

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

В диссертации Сумкиной Александры Андреевны рассматривается количественная оценка относительных вкладов атмосферного воздействия и горизонтальной адвекции в формирование сезонной и межгодовой изменчивости термохалинных параметров верхнего квазиоднородного слоя (ВКС) и ледяного покрова Баренцева моря в целом, а также в выделенных характерных его районах.

Актуальность работы.

В диссертации Сумкиной Александры Андреевны рассматривается пространственно-временная изменчивость положения ледовой кромки для дат полного очищения (ДПО) ото льда в Баренцевом море. На большей части акватории моря наблюдается сдвиг положения ДПО на более ранние сроки, что характеризуется значимым отрицательным коэффициентом линейной регрессии. На основании ДПО выполнен кластерный анализ методом HDBSCAN. Выделено 6 районов, в которых наблюдается квази-синхронная динамика ДПО. В дальнейшем в работе для этих 6 районов проводится количественная оценка относительных вкладов процессов на границе «море-атмосфера» и в водной толще в сезонную и межгодовую изменчивость термохалинных параметров ВКС. Актуальность работы заключается в попытке детального изучения вклада теплообмена моря с атмосферой и горизонтальной адвекции в формирование сезонной и межгодовой изменчивости тепло- и солесодержания ВКС. Термохалинные параметры ВКС определяют как внутригодовую, так и межгодовую динамику ледяного покрова в различных районах Баренцева моря.

Основной целью работы является количественная оценка относительных вкладов процессов на границе «море-атмосфера» и в водной толще в сезонную и межгодовую изменчивость термohалинных параметров ВКС, определяющих внутригодовую и межгодовую динамику ледяного покрова в различных районах Баренцева моря.

Научная **новизна** работы состоит в применении алгоритма расчета относительного вклада влияющих процессов в изменение термohалинных параметров ВКС. Данный алгоритм учитывает все основные процессы на границе моря и атмосферы (поглощение коротковолновой солнечной радиации, турбулентный теплообмен, осадки/испарение), на поверхности моря (образование/таяние льда), в толще воды (вертикальное перемешивание, горизонтальная адвекция).

Структура и содержание работы. Работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы. Далее приводится краткое описание содержания диссертации по главам.

Во *Введении* приводятся сведения о работе, обозначена актуальность, цель, задачи, новизна и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, и личный вклад автора.

В *Главе 1* представлен литературный обзор изученности Баренцева моря. Описаны физико-географические особенности данного региона, а также циркуляция вод и теплообмен с атмосферой. Заключительный раздел главы посвящён обзору исследований, касающихся «атлантификации» Баренцева моря и связанных с ней изменений ледовитости.

В *Главе 2* описаны материалы и методы работы. Дано описание алгоритма, с помощью которого проводится оценка вкладов в изменение термohалинных параметров ВКС, входных и выходных данных. Описан

расчет адвективных потоков тепла и соли, а также входные данные. Рассмотрена кластеризация данных с помощью метода HDBSCAN. Описан метод расчета дат полного очищения ото льда, а также суммарного теплового баланса в теплый и холодный периоды.

Глава 3 посвящена анализу пространственно-временной изменчивости ледового режима Баренцева моря, а также факторов ее определяющих. Проводится анализ изменчивости сплоченности льда, дат полного очищения ото льда, суммарного теплового баланса в теплый и холодный периоды, адвекции тепла и соли. Описаны районы, полученные помощью кластеризации.

В *Главе 4* представлены результаты исследования межгодовой изменчивости ДПО с адвективными потоками и тепловым балансом поверхности моря. В заключительном разделе анализируются вклады отдельных процессов, влияющих на внутригодовые и межгодовые изменения параметров верхнего квазиоднородного слоя, таких как температура и соленость. Делается вывод о том, что на внутригодовом масштабе для 5 районов доминирующий вклад в формирование теплового режима ВКС вносит теплообмен с атмосферой, тогда как для самого южного района основным фактором является горизонтальная адвекция. Годовой ход солености в верхнем квазиоднородном слое, наоборот, определяется горизонтальной адвекцией, которая в течение большей части года во всех районах оказывает положительное влияние на солевой баланс. Исключение составляют первая половина теплого сезона, когда адвекция относительно более пресной (талой) воды извне усиливает локальное распреснение, вызванное сезонным таянием льда и положительным балансом осадков и испарения.

