

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА БАРНСА-ХУТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФЕРРОЖИДКОСТИ

Поляков А.Ю.<sup>1</sup>, аспирант; Лютый Т.В.<sup>1</sup>, доцент;

Денисов С.<sup>2</sup>, старший научный сотрудник

<sup>1</sup>Сумский государственный университет, Сумы

<sup>2</sup>Университет Аугсбурга, Аугсбург

Феррожидкость – это коллоидная система, состоящая из ферромагнитных наночастиц и жидкого носителя. Такие системы имеют важное прикладное значение в технике и медицине. В силу наличия дальнего дипольного взаимодействия описание свойств таких объектов возможно произвести лишь численно. Однако сам процесс моделирования осложнён требованиями к вычислительной мощности компьютера. Это является следствием того, что необходимо учитывать взаимодействие всех частиц между собой. Время счета в этом случае определяется как  $O(N^2)$ , где  $N$  – число частиц в моделируемой системе.

До недавнего времени для моделирования достаточно больших объемов феррожидкости необходимо было прибегать к использованию суперкомпьютеров, либо распределенных и кластерных вычислений. Однако с появлением технологии CUDA для параллельных вычислений на GPU, подобные задачи можно решать с помощью обычного персонального компьютера.

Алгоритм Барнса-Хута [1] со временем счета  $O(N \log N)$  позволяет существенно сократить время расчета дипольных полей. Суть этого алгоритма в декомпозиции всего объема системы в виде дерева, узлами которого являются ячейки с множеством частиц, а листьями – ячейки с одной частицей или пустые ячейки. Для каждого узла дерева рассчитывается суммарный магнитный момент и центр намагниченности. Уменьшение времени счета достигается за счет замещения вычисления воздействия каждой частицы на некоторую рассматриваемую частицу, вычислением воздействия на нее группы частиц в случае их достаточной отдаленности.

Для  $N = 10^6$  частиц совместное применение вышеописанного алгоритма и технологии CUDA (Tesla M2050) дает уменьшение времени счета в 63000 раз по сравнению с алгоритмом прямого расчета всех дипольных полей для CPU (Intel Xeon x5670 @2.97GHz).

1. J. Barnes, P. Hut, *Nature* **324**, 446 (1986).