

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Егоровой Виктории Михайловны на тему:
«Вихревая динамика над неосесимметричной топографией дна во вращающейся стратифицированной жидкости (в приложении к Кипрскому вихрю)» по специальности 1.6.17 – Океанология

В диссертационной работе В.М. Егоровой изучается динамика мезомасштабных вихрей в океане, возникающих под влиянием неоднородностей донной топографии, на примере Кипрского вихря в Средиземном море. Последний систематически наблюдается над неосесимметричной неоднородностью рельефа дна, представленной в виде горы Эратосфена, возвышающейся внутри юго-восточной периферии глубокой впадины.

В работе выдвинута гипотеза, что, так называемая Кипрская вихревая система (в частности, сам Кипрский вихрь), имеет «топографическую природу». Указанная гипотеза проверяется и обосновывается на основе использования различных методов исследования (аналитическое и численное решение задачи топографического вихреобразования и лабораторный эксперимент).

Анализ литературы показывает, что эта работа относится к области исследований, которая в настоящее время вызывает большой интерес специалистов и активно развивается. Поэтому **актуальность** темы диссертации не вызывает сомнений.

Автором представлены результаты решения задачи топографически индуцированного вихреобразования в водном потоке над неосесимметричной неоднородностью рельефа дна. Разработан алгоритм аналитического решения гидродинамических задач с неосесимметричной топографией дна.

Использованный численный метод — метод контурной динамики позволил подтвердить правильность результатов аналитического моделирования и значительно расширить результаты. Численные

эксперименты по взаимодействию свободных вихрей, переносимых внешним течением, с рельефом дна вида «впадина-гора» привели к выводу, что неоднородности дна генерируют квазистационарный антициклонический Кипрский вихрь, который может увеличивать (уменьшать) свои горизонтальные размеры при взаимодействии с антициклоническим (циклоническим) свободным вихревым пятном.

Результаты численного моделирования показали качественное согласие с натурными наблюдениями и спутниковыми снимками. Лабораторные эксперименты, моделирующие топографические вихри над особенностями дна разных форм и размеров на вращающейся платформе, позволили получить фото и видео материалы, частично подтверждающие теоретические оценки.

Основные защищаемые положения основаны на целом ряде **новых результатов**:

- Подтверждение гипотезы о формировании Кипрской вихревой системы под влиянием неосесимметричной топографии дна на набегающее течение.

- Плотностная стратификация вод Левантийского бассейна обеспечивает формирование Кипрской вихревой системы при больших значениях скорости набегающего потока по сравнению с однородной по плотности водной средой.

Стратификация также ответственна за вертикальную структуру вихрей: они сужаются к поверхности океана, представляя собой наклонные усеченные конусы Тейлора-Хогга.

- Направление фонового потока, набегающего на неоднородность донной топографии, играет важную роль в формировании Кипрской вихревой системы, а именно: при его восточном и северо-восточном направлениях циклонический вихрь ослабляется вплоть до полного вырождения.

Антициклонический Кипрский вихрь обладает высокой устойчивостью.

- «Теплая» поверхностная аномалия над Кипрским вихрем образована даунвеллингом, «холодные» пятна рядом с ним – апвеллингами, обусловленными трехмерной вихревой динамикой.

Эти положения представляются достаточно **обоснованными** и **достоверными**, поскольку базируются на фундаментальных законах гидродинамики, получены с использованием натуральных и экспериментальных данных, результатов лабораторных экспериментов автора и опираются также на известные результаты других авторов.

Результаты в достаточной мере апробированы и опубликованы в авторитетных изданиях, в которых материалы подвергаются серьезной экспертизе.

Материал достаточно хорошо оформлен и отредактирован. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Замечания. Серьезных недостатков в диссертационной работе я не нахожу. Имеются лишь отдельные замечания, в основном, технического и редакционного характера. Ниже приведу некоторые примеры.

Пояснения к формуле (1.1.2), по моему мнению, не во всем правильны. Строго говоря, неправильны использованные там формулы $\beta = \frac{1}{R} \frac{df}{d\varphi}$; $y = R \sin \varphi$. Первая из них, например, справедлива только при $\varphi = \varphi_0$. Но, возможно, в этом случае просто имеют место опечатки, поскольку на дальнейшем изложении этот дефект, видимо, не отражается.

Не всегда в полной мере в тексте пояснены обозначения. Например, если символы цилиндрических функций J_0 , N_0 сразу пояснены на стр. 22, то функции K_0 , I_0 , I_1 , K_1 иногда пояснены на два десятка страниц ниже их первого упоминания. Правда, эти обозначения достаточно стандартны, так

что отсутствие соответствующих пояснений, как правило, не должно приводить к недоразумениям.

В Заключении работы встречаются обозначения, которые, в принципе, пояснены лишь где-то выше в тексте, так что отдельные места Заключения не всегда легко воспринимаются «автономно». Например: «средняя скорость потока \bar{U} не превышала 0.01». Здесь лучше было бы пользоваться общепонятными размерными величинами.

В отдельных случаях встречаются не очень удачные формулировки. Например, (стр. 22): «Уравнение (1.2.4) есть формальное решение уравнения (1.2.2)». На самом деле (1.2.4) – это не уравнение.

Хотя работа, как упоминалось выше, весьма тщательно оформлена и отредактирована, в ней все же встречаются отдельные опечатки. Например, на стр. 80 название одной из планет Солнечной системы начинается со строчной буквы.

Но подобные замечания не затрагивают основные результаты диссертационной работы и не снижают ее общей положительной оценки.

В целом, по моему мнению, диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.17 – Океанология, а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель В.М. Егорова заслуживает присуждения
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
1.6.17 – Океанология.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник Института экспериментальной
метеорологии ФГБУ "Научно-производственное объединение
"Тайфун" (Росгидромет)

Ингель Лев Ханаанович
19.03.2024

Контактные данные:

тел.: 7(903) 0266235, e-mail: lev.ingel@gmail.com

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

04.00.23 - Физика атмосферы и гидросферы

Адрес места работы:

249038, Россия, Калужской обл., г. Обнинск, ул. Победы, д. 4.

Тел.: +7 (484) 399-70-03, доб. 18-21; e-mail: ingel@rpatyphoon.ru

Подпись сотрудника ФГБУ "НПО "Тайфун"

Л.Х. Ингеля удостоверяю

Зав. Научно-организационным
отделом ФГБУ "НПО "Тайфун"

М.Л. Прудникова

