

## ОТЗЫВ

на диссертацию Александра Александровича Наумова

"ВНУТРЕННИЕ ВОЛНЫ В ГОРИЗОНТАЛЬНО-НЕОДНОРОДНЫХ СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ БАССЕЙНАХ: СВОЙСТВА, ЭВОЛЮЦИЯ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ",

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертация посвящена исследованию свойств и процессов трансформации внутренних волн в горизонтально-неоднородных стратифицированных бассейнах, а также оценке вызванных ими динамических эффектов.

Основными целями диссертационной работы являются исследование кинематических параметров длинных короткопериодных внутренних в Южно-Китайском море в рамках уравнения Гарднера; развитие теории «безотражательных» откосов для внутренних волн; исследование влияния различных механизмов диссипации в придонном пограничном слое на трансформацию внутреннего бора в Арктическом бассейне.

Среди целей работы мне представляются очень важными исследования внутренних волн в Южно-Китайском море, поскольку это район самых интенсивных внутренних волн в Мировом океане. Второй важной целью я вижу исследование внутренних волн в Арктическом бассейне, где свойства внутренних волн значительно отличаются от свойств внутренних волн в умеренных широтах из-за наличия особых условий стратификации, близости критических широт для внутренних приливов и широкого мелководного шельфа.

В связи с этим представляется, что в названии работы важнейшим словосочетанием должно было быть не волны в горизонтально-неоднородных бассейнах, а волны в бассейнах, где они имеют резко отличительные свойства от других районов океана.

Тема работы актуальна, поскольку внутренние волны являются основным механизмом передачи энергии с поверхности океана в его глубинные части. Исследование внутренних волн важно, особенно в тех районах, где их свойства отличаются от свойств волн на большей части океана.

Результаты работы опубликованы в рецензируемых журналах, что особенно важно в журнале "Фундаментальная и прикладная гидрофизика" и доложены на нескольких конференциях. Отмечаю доклад на Ассамблее Европейского геофизического союза в год защиты диссертации.

Работа состоит из трех глав.

Глава 1 посвящена краткому обзору используемых в диссертации гидродинамических моделей внутренних волн.

Глава 2 посвящена моделированию распространения внутренних волн на океанских шельфах.

Глава 3 посвящена исследованию воздействию внутренних волн на перенос частиц. Думаю, что термин перенос лучше, чем транслитерация транспорт.

Оригинальные и новые результаты работы определяют ее научную новизну и практическую значимость. Диссертант использует новейшие данные и новые современные подходы к исследованию проблемы. Полученные результаты исследований расширяют и углубляют наши знания о свойствах и распространении внутренних волн в океане.

В отзыве оппонента я не перечисляю подробно всех полученных результатов в диссертации, однако считаю, что важнейшими являются:

1. Построены прогностические карты кинематических и нелинейных характеристик длинных короткопериодных внутренних волн второй моды в Южно-Китайском море.

2. Полученные аналитические решения для распространения внутренних волн в узких стратифицированных каналах. Для меня этот результат представляет особый интерес, поскольку я занимаюсь экспериментальным исследованием потоков донной воды в абиссальных каналах и этот дает перспективу нашего сотрудничества в будущем.

3. Оценено время жизни солибора внутренних волн в Печорском море. Показано, что резкий перепад (кинк) сохраняется на расстоянии порядка одного-трех километров, а затем он трансформируется в солибор (ударная волна с ондуляциями), время жизни которого составляет 10–15 ч. Этот результат для меня очень интересен тем, что я занимаюсь исследованием внутренних волн в проливе Карские Ворота и там существуют внутренние боры внутренних волн примерно с такими же параметрами, которые получил автор (E.G. Morozov, V.T. Paika, V.V. Bakhanov, Strong internal tides in the Kara Gates Strait, Geophysical Research Letters, 2008, L16603) и еще одна статья, которая выходит в журнале Океанология в январе 2017 г.)

4. Показано, что скорости течений во внутренних волнах достаточны для перемещения донных осадков внутренними волнами. Следовало бы отметить, что собственные

функции для горизонтальных скоростей во внутренних волнах имеют максимумы на поверхности и на дне, что и вызывает смещение частиц осадком.

Результаты А.А. Наумова полно представлены в его публикациях: в изданиях, рецендованных ВАК, двух других статьях и многих тезисах конференций.

У меня есть замечания к работе:

Почему многократно упоминаются волны второй моды? Я так и не нашел объяснения, кроме того, что в последние годы появился интерес к высоким модам. Почему не исследована первая мода? Что вы считаете модой: стоячая волна по вертикали от поверхности до дна или в слое некоторого волновода?

В литературе известно несколько случаев наблюдения бризеров. Нельзя ли попытаться оценить возможные перемещения по данным измерений, особенно по вертикали, чтобы понять их вклад в перемешивание?

Хотелось бы в будущем видеть подобные расчеты динамики частиц в рамках уравнения Навье-Стокса, чтобы оценить процессы перемешивания частиц нелинейными волновыми пакетами.

Поскольку автор вынес в название волны в горизонтально-неоднородном бассейне, то следовало бы в обзоре литературы упомянуть работы, где проведен анализ внутренних волн в средах с частотой Вьясяля-Брента, меняющейся по горизонтали и работы про внутренние волны в океане в присутствии течений и вихрей. Конечно, в списке работ, который я привожу, авторы использовали совсем другие подходы к анализу волн, но исследования были проведены раньше автора, поэтому их не надо игнорировать. Привожу короткий список.

Бунимович Л.А., (1980) О некоторых свойствах внутренних волн в океане с меняющейся по горизонтали частотой Вьясяля-Брента, Известия АН СССР, Сер. ФАО, Т. 16 (5). С. 517-525.

Миропольский Ю.З. (1974) Распространение внутренних волн в океане с горизонтальными неоднородностями поля плотности, Изв. АН СССР, Сер. ФАО, том 10, № 5, с. 519-532.

Самодуров А.С. (1974b) Внутренние волны в среде с меняющейся по горизонтали частотой Вьяйсяля-Брента, Изв. АН СССР, Сер. ФАО, т. 10, № 3, с. 306-309.

Воронович А.Г., (1976) О распространении внутренних волн в неоднородном по горизонтали океане, Известия АН СССР, Сер. ФАО, Т. 12 (1). С. 83-92.

Иванов Ю.А., Морозов Е.Г., Деформация внутренних гравитационных волн потоком с горизонтальным сдвигом скорости, Океанология, 1974, т. 14, № 3, 457-461

Морозов Е.Г., Пелиновский Е.Н., Талипова Т.Г., Частота повторяемости внутренних волн на Мезополигоне-85 в Атлантике, Океанология, 1998, т. 38, № 4, с. 521-527

В последней работе проведено исследование свойств внутренних волн в районах с синоптическими вихрями.

Работа имеет другие незначительные недостатки. Опечатки надо замечать, особенно в таких важных местах как цели работы в автореферате. Другие мелкие недостатки не считаю нужным обсуждать в отзыве. Эти мелкие недостатки не умаляют важности и результатов проделанной работы.

Автор показал свое умение работать с данными измерений и моделями. Считаю его квалификацию соответствующей квалификации кандидата наук. Работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что Александр Александрович Наумов, вне всякого сомнения, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Заведующий Лабораторией

гидрологических процессов Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН

д.ф.м.н.



Евгений Георгиевич Морозов

Почтовый адрес: Москва 117997 Нахимовский проспект 36,

тел. 8-499-1291945, e-mail: egmorozov@mail.ru

21 ноября 2016 г.

