

# Подход к решению междисциплинарных задач на основе системы многотельной динамики

Е.С. Сергеев<sup>1</sup>, В.В. Гетманский<sup>1</sup>, О.В. Шаповалов<sup>1</sup>, А.С. Горобцов<sup>1</sup>  
Волгоградский государственный технический университет<sup>1</sup>

Существует два подхода для численного решения смешанных физических моделей: непосредственное связывание (direct-coupled, fully-coupled) и последовательное связывание (sequential-coupled)[1] физических явлений. В данной работе рассмотрены модели программ, решающих задачи междисциплинарного моделирования, основанных на последовательном связывании. В разрабатываемом программном комплексе ФРУНД[2] используется подход, сочетающий расчет динамики систем тел с различными дополнительными видами расчета для каждого тела. К настоящему времени имеются 2 расчетных модуля: динамики, теплопроводности, каждый из которых обладает различной вычислительной сложностью. Модуль расчета динамики механической системы выполняется как основной и передает на каждой итерации определенные рассчитанные параметры во вспомогательные модули.

В случае увеличения размерности задачи до нескольких миллионов тел время расчета сильно возрастает, и для его уменьшения необходимо проводить декомпозицию сетки на части с учетом оптимальности распределения вычислительной нагрузки на доступные вычислительные ресурсы. В результате декомпозиции формируются списки тел модели, входящие в каждую подмодель и списки граничных тел, соединенных с рассеченными шарнирами. Тестирование метода распределения нагрузки проводилось на примере решения задачи теплопроводности для детали, представленной объемной сеткой из 11 млн. узлов. Прямой последовательный расчет на одном ядре CPU занял 130 секунд, при равномерном распределении по 4 ядрам CPU время сократилось почти в 4 раза. При использовании для расчета GPU вместо некоторых ядер CPU с балансировкой сетки в соответствии с производительностью вычислителей было получено ускорение расчета, результаты тестов приведены в таблице 1.

	1 CPU	4 CPU	3 CPU + 1 GPU 9800GTX+	3 CPU + 1 GPU Tesla c1060	2 CPU + 2 GPU Tesla c1060
Время расчета, с	130	40,4	35,1	19,9	10,2

**Таблица 1.** Ускорение на одном гибридном узле кластера за счет балансировки нагрузки

Для экспериментов использовались два разных гибридных узла вычислительного кластера: Core Quad Q6600 + NVIDIA 9800GTX+ и Core i7 920 + 2 x Tesla c1060. По сравнению с параллельным расчетом использование балансировки позволило получить ускорение в 1.15 раз на NVIDIA 9800GTX+ и в 2 раза NVIDIA Tesla. При использовании одновременно двух GPGPU Tesla вместо двух ядер было получено ускорение в 4 раза. В перспективе планируется получить результаты на гибридном кластере.

## Литература

1. Paul Lethbridge, Multiphysics Analysis, The Industrial Physicist, Dec 2004/Jan 2005. - P. 21-23.
2. Горобцов А.С. Перенос системы многотельной динамики на вычислительный кластер / А.С. Горобцов, Е.С. Сергеев, В.В. Гетманский //Научно-технические ведомости СПбГПУ. серия "Информатика. телекоммуникации. управление" / СПбГПУ. – Санкт-Петербург – 2010. -№3. - С. 93-99.