

Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

Реализация модели пульсового течения крови в сосуде с эластичными стенками с использованием технологии NVIDIA CUDA

Биколов Дмитрий Александрович

Аспирант

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Физический факультет, Москва, Россия
E-mail: bikulov@physics.msu.ru*

Метод решеточных уравнений Больцмана представляет собой способ моделирования гидродинамики на мезоуровне. Он построен на основе дискретизированного по времени, координатам и направлениям скоростей кинетического уравнения Больцмана. Расчетный объем разбивается на множество ячеек, вычисления в которых могут производиться параллельно и потому хорошо подходит под программную модель CUDA [3].

В рамках работы реализована модель пульсового течения крови через сосуд с эластичными стенками. Получены профили пульсовых волн для различных параметров модели: жесткости стенок сосуда, периода сердечного цикла и амплитуды входной волны. В рассмотрение модели включено описание подвижных эритроцитов. Для задания сопротивления капиллярной сети человека используется пористый объем. Граничные условия основаны на граничных условиях с заданным давлением [4].

Эластичный сосуд моделируется на основе клеточных автоматов [1], гидродинамика – на основе метода решеточных уравнений Больцмана с интегралом столкновений в форме Бхатнагара-Гросса-Крука [2]. Если давление в ячейке ниже некоторого значения, ее состояние переключается в «непротекаемая». Иначе ячейка становится протекаемой. Критическое значение пористости определяется, исходя из эластичных свойств стенки сосуда.

Литература

1. Leitner, D., Wassertheurer, S., Hessinger, M. Holzinger, A. A. Lattice Boltzmann Model for pulsative blood flow in elastic vessels *Elektrotechnik und Informationstechnik*, Springer-Verlag, 2006, 123, 152-155
2. Bhatnagar P. L., Gross E. P. and Krook M. A model for collision processes in gases. i. small amplitude processes in charged and neutral one-component systems. // *Phys. Rev.* 1954 No. 94 p. 511-525.
3. Tolke, J. Implementation of a Lattice Boltzmann kernel using the Compute Unified Device Architecture developed by nVIDIA *Comput. Vis. Sci.*, Springer-Verlag, 2009, 13, 29-39
4. Zou Q., He X. On pressure and velocity boundary conditions for the lattice Boltzmann BGK model. *Physics of Fluids* 9 (1997): 1591.

Слова благодарности

Спасибо профессору, д.м.н. А.С. Парфенову за консультацию и помощь. Спасибо НИВЦ МГУ за доступ на суперкомпьютер Ломоносов.