

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Сумкиной Александры Андреевны
на тему: «Взаимосвязь современных изменений ледовитости Баренцева
моря, гидрологической структуры вод и процессов взаимодействия моря
и атмосферы» по специальности 1.6.17. Океанология

Актуальность темы

Баренцево море является областью взаимодействия вод различного происхождения. Через его западную границу интенсивно поступают теплые и соленые атлантические воды, которые затем по системе желобов проникают далеко на северо-восток. Там они интенсивно взаимодействуют с приходящими с севера холодными и более пресными арктическими водами. Свойства атлантических вод, поступающих в море, значительно меняются на протяжении пути следования вследствие взаимодействия с атмосферой и горизонтального обмена. Охлаждение и смешивание атлантической воды с арктической интенсифицируется в зимний период под влиянием поступления рассола из-за образования льда и благоприятных условий для развития шельфовой конвекции, что приводит к формированию плотной воды Баренцева моря. Эта вода в придонном слое поступает в Северный Ледовитый океан и частично способствует развитию одной из ветвей глобальной термохалинной циркуляции. Заметим, что баренцевоморская водная масса также является источником формирования промежуточных вод Северного Ледовитого океана.

Описанные процессы образования гидрологической структуры вод Баренцева моря тесно связаны с изменениями климата через особенности формирования и эволюции верхнего квазиоднородного слоя океана. Под влиянием климатических изменений в регионе отмечаются аномалии энергообмена между океаном и атмосферой, влияющие на перенос тепла и влаги на территорию Европейской части РФ и в Арктику. Аномалии

вертикального конвективного перемешивания на акватории моря оказывают воздействие на формирование нисходящей ветви глобальной термохалинной циркуляции, дающей начало стоку холодных глубинных и придонных вод. Изменения условий формирования этого потока влияют на колебания циркуляции в океане и переносы атлантического тепла в высокие широты.

Понимание механизмов формирования долгопериодной изменчивости вертикального обмена и потоков в море необходимо для прогноза будущих изменений, в том числе для морского ледяного покрова, что делает эту работу весьма актуальной.

Оценка структуры и содержания работы

Текст диссертации состоит из введения, четырех глав и заключения. Каждая глава снабжена подробной рубрикацией по параграфам.

Первая глава посвящена физико-географическому описанию Баренцева моря с акцентом на особенности баланса тепла и солей. Приведен анализ литературных источников, посвященных механизму «атлантификации» Баренцевоморских вод и эволюции ледового покрова моря в современных климатических условиях. Глава производит благоприятное впечатление. Она написана четко и последовательно.

Во второй главе описаны используемые данные, методы их анализа. Рассмотрены методические вопросы расчета теплового баланса на поверхности моря, расчета адвективных потоков тепла и соли, определения даты полного очищения ото льда, особенностей применения метода кластерного анализ HDBSCAN (Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), определения нижней границы ВКС и расчета относительного вклада внешних процессов в изменение термохалинных параметров ВКС. Глава включает менее 10 страниц и написана крайне скупой, что не способствует раскрытию материала.

В третьей главе рассматривается пространственно-временная изменчивость сплочённости льда, адвекции тепла и солей, а также теплового баланса на поверхности моря. Глава является одной из ключевых в данной

работе. Особенно интересны полученные результаты районирования моря по датам полного очищения ото льда и оценки смещения сроков очищения ото льда в выделенных районах.

В четвертой главе оцениваются вклады адвекции тепла и соли, процессов взаимодействия океана и атмосферы в изменениях элементов ледового режима Баренцева моря. Глава, как и предыдущая, является одной из ключевых в данной работе. В ней показано, что внутригодовая изменчивость солёности ВКС в море определяется влиянием горизонтальной адвекцией соли, а доминирующий вклад в формирование температуры ВКС вносит теплообмен с атмосферой. Отмечено, что для температуры и солёности ВКС наблюдаются устойчивые положительные тренды. Эти изменения способствуют постепенному сокращению ледового покрова, однако их интенсивность различна в разных районах моря.

В целом диссертационная работа показывает способность автора выполнить обширный комплекс научных исследований с использованием большого массива разнородных данных, его обработки и анализа с использованием различных методических подходов. Структурно диссертационное исследование выстроено логично и последовательно, хотя в конце каждой главы явно не хватает обобщающего вывода.

Степень обоснованности положений и выводов

Диссертационная работа показывает способность автора выполнить значительное и разноплановое научное исследование с применением принципиально различных методов анализа.

Научные результаты диссертации достаточно четко обоснованы и аргументированы, хотя отдельные их части требуют дополнительных пояснений, о чем будет указано в следующем разделе, посвященном замечаниям. Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации, доказывается использованием обширного объема разнородных массивов данных. Выводы логически вытекают из материалов исследований и отражают поставленные задачи.

Формулировки защищаемых положений в полной мере отражают результаты работы. При этом формулировки основных результатов в заключении диссертационной работы раскрывают и дополняют понимание защищаемых положений.

Достоверность и новизна результатов

Основные положения и результаты диссертационной работы представляются достоверными, так как они обеспечиваются использованием большого массива спутниковых данных, а также баз данных физического и атмосферного реанализов. Кроме того, в работе проводится сравнение полученных автором оценок с опубликованными ранее результатами наблюдений.

Автором получены новые сведения о характеристиках изменчивости ледового покрова, тенденциях в изменчивости температуры и солености ВКС в исследуемом районе, оценены вклады различных процессов в формирование характеристик ВКС в современных условиях изменения ледовитости Баренцева моря.

