

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Рожкова Валентина Алексеевича
на диссертационную работу Подрезовой Надежды Алексеевны
**«МОДЕЛИРОВАНИЕ МОРСКИХ ПЛОТНОСТНЫХ ПОТОКОВ С
УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПРИДОННОГО ПАМПИНГА»,**
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико–математических наук по специальности 25.00.28-океанология

Целью работы является исследование особенностей распространения придонных вод повышенной плотности в центральной части Белого моря с помощью математического моделирования.

Актуальность темы – физическое обоснование влияния Баренцева моря на пространственно-временную структуру и динамику вод Белого моря, эмпирическое описание которого дано по литературным источникам.

Термин «пампинг» заимствован автором в названии диссертации из монографии Педлоски Дж. (1984) для обсуждения специфики придонного экмановского слоя.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Трехмерная гидростатическая модель придонных плотностных потоков в море, учитывающая влияние придонного пампинга на структуру и динамику плотностного потока, а также на взаимосвязанную с плотностным потоком баротропную циркуляцию в море.

Исходная система уравнений содержит уравнение неразрывности, уравнение переноса соли, а также уравнение состояния. Модель включает блок расчета формирующихся за счет придонного пампинга вертикальных течений. Процессы придонного пампинга, приводящие к формированию вертикальных течений, локализуются в пределах небольшого по толщине придонного экмановского слоя. Представленный блок освобождает от необходимости дискретизации расчетной области в пределах этого слоя и дает возможность исследовать связь вертикальных течений с различными особенностями плотностного потока и рельефа дна. В модель также входит блок расчета баротропных процессов приспособления, инициируемых придонным пампингом. Учет указанных процессов позволяет учесть влияние придонного пампинга на плотностной поток через инициируемые пампингом баротропные горизонтальные течения. К особенностям модели следует также отнести структуру используемой расчетной области. Для более детального разрешения процессов распространения плотностных потоков в сеточной области выделен придонный слой, в котором вертикальный шаг сеточной области выбран равным одному метру.

Представленная модель отличается новизной, т.к. позволяет рассматривать структуру влияния придонного пампинга на придонные плотностные потоки.

2. Уравнение, описывающее структуру обусловленных придонным пампингом вертикальных течений в плотностных потоках.

Получено соотношение, описывающее формирование горизонтального градиента давления в окрестности плотностной линзы, расположенной у наклонного дна. При сопоставлении негидростатического и гидростатического допущений, показано, что для характерных наклонов дна рассчитываемые величины оказываются достаточно близкими, что позволяет ограничиваться при моделировании распространения придонных плотностных потоков гидростатическим приближением.

Следует признать, что представленные в данной главе результаты содержат новизну. При оценках влияния негидростатичности обычно рассматривалось влияние вертикального ускорения, которое проявлялось через уравнение неразрывности. В данной работе рассматривается влияние негидростатичности, обусловленной присутствием наклонного дна. В этом случае линза повышенной плотности формирует градиент давления, направленный по нормали ко дну, что приводит к формированию горизонтальной составляющей давления. При исследовании возмущения давления используется уравнение Пуассона для давления. В рамках этого подхода получены новые выводы об особенностях распределения давления в окрестности плотностной линзы.

3. Механизмы взаимодействия придонного пампинга с плотностным потоком;

Исследование проводится на примере распространения потока в котловинах с симметричным и со смещенным расположением центра котловины. По результатам моделирования выделены различные составляющие вертикальных течений, связанные с различными особенностями плотностного потока. Влияние придонного пампинга разделено на непосредственное и опосредованное. В первом случае вертикальные потоки оказывают влияние непосредственно на плотностной поток, вызывая изменение его поперечного сечения, размеров, способствуя смещению вдоль наклона дна. Во втором случае влияние реализуется через генерацию баротропных процессов приспособления, в результате которых формируется возмущение уровня свободной поверхности и баротропные горизонтальные течения. Сформировавшееся возмущение уровня в свою очередь создает в придонном слое баротропные горизонтальные градиенты давления, приводящие к формированию баротропных составляющих вертикальных течений. По расчетам картина распределения этих составляющих противоположна исходным вертикальным течениям. При их сложении скорость суммарных вертикальных течений уменьшается. Соответственно меняется влияние суммарных вертикальных течений на плотностной поток. Сформировавшееся возмущение уровня также формирует горизонтальные баротропные течения.

Полученные результаты являются новыми. Они расширяют существующие представления на структуру влияния придонного пампинга на придонный плотностной поток.

4. Особенности распространения придонных вод в центральной части Белого моря.

С помощью разработанной модели исследуются особенности распространения придонного плотностного потока в Белом море, связанного с затоком в центральную глубоководную часть моря баренцевоморской воды. По результатам моделирования выделено траектория распространения баренцевоморских вод, изменение размеров потока, его солености. Показано, что при движении баренцевоморской воды происходит увеличение ширины потока, что обуславливает разделение потока на несколько ветвей. При движении потока преимущественно вдоль изобат справа от потока формируются нисходящие вертикальные течения, а к центру области – восходящие. Это приводит к формированию положительных возмущений уровня моря и к формированию баротропных составляющих течений, имеющих антициклическую направленность. Результаты моделирования в целом, расширяют существующие представления об особенностях распространения баренцевоморской воды в глубоководной части Белого моря.

Замечания:

1. В тексте работы много неисправленных опечаток и пропусков слов в отдельных предложениях. Понять текст можно, но догадываться о том, что хотел сказать автор затруднительно для рецензента.
2. Не ясна в данной работе роль лабораторного моделирования (п.1.2).
3. В гл.2 термин «возмущение» используется без пояснений: стохастичность или нелинейность. Обе теории: а) стохастических дифференциальных уравнений,
б) детерминированных добавок к основной системе уравнений (теория нелинейных возмущений), хорошо разработаны. Вместо них автор использует «третий подход» для которого термин «возмущение» следует заменить.
4. В представленной модели не учитывается влияние температуры воды на ее плотность. Однако, в ряде случаев температура также играет важную, а иногда и определяющую роль в формировании плотностных потоков.
5. При моделировании распространения баренцевоморской воды в Белом море принималось, что начальное распределение солености воды в море однородно. В действительности соленость воды в рассматриваемой области моря заметно увеличивается с глубиной. Это должно сказываться на особенностях распространения плотностного потока.

Диссертация соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Подрезова Надежда Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.28 .

По теме диссертации опубликовано 7 статей.

Член диссертационного совета

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры Океанологии
«Санкт-Петербургского Государственного Университета»



Рожков Валентин Алексеевич