

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию
Динь Нгок Хуи
на тему «Особенности распространения плотностных североморских
вод в Борнхольмском бассейне»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата географических наук по специальности 25.00.28-океанология

Содержанием работы Динь Нгок Хуи является исследование с помощью физико-математической модели основных особенностей и структуры процесса распространения придонной соленой воды в Борнхольмском бассейне в период протекания главных Балтийских затоков на примере 2003 г.

Интерес к применению комплексной программы моделирования к процессу распространения придонных соленых вод в Борнхольмском бассейне определяется несколькими факторами. Один из них связан с тем, что из-за высокого градиента между поступающей североморской водной массой и окружающей водой данный градиент достаточно хорошо выделяется в пространстве и на длительном промежутке времени. Это позволяет лучше верифицировать результаты моделирования с натурными наблюдениями, оценить ее робастность и область применения. Немаловажным фактором использования математического моделирования является возможность любое сложное физическое явление, каким и является заток тяжелых вод, разложить на совокупность более простых процессов, и таким образом лучше объяснить его физическую структуру.

Представленная работа состоит из введения, трех частей и заключения. В первой части представлен обзор факторов влияющих на формирование процессов затока североморских вод повышенной плотности в Балтийское море. Представлен обзор научных публикаций об основных особенностях распространения североморских вод в период их максимальных затоков 1993 и 2003 годов. Выделены определенные метеорологические условия, необходимые для формирования главных балтийских затоков. Описан механизм последовательного затока соленых вод из одной котловины в соседнюю, расположенную дальше по направлению от Датских проливов. Приводится краткий обзор моделей плотностных потоков.

Alfred Wegener Institute
Helmholtz Centre for
Polar and Marine Research

BREMERHAVEN

Am Handelshafen 12
27570 Bremerhaven
Germany
Phone +49 471 4831-0
Fax +49 471 4831-1149
www.awi.de

Public law institution

Head Office:
Am Handelshafen 12
27570 Bremerhaven
Germany
Phone +49 471 4831-0
Fax +49 471 4831-1149
www.awi.de

Board of Governors:
MinDir Dr. Karl Eugen Huthmacher
Board of Directors:
Prof. Dr. Antje Boetius
(Director)
Dr. Karsten Wurr
(Administrative Director)
Dr. Uwe Nixdorf
(Vice Director)
Prof. Dr. Karen H. Wiltshire
(Vice Director)

Bank account:
Commerzbank AG,
Bremerhaven
BIC/Swift COBADEFF292
IBAN DE12292400240349192500
Tax-Id-No. DE 114707273

Во второй главе автор приводит модель придонного плотностного потока в гидростатическом приближении, используемую в вычислениях. Аппроксимация области выполняется переходом к декартовым координатам с безразмерным вертикальным преобразованием. Адвективные слагаемые в уравнении движения не учитываются с целью упрощения системы. Рассматриваются уравнения для составляющих придонных вертикальных скоростей течений, обусловленных дивергенцией придонных экмановских потоков. Представлена модель влияния пампинга на формирования возмущения урavnя за счет добавления источника в правую часть уравнения неразрывности. Анализируется влияние плотностного потока на фоновое поле солености через вертикальные течения, возникающие при вытеснении в придонном слое старой придонной воды.

Особенности распространения придонного плотностного потока в Борнхольмском бассейне приводится в третьей главе. Автором сделан анализ трех взаимосвязанных гидрологических процессов происходящих в период залива соленостных вод. Первым из них был расчет баротропной циркуляции, определяемой расходом воды в Датских проливах на момент главного залива. С этой целью была применена одномерная аналитическая модель распространения волновых низкочастотных возмущений в длинном узком канале с учетом влияния придонного трения. Автором получено, что при данных условиях и характерной глубине Балтийского моря, возникающее возмущение уровня распространяется в виде затухающей прогрессивной волны, которая при отражении от береговой линии превращается в стоячую. В дальнейшем, при использовании двумерной баротропной модели во всей области Балтийского моря, получен временной ход возмущения уровня и поля осредненных по вертикали течений для моделируемого периода времени. На втором этапе проведена оценка влияния вертикальных течений, возникающих в результате придонного пампинга, на величину поверхностного возмущения и возникающее горизонтальное поле течений («баротропное приспособление»). На последнем этапе работы, при использовании трехмерного моделирования, получены оценки влияния баротропных течений, вертикальной плотностной стратификации, влияние учета температуры воды на ее плотность. Выполнен учет в уравнениях переноса соли влияния фоновой солености на аномалии этих характеристик для плотностного потока. Автором выявлено, что в данной области при таких физических условиях баротропное приспособление за счет придонного пампинга играет маловажную роль.