Значительный личный вклад автора в исследование, также как достоверность и новизна научных результатов работы, подтверждаются пятью публикациями в ведущих рецензируемых журналах, три из которых в изданиях, индексируемых базами Scopus/Web of Science, а также большим числом выступлений на конференциях (материалы которых были опубликованы).

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- Задачи работы сформулированы крайне неудачно, их следовало бы полностью переработать, чтобы они не содержали излишних деталей, а позволяли понять, как их решение связано с выводами работы и положениями, выносимыми на защиту.
- В работе отсутствует самостоятельное представление научной новизны исследования, желательно раскрыть ее в докладе при защите диссертации, показав отличие полученных результатов от показанных ранее.

- В конце первой главы не хватает раздела, обобщающего результаты литературного обзора, в рамках которого были бы кратко перечислены проблемы в изучении взаимосвязи характеристик ледового покрова и параметров ВКС Баренцева моря в современных условиях меняющегося климата, решению которых посвящено дальнейшее исследование.
- Во второй главе не хватает описания, как совмещались разнородные по пространству массивы океанического и атмосферного анализов, а также данные наблюдений за ледовым покровом. Желательно раскрыть данный вопрос.
- Для определения нижней границы ВКС было задано пороговое значение градиента плотности $0,0025 \text{ кг/м}^4$. Но, например, в классических работах [Levitus, 1982; Белкин, 1991] пороговые значения для определения данной границы составляют от 0,004 до 0,025 усл. ед./м. или задаются для всего слоя $\sigma_t(z) - \sigma_t(0) = 0,125$ усл. ед. Необходимо наглядно показать обоснованность выбранного автором порога.
- Во второй главе в подразделе «(1) Суммарный поток тепла...» Не ясно, как учитывалось влияние осадков на поток тепла на поверхности. Желательно пояснить данный вопрос.
- Результаты работы, представленные на рис.3.2-3.5 требуют дополнительного разъяснения. В западном (по классификации [Гудкович и др., 1972; Миронов, 2004]) районе Баренцева моря, на первый взгляд, отсутствует согласованность в положении кромки ледяного покрова, границы среднегодовой сплоченности льда, коэффициентов линейного тренда и среднего ДПО. Отдельно следует объяснить полученное пространственное распределение средних ДПО в юго-западной части моря.
- Взаимное пространственное распределение районов 4 и 5 не однородно, оно имеет «анклавы» (см. рис. 3.6). Требуется пояснить, учитывалась ли эта особенность при дальнейших расчетах адвективных потоков в ВКС.

- В разделе 3.3 не рассматривается адвекция тепла и соли из Белого моря, хотя далее в тексте поясняется, что выделенный район 6 находится под влиянием Беломорского течения (выносящего распресненные воды из Белого моря). Требуется пояснить почему.
- В разделе 3.4 приводятся оценки трендов, но как отмечает [Малинин, 2020], только для значимого тренда справедливо нахождение его величины. Соответственно, желательно представить оценки их значимости.
- В разделе 4.1 приводятся оценки коэффициентов корреляции (см. таб.4.1), желательно представить оценки их значимости.
- При описании сезонной изменчивости ВКС в районе 1 (см. раздел 4.3.1) отмечается, что его толщина в мае составляет 4-5 метров и такая глубина сохраняется до конца августа. Однако, согласно п.2.5, все оценки характеристик ВКС приводились для слоя 5 м и более. Желательно оценить вклад данного приближения в полученные оценки потоков тепла и соли.
- В качестве недостатков представленной диссертации можно отметить также и наличие неточностей в тексте. Например, во введении идет отсылка к главе 5, которая отсутствует в работе, в разделе 3.3. есть ссылка на несуществующий рисунок 3.7-а и т.д.

Заключение

Стоит отметить, что указанные выше замечания не умаляют значимости выполненного обширного 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 географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и 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 Сумкина Александра Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17. Океанология.

Официальный оппонент:

доктор географических наук, доцент,
главный научный сотрудник,
руководитель лаборатории
геофизических пограничных слоев
Санкт-Петербургского филиала ФГБУН
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

ЗИМИН Алексей Вадимович —  «29» ноября 2024 г.

Контактные данные:

Тел.: +7(812)328-27-29, e-mail: 

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
25.00.28. Океанология

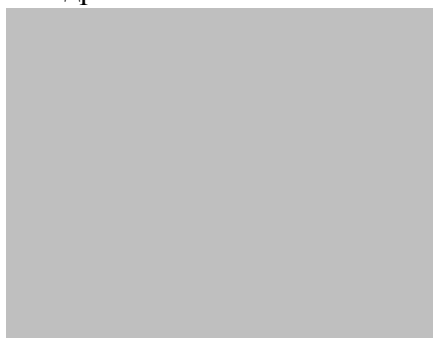
Адрес места работы:

199004, г. Санкт-Петербург, 1-я линия Васильевского острова, д. 30,
Санкт-Петербургский филиал ФГБУН Институт океанологии
им. П.П. Ширшова РАН, лаборатория геофизических пограничных слоев

Тел.: +7(812)328-50-66, e-mail: office@spb.ocean.ru

Подпись сотрудника лаборатории геофизических пограничных слоев
Санкт-Петербургского филиала ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
А.В. Зимина удостоверяю:

Начальник отдела кадров СПбФ ИО РАН



Любавская Виктория Валентиновна

29.11.2024 г.