

Параллельная реализация PIC-метода с использованием GPU

А.А. Трунов, А.В. Старченко, И.Ю. Турчановский, В.А. Шкляев

Создана параллельная реализация алгоритма решения задач динамики пучков заряженных частиц для самосогласованного электромагнитного поля методом "частицы-в-ячейках" в r-z геометрии с использованием графических процессорных устройств (GPU).

Для решения уравнений Максвелла используется явная разностная схема, обеспечивающая точное выполнение граничных условий для векторов электромагнитного поля на идеальном проводнике. Смещённые на половину шага в пространстве и времени равномерные сетки обеспечивают второй порядок аппроксимации по времени и пространству. Для интегрирования уравнений движения частиц используется широко распространённый алгоритм Бориса для осесимметричной задачи, основывающийся на алгоритме интегрирования с перешагиванием (leap-frog), который имеет второй порядок аппроксимации и сохраняет импульсы частиц. Вычисление сеточной плотности тока согласовано с изменением плотности заряда в ячейке эйлеровой сетки для выполнения закона Гаусса.

Решена задача о транспортировке тонкого трубчатого замагниченного моноэнергетического пучка электронов в эквипотенциальном цилиндрическом канале дрейфа. Полученное решение хорошо согласуется с аналогичным решением, полученным на кластере ТГУ СКИФ Cyberia с использованием библиотеки MPI, а также с решением рассматриваемой задачи известными PIC-кодами KARAT и OOPIC.