

Секция «Математика и механика»

Регуляризованные уравнения мелкой воды для численного моделирования распространения цунами

Булатов Олег Витальевич

Аспирант

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Физический факультет, Москва, Россия
E-mail: dombulatov@mail.ru*

В этой работе представлен новый численный метод для решения уравнений мелкой воды, который основан на регуляризации уравнений мелкой воды. Продемонстрировано применение предложенного метода для численного расчета задач набегания цунами на берег и задач с «сухим дном». Для задач с аналитическим решением показано схождение численного решения к точному решению при уменьшении пространственного шага сетки.

Исследование океанических волн цунами является важной задачей для вычислительной математики, как показано, например, в работе [2], в них приближение мелкой воды используется для ряда практических случаев. Соответственно для решения уравнений мелкой воды в работе [3] представлен новый и эффективный численный метод.

Предложенный метод основан на усреднении уравнений мелкой воды для малых периодов времени, что дает так называемые регуляризованные уравнения мелкой воды. Численные методы с похожим подходом были ранее получены и использовались для численного расчета широкого круга гидродинамических проблем, где они показали свою эффективность, о чем можно узнать из работы [1]. Численный алгоритм строится с помощью метода конечного объема, схема для которого получается явной по времени. Последний факт позволяет легко адаптировать алгоритм для параллельных вычислений. Также численный метод для гидродинамических задач хорошо показал себя в случае нестационарных задач. К тому же его можно естественным образом обобщить для неструктурированных сеток.

В этой работе уже для уравнений мелкой воды представлен новый численный алгоритм. В частности, он обобщен для случая «сухого дна». Численный метод для регуляризованных уравнений мелкой воды протестирован для одномерной задачи о покоящемся озере. Далее предлагаются дополнительные условия для нестационарных задач с «сухим дном» и показывается их использование для двух нестационарных одномерных проблем набегания цунами на берег с постоянным наклоном, а также для двумерной задачи взаимодействия цунами с комплексной структурой берега.

Численные расчеты показывают адекватность полученных численных результатов. Также для задачи с точным решением продемонстрирована сходимость к эталонному решению при уменьшении пространственной сетки.

Литература

1. Елизарова Т.Г. Квазигазодинамические уравнения и методы расчета вязких течений. Москва, Научный мир, 2007.

2. Левин Б.В, Носов М.А. Физика цунами и родственных явлений в океане. Москва, Янус-К, 2005.
3. Elizarova T.G., Bulatov O.V. Regularized shallow water equations and a new method of numerical simulation of the open channel flows // Computers and Fluids, N 46, 206-211, 2011.