

МИНОБРНАУКИ РФ
Российский фонд фундаментальных исследований
Национальный исследовательский Томский государственный университет
НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета
Физико-технический факультет
Совет молодых учёных ТГУ

**V Международная молодежная научная конференция
«Актуальные проблемы современной механики
сплошных сред и небесной механики»
25–27 ноября 2015 г., Томск**

**Vth International Youth Scientific Conference
«Currently issues of
continuum mechanics and celestial mechanics – 2015»,
25–27 November, 2015**



Томск-2015

движение огромные массы воды, обладающие колоссальной энергией и разрушительной силой.

В работе [1] была предложена математическая модель и ее программная реализация для комплексного исследования проблем длинных гравитационных волн (типа цунами) в гидродинамическом лотке. Проведена ее верификация, которая показала хорошее согласование численных расчетов с экспериментальными данными, полученными в лабораторной установке [2–4]. В работе [5] даны результаты исследований взаимодействия волн типа цунами с одиночными преградами, предложен безразмерный параметр преграды $h/(H+A)$, учитывающий амплитуду падающей волны и высоту преграды h , относительно которого данные обобщаются в более широком диапазоне безразмерного параметра $A/H < 0.3$.

В данной работе приведены предварительные результаты численного моделирования взаимодействия волн типа цунами с двойными преградами. Эксперименты и численное моделирование показали, что при определённых расстояниях между преградами относительная энергия прошедшей волны имеет минимумы.

Литература

1. Бошнятов Б.В., Лисин Д.Г. // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2013. № 6(26). С. 45–55.
2. Пат. 2485452 РФ. МПК G01F 23/18. Устройство измерения уровня воды / Б.В. Бошнятов, Ю.К. Левин, В.В. Попов. Заявлено 07.10.2010; опубл. 20.06.2013, бюл. № 17. 9 с.
3. Бошнятов Б.В., Левин Ю.К., Попов В.В., Семянистый А.В. // ПТЭ. 2011. № 2. С. 116–117.
4. Бошнятов Б.В., Попов В.В. // Изв. высших учебных заведений. Физика. 2012. Т. 55. № 9/3. С. 145–150.
5. Бошнятов Б.В. // ДАН. 2013. Т.452. № 4. С. 392–395.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ OPENACC НА ПРИМЕРЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА С.К. ГОДУНОВА STUDY OF OPENACC TECHNOLOGY EFFICIENCY USING S.K. GODUNOV METHOD

В.Л. Гойко

V.L. Goiko

Национальный Исследовательский Томский государственный университет
National Research Tomsk State University
goiko.slava@gmail.com

В настоящее время получили широкое распространение гибридные вычислительные системы, где использование арифметических ускорителей (сопроцессоров) позволяет существенно ускорить вычисления за счет большого числа вычислительных ядер. В данной работе представлено ис-

следование эффективности использования графических карт для расчета газодинамических задач. Современные программные технологии позволяют эффективно использовать графические карты в качестве высокопроизводительных вычислительных комплексов, в работе рассматривается технология OpenACC [1], позволяющая использовать весь потенциал графических карт без существенных затрат на изменение кода собственной программы.

Для изучения эффективности технологии OpenACC реализован алгоритм расчета газодинамических уравнений. В качестве тестовой задачи выступила задача о пространственном взаимодействии двух газов. Два сжимаемых газа с различными значениями плотности, давления и начальных скоростей находились в емкости, разделенной перегородкой. После изъятия перегородки, газы взаимодействовали.

Основой для построения расчетного алгоритма выступила разностная схема численного решения нестационарных уравнений газовой динамики с нахождением потоков по методу С.К. Годунова [2]. Расчетная схема преобразована для использования параллельного алгоритма. Параллельность достигнута за счет использования технологии OpenMP [3] для проведения расчета с использованием ядер центрального процессора.

В качестве высокопроизводительного вычислительного комплекса для проверки эффективности параллельного алгоритма выступил кластер на базе Национального исследовательского Томского государственного университета СКИФ Cyberia [4]. Для расчета использовались узлы с двумя шестиядерными процессорами Intel Xeon X5670 и 24Гб оперативной памяти. Написан модуль для преобразования результатов вычислений в формат Silo [5], позволяющий использовать для визуализации полученных данных программный комплекс VisIt.[6]

Несмотря на все временные затраты, связанные с модернизацией последовательной программы для возможности использовать большее количество вычислительных процессоров, выигрыш во времени расчета существенен. При условии оптимизации программы и правильном подборе компилятора (в данной работе для расчета на центральном процессоре использовался компилятор от Intel, для расчета на графической карте – компилятор PGI) можно эффективно использовать высокопроизводительные вычислительные комплексы. В рамках представленной работы проведена оценка эффективности технологии OpenACC для проведения расчетов, требующих высоких вычислительных затрат. Также представлен сравнительный анализ затраченного времени при расчете на центральном процессоре и на графическом ускорителе.

Литература

1. *OpenACC*. Directives for Accelerators [Электронный ресурс]. URL: <http://www.openacc.org>

2. Годунов С.К. Численное решение многомерных задач газовой динамики. М.: Наука, 1976. 400 с.
3. Немнюгин С.А. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем / Немнюгин С.А., Стесик О.Л. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 400 с.
4. Вычислительный кластер СКИФ Cyberia [Электронный ресурс]. URL: [http:// cyberia.tsu.ru](http://cyberia.tsu.ru)
5. Silo. A mesh and field I/O library and scientific database [Электронный ресурс]. URL: <https://wci.llnl.gov/codes/silo/index.html>
6. VisIt. Software that delivers parallel [Электронный ресурс]. URL: [https:// wci. llnl. gov/codes/visit](https://wci.llnl.gov/codes/visit)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ЗАКРУЧЕННОГО
ТЕЧЕНИЯ В ВИХРЕВОЙ КАМЕРЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ ПО РАЗМЕРАМ
MODELING OF TURBULENT SWIRLING FLOW IN THE VORTEX
CHAMBER AND STUDY**

М.Ю. Гойко

M.Yu. Goiko

Национальный Исследовательский Томский государственный университет
National Research Tomsk Polytechnic University
popp.marina@yandex.ru

В работе рассматривается численное моделирование закрученного турбулентного потока газа в вихревой камере, которая используется для разделения тонкодисперсных порошков на мелкую и крупную фракцию по заданному размеру частиц. Для повышения эффективности процесса фракционного разделения частиц предлагается дополнительно закручивать стенки вихревой камеры, что способствует выравниванию поля окружной скорости и тем самым стабилизирует баланс центробежных и аэродинамических сил, действующей на сепарируемые частицы. В работе проводилось исследование процесса разделения монофракции с помощью детерминированного метода, в результате получены траектории движения частиц и кривая разделения Тромпа.

Для численного исследования аэродинамики классификатора в качестве прототипа выбрана вихревая камера [2], которая представляет собой цилиндрическую область с не вращающимися стенками. В камере такого типа, закрученный поток газа вместе с частицами через входное сечение поступает в вихревую камеру и под действием перепада давления вместе с мелкой фракцией частиц выходит через выходное сечение камеры. Крупная же фракция частиц, за счет действия на нее центробежной силы, которая преобладает над аэродинамической силой сопротивления частиц, отбрасывается на периферийную стенку классификатора и, оседая по ней, попадает в крупный продукт фракционного разделения. Известно, что вихревые камеры такого типа обладают достаточно большой производительностью по расходу несущей среды и твердой фазы. Однако эффективность