

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Тузова Федора Константиновича
на тему: «Шельфовая конвекция и каскадинг в Северном Ледовитом
океане в меняющихся климатических условиях»
по специальности 1.6.17 – «океанология»

Актуальность темы диссертационной работы

Исследования Арктики в наше время становятся все более актуальными по множеству причин: геополитических, экономических, климатических. Северный Ледовитый океан отличается многими региональными особенностями, среди которых можно отметить широкую распространенность такого специфического процесса, как каскадинг – стекание плотных охлажденных вод по дну шельфа и континентального склона. В условиях значительной халинной стратификации Арктического бассейна, которая препятствует глубокому проникновению конвекции, процесс каскадинга вносит заметный вклад в обновление вод промежуточных и глубинных слоев.

Современные глобальные климатические изменения хорошо заметны в Арктике: сокращение площади ледяного покрова, «атлантизация» термохалинной структуры вод и многое другое. Труднодоступность бассейна для судовых экспедиционных исследований, ограниченность данных автоматических буев-профилемеров и спутниковых альтиметрических измерений, значительно повышают роль математического моделирования в изучении физических процессов в арктических водах. Оценке влияния изменений климата на интенсивность каскадинга в морях Северного Ледовитого океана на основе результатов математического моделирования и анализа натурных данных и посвящена данная диссертационная работа.

Содержание диссертационного исследования

Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения.

Во введении раскрывается актуальность диссертационной работы, обосновывается научная и практическая значимость результатов, их новизна, формулируются положения, выносимые на защиту.

1 глава содержит подробный обзор исследований процессов каскадинга в Северном Ледовитом океане, сведения о современных изменениях климатических условий в Арктике, общее описание модели NEMO и постановка численного эксперимента.

В главе 2 описан авторский алгоритм поиска случаев каскадинга в полях океанографических характеристик на регулярной сетке и представлены результаты тестирования для района архипелага Северная Земля.

Глава 3 посвящена анализу результатов выделения случаев каскадинга в Арктическом бассейне, оценкам составляющих водообмена между шельфом и глубоким океаном, сравнению результатов моделирования с натурными данными, взаимосвязи интенсивности каскадинга с площадью ледяного покрова.

В главе 4 рассмотрены региональные особенности формирования термохалинной структуры вод и развитию каскадинга в центральной части Баренцева моря.

В Заключении приводятся основные результаты работы и выводы.

Основные результаты, их обоснованность и новизна

Было показано, что современные термогидродинамические модели с высоким пространственным разрешением в состоянии воспроизводить такие сложные процессы, как каскадинг, с достаточно хорошим приближением к данным наблюдений.

Автором разработан новый алгоритм, позволяющий автоматизировать поиск случаев каскадинга в географических районах с разнообразной

термохалинной и динамической структурой вод, повышающий эффективность исследований подобных процессов.

Показано, что в современных климатических условиях купол плотных вод над Центральной банкой в Баренцевом море впервые стал образовываться благодаря только термической конвекции, без осолонения при ледообразовании.

Из анализа 25-летних модельных рядов следует важный вывод, что, несмотря на глобальное потепление, в Арктике происходит усиление вентиляции промежуточных и глубинных вод посредством каскадинга на континентальном склоне, благодаря увеличению продолжительности термической стадии конвекции из-за текущего сокращения площади льда. В продолжение этого вывода, можно предположить, что выявленное усиление вентиляции вод является временным, так как при сохранении темпов современного потепления интенсивность конвекции неизбежно снизится.

Замечания по диссертационной работе

1. Следуя из очень широкого названия п. 1.1.2, Глава 1, «Современные изменения климатических условий в Северном Ледовитом океане (СЛО)», можно ожидать обзора большого количества разнообразных характеристик. В тексте же, в основном рассматриваются параметры, непосредственно относящиеся к предмету исследования – ледяной покров и температура воды.

2. Термин «топографический контроль» обычно относится к гидродинамике течений в проливах при наличии резких изменений рельефа дна. В тексте на с. 12, Глава 1, этот термин применяется к причинам возникновения перепада плотности между шельфом и глубоководной частью моря, причем со ссылкой на работу (Shapiro et al., 2003), где такого нет.

3. На Рис. 8, с. 41, Глава 2, указан «уровень нейтральной плотности», что, скорее всего, ошибка. Здесь должна быть или «нейтральная плавучесть» или «эквивалентная плотность» (как везде в тексте диссертации). Нейтральная плотность γ^n – один из способов расчета плотности морской

воды для более точной оценки движения вдоль изопикнических поверхностей (T.J. McDougall):

$$\nabla \gamma^n = b\rho(\beta \nabla S - \alpha \nabla \theta);$$

4. Представляется не совсем логичным размещать описание авторского алгоритма в разных главах: полностью во 2 главе и частично в п. 1.2.3, Глава 1 «Обработка результатов расчетов». В этом пункте на с. 37 есть ссылка на условие (30), которое далее в тексте диссертации отсутствует.

5. Нет уверенности в том, что дополнительное условие (32) для подтверждения случаев каскадинга на основе отклонения течения силой Кориолиса, с. 47, Глава 2, не отфильтрует случаи каскадинга, к примеру, в подводных каньонах. Как показано в (Kampf, 2005), поток в них движется по изолиниям уклона дна. К тому же, динамика придонного потока зависит от целого ряда параметров: радиуса деформации, ширины каньона, толщины придонного слоя.

6. На Рис. 43–46, с. 93, 95, Глава 3, не очень понятно, как сочетаются числовые значения для графиков площади ледяного покрова и аномалий площади ледяного покрова.

Заключительная оценка

Указанные замечания являются, по сути, редакционными, и не умаляют значимости диссертационного исследования в целом. Работа актуальна, обладает научной новизной и выполнена на высоком уровне. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к научно-квалификационным работам. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.17 – «океанология» (по географическим 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 приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Тузов Федор Константинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – «океанология».

Официальный оппонент:

Доктор географических наук,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН», отдел океанографии, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом.


БЕЛОКОПЫТОВ Владимир Николаевич
подпись

12 мая 2022 г.

Контактные данные:

тел.: +7 36 17, e-mail: belokc ras.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:
25.00.28 – «океанология»

Адрес места работы:

299011, ул. Капитанская, 2, Севастополь, Российская Федерация,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН», отдел океанографии

Тел.: +7 86 3 41; e-mail: offi iil.ru

Подпись сотрудника ФГБУН ФИЦ МГИ В.Н. Белокопытова удостоверяю:

Ученый секретарь ФГБУН ФИЦ МГИ

к.ф.-м. н.



Д.В. Алексеев

12 мая 2022 г.

