

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук Воротникова Дмитрия Игоревича
на тему: «Процессы переноса, обусловленные инерционно-
гравитационными внутренними волнами»
по специальности Океанология 1.6.17

На основании изучения диссертации и работ соискателя, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, я, официальный оппонент диссертации представляю отзыв на диссертацию.

Исследования по теме диссертации начаты Джорджем Габриэлем Стоксом в 18 веке. За эти века тема получала все большее развитие и не потеряла актуальность в настоящее время. В частности, в работе исследуются не только поверхностные волны на воде, но и внутренние волны в толще океана на вращающейся Земле. Данное явление наблюдается в придонном слое, в частности в турбулентном пограничном слое, индуцированном горизонтальным течением жидкости. Перенос внутренними волнами сказывается на переносе донных осадков, что приводит к размывам дна и берегов, а также оснований опор гидротехнических сооружений. Вертикальный обмен важен для решения задач диффузии примесей, органических веществ, сероводорода и кислорода.

Автором проведена большая работа по исследованию нелинейных волновых эффектов во внутренних волнах, и связанных с ними явлениях, в первую очередь вертикального волнового переноса и стокова дрейфа. Метод теории возмущений применительно к краевой задаче для внутренних волн с точки зрения применимости к данным исследованиям показал свою применимость, но были выявлены и пределы его применимости. Исследования автора можно считать обстоятельными и законченными работами.

Целью работы является изучить перенос массы и импульса внутренними волнами при наличии течения с вертикальным сдвигом скорости. Задача решается методами моделирования как в шельфовой зоне, так и в глубоководной области. Решается краевая задача для волновых возмущений вертикальной скорости, вызванных внутренними волнами в линейном приближении; построены дисперсионные кривые для областей с различной глубиной. Определены потоки тепла, соли, импульса и массы. Оценен вклад стокова дрейфа в вертикальный перенос. Произведено численное моделирование на основе натуральных данных для данной математической модели краевой задачи для внутренних инерционно-гравитационных волн.

Новизной работы является в первую очередь моделирование взаимодействия двумерного течения с вертикальным сдвигом скорости при учёте вращения Земли с инерционно-гравитационными внутренними волнами в приближении Буссинеска. Рассмотрены возникающие при этом нелинейные эффекты. Показана генерация тонкой структуры термогидродинамических полей. Данная тонкая структура имеет необратимый характер.

Считаю, что важнейшими достижениями автора являются:

1. Выявлено, что в области критических слоев происходит обрезание дисперсионных кривых; для второй моды обрезание происходит на более высокой частоте, чем у первой.

2. У инерционно-гравитационных внутренних волн при наличии течения со сдвигом скорости возможно как слабое затухание, так и слабое усиление волны в зависимости от ее частоты.

3. Выявлен вклад стокова дрейфа в формирование вертикального переноса термогидродинамических полей: тепла, соли и массы.

4. Выполнен численный расчёт вертикальных волновых потоков для полей температуры, солёности, импульсов и плотности, и проведено сравнение их с соответствующими турбулентными потоками.

Содержания оппонируемой диссертации соответствует специальности 1.6.17 – Океанология.

Вместе с тем имеются замечания:

(1) В положениях, выносимых на защиту, идет речь о критических слоях и обрезании дисперсионных кривых. Желательно было указать в чем критичность слоев и по какому параметру идет обрезание дисперсионных кривых.

(2) В положении 3 утверждается, что выявлен вклад стокова дрейфа в формирование вертикального переноса термогидродинамических полей: тепла, соли и массы. Каков же вклад? Большой или незначительный? Можно ли сопоставить со вкладом других процессов и показать это?

(3) Выполнен модельный расчет вертикальных волновых потоков для полей температуры, солёности, импульсов и плотности. Проведено сравнение с турбулентными потоками. Надо кратко изложить результаты расчета и сравнения в дополнение к утверждению, что это сделано.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.17 - Океанология (по физико-математическим наукам), 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 **Воротников Дмитрий Игоревич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17 -Океанология

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник, заведующий Лабораторией гидрологических процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, доктор физико-математических наук, Морозов Евгений Георгиевич

117997, Москва, Нахимовский пр-т, д. 36

Телефон: +7 (499) 129-19-45, 8 967 133 1880; e-mail: egmorozov@mail.ru

12.03.2024



/Евгений Георгиевич Морозов/

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

11.00.08 Океанология 1989 год_

Подпись главного научного сотрудника Института Океанологии им. П.П. Ширшова РАН Морозова Евгения Георгиевича удостоверяю:

Ученый секретарь ИО

А.С. Фалина

Дата 12.03.2024 г.

