

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Майорова Павла Александровича  
«Балансно-характеристический подход к численному моделированию  
гидродинамических течений со свободной поверхностью в гидростатическом приближении»  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Разработка новых подходов к моделированию течения жидкости со свободной границей было инициировано в рамках Программы разработки математических методов в оперативной океанологии, выполнявшейся в Институте проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. В процессе решения задач, определенных в указанной Программе, Майоровым Павлом Александровичем был получен ряд новых результатов, отраженных в данной диссертации.

Последовательно были разработаны новые алгоритмы моделирования динамики течения стратифицированной несжимаемой жидкости переменной плотности со свободной верхней границей и с неровным дном в различных приближениях: однослойном, двухслойном и многослойном. Все три алгоритма разработаны на основе балансно-характеристического метода КАБАРЕ, обеспечивающим минимальную схемную вязкость и второй порядок точности по пространству и времени. Указанные алгоритмы реализованы в виде комплекса программ. Решенные тестовые задачи позволили сделать выводы о качестве алгоритмов.

Однослойный алгоритм показал хорошее качество расчетов. В однослойном приближении была решена задача по приливной динамике Белого моря с воспроизведением некоторых реальных особенностей этих течений. Развитие полученных результатов на двухслойную модель показало ограниченность подхода изолированных слоев и развитие межслойной неустойчивости при сдвиговых деформациях. Эта особенность была проанализирована, найдено решение, заключающееся в обмене массой и импульсом между слоями, что позволило разработать робастный многослойный алгоритм моделирования течения стратифицированной жидкости в гидродинамическом приближении.

Многослойный алгоритм был оттестирован на ряде лабораторных тестов, для которых доступны опубликованные результаты экспериментов. Анализ полученного численного решения показал хорошее совпадение с экспериментом.

Диссертация Павла Александровича Майорова является законченным исследованием и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Рекомендую к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ диссертационную работу Майорова Павла Александровича «Балансно-характеристический подход к численному моделированию гидродинамических течений со свободной поверхностью в гидростатическом приближении».

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук

ведущий научный сотрудник лаборатории индустриальной математики

кафедры вычислительных методов

факультета вычислительной математики и кибернетики

МГУ имени М. В. Ломоносова

тел. 8 (495) 939-21-95,

email: [solovjev@cs.msu.ru](mailto:solovjev@cs.msu.ru)

Соловьев Андрей Валерьевич

27.08.2025

Подпись Соловьева Андрея Валерьевича удостоверяю.