В *Заключении* приводятся основные результаты и выводы, подтверждающие защищаемые положения.

Подводя итог, диссертация Сумкиной А.А. представляет собой хорошо структурированный и грамотно изложенный результат научной работы, выводы четко сформулированы и имеют высокий научный интерес.

По результатам выполненных в диссертации научных исследований опубликовано достаточное количество (пять) статей в научных журналах из списка научных изданиях, определенных в п.2.3 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, таких как «Океанология», «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» и других.

Замечания.

1. В диссертации для районирования был выбран метод HDBSCAN с параметром $\text{minPts} = 25$, в результате чего было выделено 6 районов. Вопрос заключается в том, насколько изменится расположение выделенных районов при изменении этого параметра (minPts).

2. Приведены формулы, которые описывают расчет относительных вкладов, а именно, когда море отдает тепло в атмосферу. Когда на поверхности моря преобладает теплоотдача, толщина ВКС увеличивается. Каким образом это учтено в алгоритме?

3. В диссертации расчет вклада в адвекцию производился путем оценки остаточного члена теплового и солевого запаса в выделенном объеме ВКС. Поэтому к адвекции могли быть причислены ошибки расчета теплового баланса на поверхности моря (например, радиационного) или источники от усвоения данных. Поэтому возникает вопрос, почему не были рассчитаны адвективные потоки напрямую по используемым данным океанского реанализа GLORYS12V1? В результате принятого подхода, по-видимому, получился завышенный вклад адвективных факторов в формирование в сезонную и межгодовую изменчивость термохалинных параметров ВКС, сравнимый, а в отдельных случаях даже превышающий обмены с

атмосферой. Так в работах оппонента, посвященных анализу формирования аномалий температуры ВКС по данным ОСП “Charlie”, он не превышал 15-20%, хотя она и находится в динамически активном районе Атлантики.

4. В диссертации ничего не сказано о рассогласовании карт течений Баренцева моря реанализа GLORYS12V1 (рис. 4.2) и общепринятых (рис. 1.3). Например, в данных реанализа отсутствует очень важное Новоземельское течение. Это может говорить об имеющихся ошибках в данных используемого реанализа.

Несмотря на то, что диссертация написана хорошим научным языком, были обнаружены следующие незначительные редакционные замечания.

Стр. 31 – Для районирования Баренцева моря по датам полного очищения от льда (ДПО) был применен метод кластерного анализа HDBSCAN [Campello et al., 2013], являющ*имся* расширением.

Стр. 82 – Вклад *ад*вективный поток ($d\tau$) оказывает не менее значимое влияние на изменение температуры ВКС.

Стр. 89 – Максимально*е* скорость понижения солёности ВКС за счет этой компоненты отмечается в середине июня и составляет $-0,06$ ЕПС/сут

Стр. 90 – Средняя сезонная изменчивость параметров ВКС, параметров ледяного покрова, а также потока тепла на границе моря и атмосферы представлена на рисунке 4,15.

Вместе с тем указанные замечания ни в коей мере не уменьшают значимости диссертационного 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 физико-математических наук, доцент,
профессор кафедры физики моря и вод суши
физического факультета ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова»

ДИАНСКИЙ Николай Ардальянович  05 декабря 2024 г.

Контактные данные:

Тел.: , e-mail 

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

25.00.29. Физика атмосферы и гидросферы

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2, ФГБОУ ВО
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
физический факультет, кафедра физики моря и вод суши

Тел.: +7(495)939-10-00, e-mail: info@rector.msu.ru

Подпись официального оппонента д.ф.-м.н. Николая Ардальяновича
Дианского заверяю

И.О. декана физического
факультета МГУ

 /Белокуров В.В./

