1 (Титульный)

Здравствуйте. Меня зовут Никита Нагорный, и тема моей курсовой работы – «Расчёт электромагнитных полей методом конечных разностей во временной области».

Целью работы было создание прототипа расчётной программы, реализующей базовый алгоритм метода, и тестирование этого прототипа на конкретной задаче.

Необходимость в такой программе возникла, поскольку существующие реализации метода имеют закрытый исходный код, что не позволяет модифицировать метод, а открытые реализации не поддерживают расчёт на граф. процессорах.

2. (Сетка И)

Метод конечных разностей во временной области представляет собой дискретизированные по времени и пространственным осям уравнения Максвелла. Базовый метод построен на идее сетки И. Перед решением задачи выбирается счётный объём, картина полей в котором нас интересует. Затем он делится на ячейки, в точках между которыми расположены проекции векторов электрической и магнитной напряжённостей в конкретный момент времени. Для каждой ячейки также заданы удельные проводимости и проницаемости.

3 (Базовые уравнения)

Взглянем на базовые уравнения метода. Можем заметить, что проекции вектора H в каждой ячейке зависит только от значения этой же проекции в прошлый момент времени и изменения вектора E в соседних ячейках. Важной особенностью является произвольность порядка выбора ячеек для расчёта проекций одного вектора. H же не зависит от значения H в других ячейках. И эта особенность отлично подходит для выполнения расчёта на GPU, так как все проекции вектора H во всех ячейках мы можем рассчитывать параллельно, а граф. проц. как раз обладают высокой степенью параллелизма.

Существует 2 фреймворка для выполнения неграфических вычислений на видеоадаптерах: NVIDIA CUDA и OpenCL. Первый был создан компанией NVIDIA и поддерживает видеокарты только их производства, второй – открытый стандарт. Поддерживает видеокарты большинства современных производителей, позволяет выполнять код даже на CPU. Нами был выбран OpenCL, потому что он поддерживает карты AMD.

4. (Потоки выполнения)

Для управления огромным количеством потоков (до по одной стороне сетки) существует следующая их иерархия: потоки объединяются в варпы по 32, варпы в независимые друг от друга блоки, а блоки в сетку. Реализация работы с потоками в OpenCL принципиально не отличается.

5. (Картина полей в двух сечениях)

Далее было произведено моделирование поля в счётном объёме размером 208x208x208 ячеек. В качестве источника поля выступил симметричный вибратор — диполь, на длину которого ложится две длины волны.

В завершение анимации можем наблюдать переотражение от границ счётного объёма и интерференционную картину.

6. (Графики)

Увеличение производительности до 17 раз.