В ходе работы с диссертацией у рецензента возник ряд вопросов и замечаний по тексту:

1) В численной модели отсутствует адвективный перенос. На сколько оправдано такое упрощение? Сильная неоднородность потока, в горизонтальном и вертикальном направлении, должна играть существенную роль.

2) Используемый автором пространственный шаг в 1800 м для задач такого типа кажется не очень удачным. Связано это, в первую очередь, с грубым разрешением фронтальной зоны потока соленых вод. Проводился ли анализ на предворительном этапе сходимости решений на сетках различного разрешения?

3) Важным элементом моделирования процессов движения донных плотностных вод является параметризация трения на дне. Автор использовал для параметризации касательного напряжения трения у дна соотношение Акерблома, полученная для параметризации трения между нижней границей атмосферы с поверхностью земли. Насколько оправдано применение данной параметризации?

4) К сожалению, в работе отсутствует описание численной схемы используемого алгоритма.

5) Уравнения для трассеров 2.4-2.6 и 2.10-2.12 (температура, соленость и кислород) записаны в не консервативной форме. Данная форма записи не сохраняет массу, что приводит к сильному усложнению стабилизации численной схемы.

6) Уравнение неразрывности 2.28 при расчете баротропных процессов приспособления содержит источник/сток в правой части. Какова невязка уравнения неразрывности и как она соотносится с суммарной бароклиной скоростью придонных вертикальных течений.

7) Бароклиный градиент давления рассчитывается с условием «твердой крышки». В мелководной зоне Борнхольмского бассейна уровень, полученный из двумерной баротропной задачи, должен быть значимым.

8) Сравнение результатов моделирования можно оценить только качественно по некоторым иллюстрациям приведенным в первой главе. Анализ современной литературы, ограничен 2008 годом.

Представленная работа содержит достаточно много опечаток и неточностей. Прежде всего хотелось обратить внимание автора на иллюстративный материал. За очень редким исключением они не имеют ссылки на авторство (см. Рис. 1.1, 1.3-1.5, 1.7, 1.10-1.25). Нет однообразия в ссылках на литературу. Иногда используются цифры, иногда фамилии авторов работ (см. Рис. 1.6). В работе отсутствует рисунок 1.26 поясняющий расход рек в моменты главных затоков. На некоторых графиках отсутствуют подписи к осям, размерности приводимых величин. В ряде формул содержатся опечатки (2.1-2.3 и 2.7-2.8 – различные обозначения для свободной поверхности), на странице 54 в приведенной системе расчета фоновых горизонтальных

скоростей ошибка в знаке перед членом содержащим параметр Кориолиса в одном из уравнений. Но самое главное замечание по оформлению – отсутствие ссылок на 80 приведенных работ из 150.

Указанные недостатки не снижают интерес к выполненной работе.

Автор провел ряд экспериментальных исследований, результаты которых могут представлять научный и практический интерес. Численные эксперименты представлены подробным описанием их проведения и иллюстрированы. Изложение материала последовательно.

В опубликованных автором статьях изложены основные результаты работы.

Диссертация Динь Нгок Хуи на тему «Особенности распространения плотностных североморских вод в Борнхольмском бассейне» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Динь Нгок Хуи заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28-океанология.

Член диссертационного совета

Доктор физ.-мат. наук,
ст. научный сотрудник

Андросов Алексей Анатольевич



18.04.2018