

ЛИТЕРАТУРА

1. Шапошникова, Н. Ф. Ведущие факторы развития инфекционных заболеваний мочевой системы у детей / Н. Ф. Шапошникова // International journal of advanced studies in medicine and biomedical sciences. – 2019. – № 1. – С. 106–113.
2. Bell, L.E. Update on childhood urinary tract infection and vesicoureteral reflux / L.E. Bell, T.K. Mattoo // Semin Nephrol. – 2019. – Vol. 29. – P. 349–359.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ PYOPENCL

Лагун А. Ю., Тимонович В. В.

Гродненский государственный медицинский университет

Научный руководитель: Копыцкий А. В.

Актуальность. Курс «Медицинская и биологическая физика» содержит ряд тем, связанных с изучением ультразвукового излучения (УЗ) и его применением в медицине. В качестве наглядного пособия актуальны поля распределений интенсивности УЗ в трёхмерном пространстве, их зависимость от параметров работы источника (частоты, амплитуды) и характеристик среды (акустического импеданса, показателя затухания). Однако моделирование трёхмерного пространственного распределения интенсивности требует от процессора ПК большого количества вычислений, и при большом числе узлов расчётной сетки и источников при последовательном выполнении команд расчёт может быть довольно длительным. Скорость вычислений можно увеличить, если ряд операций проводить не последовательно, а параллельно.

Цель. Цель настоящей работы состоит в создании компьютерной программы для расчёта трёхмерного пространственного распределения интенсивности УЗ с использованием параллельных вычислений, выполняемых на встроенной или интегрированной видеокарте ПК. Полученные распределения позволят визуализировать поле излучения, полученного от источника УЗ, анализировать его трансформации при изменениях характеристик излучения и среды.

Методы исследования. Для достижения поставленной цели нами была написана компьютерная программа на языке программирования «Python 3» с использованием стандартных библиотек. Также применялись сторонние библиотеки: «NumPy» – для численных расчётов; «PyOpenCL» – для совмещения программного кода, написанного на языке «OpenCL», с кодом, написанным на «Python» [1]. Суммарное смещение колебаний,

созданных N источниками в точке (x, y, z) , определялась как сумма смещений, созданных каждым источником по отдельности. Смещение в точке (x, y, z) (удалённой от источника на расстояние r), порождаемое этим источником, описывалось уравнением сферической монохроматической волны. Расчётная область представляла собой сетку из $50 \times 50 \times 50$ точек, источник – плоскую пластину, состоящую из $20 \times 20 = 400$ точек, излучающих волны в одной фазе. Интенсивность волны в точке определялась как квадрат суммарного смещения в этой точке. Графическое отображение распределения интенсивности выполнялось при помощи библиотеки «Matplotlib» [2]. Расчёты выполнялись на ПК с процессором AMD 200GE, располагающим встроенной графикой и поддерживающим команды языка «OpenCL».

Результаты и их обсуждение. Нами было написано программное решение на языке программирования «Python», позволяющее моделировать и визуализировать 3-мерное распределение интенсивности УЗ поля, создаваемого плоским источником. Огромный прирост в скорости вычислений был достигнут за счёт перевода их значительной части с центрального процессора, обрабатывающего команды последовательно, на графическую карту с параллельным исполнением команд. Так, для указанного количества источников и расчётной области время выполнения на процессоре составило более 5 часов, с использованием видеокарты – несколько десятков секунд. Полученные данные отражают некоторые закономерности в распределениях: видны боковые лепестки излучения, уменьшения расходимости волн по мере сокращения длины волны, влияние симметрии источника излучения.

Выводы. Используемое программное решение позволяет получать паттерны распределения интенсивности УЗ в 3-мерном пространстве, демонстрирует значительный потенциал применения видеокарт для моделирования физических процессов. Сгенерированные изображения, в том числе и интерактивные, могут использоваться как наглядные пособия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kloeckner, A. Pyopencl: Python wrapper for OpenCL [Electronic resource]. – Mode of access: <http://mathematician.de/software/pyopencl>. – Date of access: 02.03.2021.
2. Matplotlib – Visualization with Python [Electronic resource]. – Mode of access: <https://matplotlib.org/>. – Date of access: 01.03.2023.