетков Ю.Л., ННГУ, г. Нижний Новгород

Козинов Е.А., ННГУ, г. Нижний Новгород

Корж О.В., МГУ, г. Москва

Коротченко А.Г., ННГУ, г. Нижний Новгород

Костенецкий П.С., ЮУрГУ, г. Челябинск

Крюков В.А., ИПМ РАН, г. Москва

Линд Ю.Б., БашНИПИнефть, г. Уфа

Линёв А.Н., ННГУ, г. Нижний Новгород

Лукашук С.Ю., УГАТУ, г. Уфа

Лымарь Т.Ю., ЮУрГУ, г. Челябинск

Марчевский И.К., МГТУ, г. Москва

Медведев А.А., ЮУрГУ, г. Челябинск

Мееров И.Б., ННГУ, г. Нижний Новгород

Миниахметов Р.М., ЮУрГУ, г. Челябинск

Михайленко К.И., УГАТУ, г. Уфа

Мортиков Е.В., НИВЦ МГУ, г. Москва

Оленёв Н.Н., ВЦ РАН, г. Москва

Осипов Г.В., ННГУ, г. Нижний Новгород

Пан К.С., ЮУрГУ, г. Челябинск

Панюкова Т.А., ЮУрГУ, г. Челябинск  
Пивушков А.В., ИПХФ РАН, г. Черноголовка  
Половинкин А.Н., ННГУ, г. Нижний Новгород  
Посышкин М.А., ИСА РАН, г. Москва  
Прокопьева Л.Ю., ИВТ СО РАН, г. Новосибирск  
Радченко Г.И., ЮУрГУ, г. Челябинск  
Репина К.В., ЮУрГУ, г. Челябинск  
Романов С.Ю., НИВЦ МГУ, г. Москва  
Сальников А.Н., ВМК МГУ, г. Москва  
Сафина Ю.Н., ЮУрГУ, г. Челябинск  
Свешников В.М., ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск  
Сенин А.В., ННГУ, г. Нижний Новгород  
Соболев С.И., НИВЦ МГУ, г. Москва

Степаненко В.М., НИВЦ МГУ, г. Москва  
Сухорослов О.В., ИСА РАН, г. Москва  
Уткина Л.И., ЮУрГУ, г. Челябинск  
Файзуллин Р.Т., ОмГТУ, г. Омск  
Федорук М.П., ИВТ СО РАН, г. Новосибирск  
Федянина Р.С., ЮУрГУ, г. Челябинск  
Харченко С.А., ТЕСИС, г. Москва  
Худякова Е.С., ЮУрГУ, г. Челябинск  
Чеверда В.А., ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск  
Черноусов А.А., УГАТУ, г. Уфа  
Шамакина А.В., ЮУрГУ, г. Челябинск  
Шипков А.В., ННГУ, г. Нижний Новгород

## СПОНСОРЫ

### Платиновые спонсоры:

Корпорация Intel  
Группа компаний РСК  
Группа компаний Т-Платформы

### Золотые спонсоры:

Компания ТЕСИС  
Компания СофтПоинт  
Корпорация IBM

### Серебряные спонсоры:

Корпорация NVIDIA  
Корпорация AMD  
Корпорация Hewlett Packard  
Компания CADFEM

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

Информационно-аналитический центр Parallel.ru

Газета «Поиск»

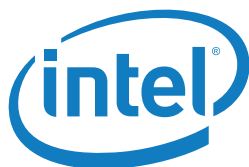
Журнал «CNews»

Журнал «CAD/CAM/CAE Observer»

Журнал «Rational Enterprise Management»

Журнал «Суперкомпьютеры»

Журнал «Вычисления в геологии»



# Параллельный алгоритм разложения сейсмических данных по волновым пакетам: реализация и оптимизация для GPU

В.В. Никитин

Новосибирский государственный университет

Сейсморазведка является основным геофизическим методом, используемым при разведке залежей нефти и газа, а также других полезных ископаемых. Современные требования к точности разведки и рациональной разработке открытых месторождений приводит постоянному росту объемов получаемых сейсмических данных, которые требуют тщательной и, в то же время, оперативной обработки. Процесс предварительной обработки и сжатия сейсмических данных является весьма важным этапом работ, который требует применения высокопроизводительных вычислений. В контексте данного проекта рассматриваются процедуры: *сжатие данных, подавление шумов и нецелевых волн, интерполяция и регуляризация данных*.

Для решения этих задач использовался (переопределенный) базис трехмерных волновых пакетов - локализованным плоским волнам [1], который является оптимальным для представления волновых полей. Тогда перечисленные задачи решаются простым применением прямого и обратного преобразования с сохранением только больших волноупаковочных коэффициентов (в силу оптимальности базиса). Заметим, что кроме сейсмических приложений разложение по волновым пакетам может найти применение при выделении резких границ трехмерных изображений, например, в медицинской томографии.

Алгоритм прямого и обратного преобразования по трехмерным волновым пакетам был реализован на базе GPU фирмы NVidia при помощи технологии CUDA [2]. Проведено сравнение времени работы на разных вычислительных платформах - достигнуто ускорение до 45 раз на одной карте NVidia Tesla M2050 по сравнению с последовательным кодом. Рассмотрены два варианта распределения вычислений по процессорам, а затем при помощи закона Амдала проведен анализ масштабируемости для большого количества карт. В одном из вариантов с увеличением количества GPU наблюдается практически линейный рост производительности: в 7.7 раз для 8 карт.

Полученная программа тестировалась на синтетических сейсмических данных (процедуры сжатия, подавления шума и регуляризация трехмерных данных). В **таблице 1** представлены результаты тестирования программы для входных сейсмических данных размером  $256^3$ .

**Таблица 1.** Время выполнения программы на различных платформах.

Платформа	Прямое пр-е (сек)	Обратное пр-е (сек)	Ускорение (прямое/обратное)
2x Tesla M2050	30,0	40,6	97/77
Tesla M2050	57,5	76,1	51/41
Tesla C2050	61,7	85,4	47/37
GeForce Quadro FX 4000	80,0	109,1	37/29
4x AMD Opteron 2218 (MPI)	1113,8	1140,1	3/3
Intel i7 (без оптимизаций)	2949,43	3137,04	1/1

## Литература

1. Duchkov, A.A., Andersson, F.A., Hoop, M.V. Discrete almost-symmetric wave packets and multiscale geometrical representation of (seismic) waves // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 48, No. 9, 2010. - pp. 3408–3423.
2. V.V. Nikitin, A. A. Romanenko, A. A. Duchkov A.A., F. Andersson, 3D wave-packet decomposition implemented on GPUs //Expanded Abstracts, SEG Annual Meeting, 2011, pp. 3409-3413.