

Секция «Математика и механика»

Математическое моделирование механизма образования весенне-летнего термобара в озере Байкал

Цыденов Баир Олегович

Аспирант

*Томский государственный университет, Механико-математический факультет,
Томск, Россия*

E-mail: tvs@math.tsu.ru

Развитие научно-технического прогресса ставит перед человечеством всё новые проблемы. Одной из них является проблема «чистой воды». По оценкам ученых через несколько десятилетий чистая пресная вода станет важнейшим ресурсом, поскольку она незаменима в отличие от других природных богатств Земли. Озеро Байкал является самым крупным хранилищем пресной воды на планете (около 20 % мировых запасов). *Термобаром* называется узкая зона в глубоком озере умеренных широт, в которой происходит погружение имеющей наибольшую плотность воды от поверхности до дна. Он разделяет водоем на две термические зоны: теплоактивную и теплоинертную с разными видами вертикальной стратификации температуры. Термобар влияет на экосистемы крупных озёр, так как он разделяет две зоны с разными характеристиками воды, что определяет пространственные различия планктонных сообществ. Для сохранения уникальности Байкала и его экосистемы необходимо понимание всех физических механизмов, участвующих в процессах водообмена и формировании качества его вод. Важность изучения термобара как явления заключается в том, что интенсивные нисходящие течения, возникающие между двумя конвективными ячейками, могут привести к быстрому распространению загрязнения из поверхностных слоев до очень больших глубин.

Модель, представленная в данной работе, основана на двумерной негидростатической модели в приближении Буссинеска для конвективного течения. Рассматривается взятый из работы [1] прибрежный профиль озера, соответствующий реальным условиям южного бассейна озера Байкал. В качестве уравнения состояния используется уравнение, связывающее плотность воды с температурой. На дне, помимо условия непроницаемости, задается связь касательных напряжений с придонной скоростью, а также условие отсутствия теплообмена с дном. На свободной поверхности задается поток тепла.

Решение конвективно-диффузионных уравнений основано на конечно-разностном методе конечного объёма. Численный алгоритм нахождения поля течения и температуры опирается на разностную схему Кранка–Николсона. Для согласования поля скорости и давления использована процедура SIMPLE Патанкара. Системы разностных уравнений на каждом шаге по времени решаются методом нижней релаксации или явным методом Булеева.

Путем блокировки некоторых конечных объемов прямоугольной неравномерной сетки расчетная область была приближена к прибрежному профилю озера. Используется неравномерная ортогональная сетка 126×90 с измельчением шагов у берега ($x=0$). Шаг по времени $\Delta t=60$ сек. Начальные условия соответствуют состоянию покоя и заданным

полям температуры. Вертикальное распределение температуры воды в мае месяце изменялось в диапазоне от 1,7 градусов на водной поверхности до максимального значения 3,8 на глубине 900 м [1].

Полученные результаты численных экспериментов показывают, что образование циркуляционного течения происходит вблизи берега и с течением времени система циркуляционных течений продвигается к открытой границе (см. рис.1). Это согласуется с описаниями натуральных наблюдений.

Литература

1. Shimaraev M.N., Verbolov V. I., Granin N.G., Sherstyankin P.P. Physical Limnology of Lake Baikal: a Review. Irkutsk_Okayama, 1994.

Слова благодарности

Автор выражает признательность профессору, д.ф.-м.н. Старченко А.В. за научное руководство и постоянное внимание.

Иллюстрации

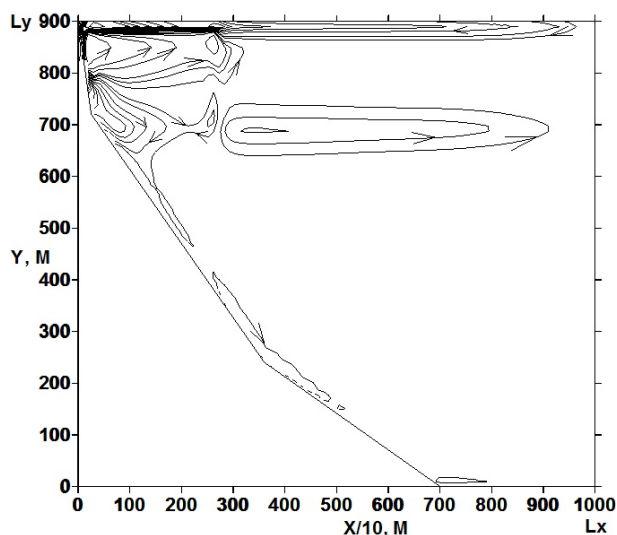


Рис. 1: Линии тока через 30 суток