

**Решение уравнений мелкой воды в линейном приближении методами конечных разностей на сетке типа куб-сфера**

А.Д. Волков<sup>1,2</sup>, Р.Ю. Фадеев<sup>2,3</sup>, В.В. Шашкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский энергетический институт (государственный университет)

<sup>2</sup>Институт вычислительной математики РАН

<sup>3</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

Работа посвящена численному моделированию уравнений мелкой воды в линейном приближении на сетках типа "куб сфера". В 1972 году Садорни[1] предложил первую сетку такого типа, основанную на центральной проекции сетки с поверхности куба на сферу, для замены регулярных широтно-долготных сеток в климатических моделях. Относительно последней, куб-сфера обладает более однородной структурой и не имеет проблем со сгущением точек сетки в области полюсов, обусловленных сходимостью меридианов. Однако данный тип сеток предполагает выполнение дополнительных операций при переходах на областях сшивки граней куба.

Для решения уравнений мелкой воды в линейном приближении использовались: метод конечных разностей 4го порядка по пространству и метод Хойна 2го порядка по времени. Данные были расположены в серединах ячеек, что позволило не обрабатывать отдельно точки на ребрах куба. Начальное возмущение имело вид косинусоидальной шапочки.

В работе проведено исследование геометрических свойств сеток типа "куб сфера". Получены решения уравнений мелкой воды в линейном приближении на разных видах сеток типа "куб сфера", согласно методикам, предложенным в статье Вильямсона[2], были получены ошибки  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_\infty$  норм, относительно решения, полученного спектральными методами. Исследована масштабируемость на параллельных архитектурах.

Первые результаты, полученные в ходе экспериментов показали устойчивость решения в течении 30 дней модельного времени и хорошее соответствие точному решению в указанный период времени для всех сеток типа "куб сфера", использованных в проведении работы. Однако, был выявлен ряд недостатков, над которыми ведется дальнейшая работа с целью повышения точности решения.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН N33 "Создание вычислительно эффективных моделей динамики атмосферы для задач прогноза погоды и изменений климата и их реализация на системах с экстремальным параллелизмом".

**Литература**

1. R. Sadourny. Conservative finite-difference approximations of the primitive equations on quasi-uniform spherical grids // Monthly Weather Review. 1972. V.100, N 2. P.136–144.
2. Williamson, D., J. Drake, J. Hack, R. Jakob, and P. Swarztrauber. A standard test set for numerical approximations to the shallow-water equations in spherical geometry // J. Comput.Phys. 1992. V.102, P.211–224.