ЭФФЕКТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ НА СЕТКЕ КУБИЧЕСКАЯ СФЕРА

Г.С. Гойман, В.В. Шашкин

ИВМ РАН, г. Москва
МФТИ (НИУ), г. Долгопрудный
Гидрометцентр России, г. Москва

gordeygoyman@gmail.com

Уравнения гидротермодинамики атмосферы являются типичным примером жесткой системы, описывающей широкий спектр явлений с временными масштабами от месяцев до нескольких секунд. Вычислительная эффективность численного решения таких систем во многом зависит от выбора метода интегрирования по времени.

При использовании явных методов размер шага по времени модели ограничен (из соображений устойчивости) фазовой скоростью быстрых звуковых и инерционно-гравитационных волн, энергетический вклад которых является незначительным с точки зрения прогноза погоды и моделирования климата [1]. Таким образом, шаг по времени, определяемый из требования устойчивого интегрирования, намного меньше шага, определяемого из соображений точности получаемых решений.

Неявные методы интегрирования по времени позволяют использовать существенно большие шаги интегрирования по времени. Основные вычислительные затраты при использовании неявного метода обусловлены необходимостью решения последовательности систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с большими разреженными матрицами на каждом шаге по времени. Следовательно, эффективность применения неявного подхода практически полностью определяется численной эффективностью и параллельной масштабируемостью алгоритма решения возникающих СЛАУ.

В настоящее время в ИВМ РАН и Гидрометцентре России ведется разработка глобальной атмосферной модели следующего поколения на сетке кубическая сфера [2]. Полунеявный [3] метод интегрирования времени рассматривается как один из основных вариантов для данной модели. В рамках доклада будут представлены результаты разработки и внедрения в модель параллельных методов решения СЛАУ. В частности, будут рассмотрены результаты исследования скорости сходимости, вычислительной и параллельной эффективности реализованных подходов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (РНФ), проект № 24-71-00123

Список литературы:

1. Thuburn J. Some basic dynamics relevant to the design of atmospheric model dynamical cores / J. Thuburn // Numerical Techniques for Global Atmospheric Models. Springer, 2011. P. 3–27.
2. Shashkin V.V., Goyman G.S., Tretyak I.D. Development of the Next-generation Atmosphere Dynamics Model in Russia: Current State and Prospects // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2024. Vol. 45. Issue 7. Pp. 3159–3172.
3. Робер А. Полунеявный метод / А. Робер // Численные методы, используемые в атмосферных моделях. Т. 2 / под ред. В. Садоков. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. С. 302–315.