ТЕХНОЛОГИИ УСКОРЕНИЯ РАСЧЁТОВ В ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ ТОКАМАКА [[1]](#footnote-1)\*)

Скопинцев Д.А., Докука В.Н., Хайрутдинов Р.Р.

АО "ГНЦ РФ ТРИНИТИ", г.Москва, г.Троицк, Россия. [scopintsev.d.a@triniti.ru](mailto:scopintsev.d.a@triniti.ru), [khayr@triniti.ru](mailto:khayr@triniti.ru), [dokuka@triniti.ru](mailto:dokuka@triniti.ru)

В работе описаны технологии ускорения расчётов при применении пакетов прикладных программ, реализованных на языке FORTRAN для моделирования плазмофизических процессов в токамаках.

При этом трудность при моделировании обусловлена различными по своей природе процессами, которые имеют пространственные и временные масштабы, различающиеся на много параметров. Именно поэтому требуется объединение в единую систему различных специализированных кодов, которые в совокупности позволяют спроектировать установку токамак и проанализировать её работу [1].

Одной из важных задач является прогнозирование поведения плазменного шнура в ходе эксперимента — так называемый расчёт сценария разряда. Разработка соответствующих компьютерных кодов и проведение вычислительных экспериментов с их помощью является задачей чрезвычайной вычислительной сложности [2].

Имитационные модели токамака-реактора включают моделирование не только плазмо-физических состояний разряда, но и формирование инструментальных средств (алгоритмов и программных кодов) для входящих в контур управления плазмой компонентов и систем. Таких как, модуль восстановления параметров плазмы по данным магнитных измерений, система электропитания обмоток, система магнитного управления плазмой, предназначенная для управления током, положением и формой плазмы и т.д. [3]

Модельные коды предъявляют весьма серьёзные требования к вычислительным ресурсам. Возникает задача распределения вычислений по массиву вычислительных ядер, что возможно при использовании компилятора с поддержкой CUDA для Fortran, например, компании Portland Group Inc. (PGI), и применении библиотек CUDA с архитектурой современных GPU [4].

Массивы должны передаваться в память GPU для параллельной обработки, а затем возвращаться обратно. Поэтому они должны быть статическими. Общая производительность ограничена этими операциями. Появление новой шины NVLink и памяти HBM2, к которой может обращаться управляющая CPU и GPU должны снять это ограничение.

Модификация кода производилась с помощью директив компилятору. Алгоритм реализации проверялся на сценарии где каждое уравнение решалось по отдельности и для каждого момента времени проводились итерации, до достижения необходимой абсолютной точности схождения. Время схождения при использовании GPU сократилось на порядок.

Литература

1. Kostomarov D.P., Zaitsev F.S., Shishkin A.G., Sychugov D.Yu., Stepanov S.V., Suchkov E.P., “Virtual tokamak” software toolbox. Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 15. Вычисл. матем. и киберн. 2011. №4 c. 48-56.
2. Зайцев Ф.С. Математическое моделирование эволюции тороидальной плазмы. М.: МАКС Пресс, 2005. С. 524.
3. R.R. Khayrutdinov and V. E. Lukash, J. Comput.Phys. 109, 193 (1993).
4. Рутш Г., Фатика М. CUDA Fortran для инженеров и научных работников./ пер. с англ. Слинкин А.А. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 364 с.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/E/en/IL-Scopintsev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)