

Параллельная реализация задачи с неизвестной граничной функцией для уравнений мелкой воды

ДЕМЕНТЬЕВА ЕКАТЕРИНА ВАСИЛЬЕВНА

Институт вычислительного моделирования СО РАН (Красноярск), Россия

e-mail: lionesskate@gmail.com

КАРЕПОВА ЕВГЕНИЯ ДМИТРИЕВНА

Институт вычислительного моделирования СО РАН (Красноярск), Россия

Аннотация

Прямая задача для уравнений мелкой воды ставится в области произвольной формы на сфере с достаточно гладкой границей. Граница области состоит из береговой линии и границы по морю. В общем случае влияние океана на открытую часть границы по морю не известна, то есть граничные условия на морской границе содержат граничную функцию, которую следует найти вместе с неизвестными задачи – скоростями и возвышением свободной поверхности. Таким образом, в области поставлена обратная задача о восстановлении граничной функции.

Для построения численного алгоритма задача переформулирована в виде задачи оптимального управления, добавлен стабилизирующий член по А.Н. Тихонову. Построен и обоснован итерационный численный алгоритм, использующий информацию о данных наблюдений о возвышении свободной поверхности на части морской границы для восстановления граничной функции на всей морской границе и, следовательно, поля скоростей и возвышения свободной поверхности во всей расчетной области. Метод состоит в итерационном уточнении граничной функции путем численного решения последовательно прямой, сопряженной задач и собственно уравнения на уточнение граничной функции.

Проведены тестовые расчеты по восста-

новлению данных для акватории Охотского моря по данным наблюдений гладким, с наложением белого шума, с пропусками.

Для численного решения задача с помощью метода конечных элементов (МКЭ) сведена к векторно-матричной форме. Полученная система линейных алгебраических уравнений решалась итерационным методом. Сборка невязки при реализации метода конечных элементов на согласованной неструктурированной триангуляции производилась по элементам (традиционный способ, реализующий наиболее выгодное распределение памяти) и по узлам сетки (приводит к необходимости создания в памяти структур переменного размера). Таким образом, были реализованы две версии последовательной программы.

На основе последовательных версий программ создано и оттестировано эффективное параллельное программное обеспечение для SMP-узловых кластеров с использованием технологий MPI, OpenMP, а также их совмещения MPI+OpenMP.

Проведено сравнение ускорения и эффективности параллельных реализаций алгоритма. Показано, что для систем с общей памятью при использовании технологии OpenMP алгоритм сборки невязки в МКЭ существенно влияет на эффективность параллельной реализации.

Работа выполнялась в рамках гранта РФФИ № 11-01-00224-а.