

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Цыденова Баира Олеговича «Численное моделирование эффекта весеннего термобара в глубоком озере», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Вся история развития человеческой цивилизации является историей создания искусственной, техногенной среды обитания, сопровождающейся истощением и загрязнением естественной природной среды. В частности, в последнее время нарастают темпы загрязнения гидросферы планеты и, в первую очередь, ее пресноводной составляющей. По некоторым данным к началу текущего столетия почти половина используемой в хозяйственных целях пресной воды шла на разбавление промышленных стоков. В этой ситуации особую актуальность приобретают научные исследования гидродинамики пресноводных экосистем, позволяющие моделировать процесс распространения примесей в естественной водной среде.

В диссертационной работе Цыденова Б. О. исследуется гидродинамика глубоких пресноводных водоемов путем численного моделирования несжимаемых течений в приближении Буссинеска с учетом исходной солености воды, солнечной радиации, ветрового напряжения водной поверхности и вращения Земли. При этом для описания турбулентного механизма смешения используется двухпараметрическая  $k-\omega$  модель Уилкоккса. Разностная аппроксимация исходной дифференциальной постановки задачи выполнена методом контрольного объема на так называемой разнесенной сетке со вторым порядком как по пространству, так и по времени (схема Кранка-Николсона), что очень важно при исследовании по существу нестационарных процессов. Любопытна модификация исходного алгоритма SIMPLE, связанная с введением понятия поправки плотности и соответствующей модификации источникового члена в уравнении поправки давления, которая, по утверждению автора, приводит к общему ускорению сходимости метода, несмотря на удвоение затрат времени на решение уравнений типа «переноса примеси» (баланса тепла и т. д.). К сожалению ни в автореферате, ни в тексте диссертации не присутствует даже в самой краткой форме количественная оценка полученного выигрыша в итоговой скорости сходимости, которая была бы очень полезна для исследователей, работающих с подобными задачами.

Результаты моделирования реальных природных процессов хорошо согласуются с аналогичными результатами и натурными наблюдениями других авторов (развитие термобара в озере Камлупс), что является подтверждением достоверности полученных автором решений. Основная часть результатов исследований связана с моделированием эффекта термобара в озере Байкал – национальном достоянии нашей страны. Показано определяющее влияние силы Кориолиса на начальном этапе развития термобара, а также влияния характера радиационного потока, величины ветрового трения и степени различия в теплофизических свойствах речной и озерной воды в течение всего периода существования термобара. Основным практическим результатом работы можно считать доказательство прямой зависимости между динамикой термобара и распространением примеси, что подтверждает высокую актуальность проведенного исследования.

По содержанию автореферата следует сделать следующие замечания:

1. Отсутствует система допущений (так называемая физическая постановка задачи), в рамках которой формулируется математическая постановка задачи, поэтому приходится лишь догадываться почему, например, при впадении водных масс из относительно узкой речной протоки в широкое озеро с иным теплофизическим состоянием можно пренебречь зависимостью параметров течения от поперечной координаты; или речь здесь идет о течении в плоскости симметрии?
2. Отсутствует определение величины  $c_{\mu}^0$ .
3. Трудоемкость литературного произведения (в данном случае «вклад автора») принято измерять в авторских листах или, с определенными оговорками, – учетных издательских листах; что касается печатных листов (точнее, исходя из контекста рассматриваемого материала, условных печатных листов), то это чисто полиграфический термин, используемый для подсчета необходимого для печати тиража количества бумаги, краско-оттисков и т. д.

В целом, автореферат и многочисленные научные публикации автора говорят о том, что диссертация является законченным научным исследованием, выполненным на высоком квалификационном уровне. Заявленные задачи и положения, выносимые на защиту, согласуются с выводами. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК России, а ее автор Б. О. Цыденов заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Профессор кафедры аэрологии, охраны труда и природы,  
д-р техн. наук, профессор;  
ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический  
университет имени Т. Ф. Горбачева»,  
650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28;  
(384-2) 39-63-70, e-mail: portola2@yandex.ru

Портола Вячеслав Алексеевич

Ведущий эксперт отдела развития и международного  
сотрудничества, канд. физ.-мат. наук;  
ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический  
университет имени Т. Ф. Горбачева»,  
650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28;  
(384-2) 58-22-87, e-mail: faa.orms@kuzstu.ru

Фомин Александр Аркадьевич

