

## ОТЗЫВ

научного руководителя Иванова Владимира Владимировича на диссертацию Сумкиной Александры Андреевны «Взаимосвязь современных изменений ледовитости Баренцева моря, гидрологической структуры вод и процессов взаимодействия моря и атмосферы», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17. Океанология для защиты на заседании диссертационного совета МГУ.016.2 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертационная работа А.А. Сумкиной посвящена исследованию взаимосвязи современных изменений ледовитости Баренцева моря, гидрологической структуры вод и процессов взаимодействия моря и атмосферы. Актуальность темы определяется известным фактом, что в последние десятилетия в Баренцевом море наблюдается беспрецедентное уменьшение ледовитости во все сезоны и увеличение притока атлантической воды. Помимо сокращения площади морского льда, в Баренцевом море в настоящее время наблюдается возрастание продолжительности сезона открытой воды, вызванное освобождением акватории ото льда в более ранние сроки и образованием морского льда в более поздние сроки. Дата полного очищения акватории ото льда (ДПО) – один из параметров, не только характеризующий изменение параметров морского льда, но и влияющий на вертикальную гидрологическую структуру вод. Обоснованный прогноз наблюдаемых изменений гидрологического режима Северного Ледовитого океана и его окраинных морей под действием меняющихся внешних факторов представляет фундаментальную научную задачу. Необходимым этапом на пути ее решения является количественная оценка механизмов происходящих изменений и оценка относительного вклада локальных и адвективных воздействий, обеспечивающих их реализацию в современных условиях.

Для реализации этой фундаментальной задачи соискатель лично разработала и применила программы для анализа концентрации льда, теплового баланса и адвективного потока тепла, провела численные эксперименты с различными параметрами кластерного метода HDBSCAN. А.А. Сумкина самостоятельно выполнила исследование взаимосвязи между изменчивостью ДПО, тепловым балансом поверхности моря и адвективным потоком тепла. Соискатель приняла участие в разработке и апробации алгоритма расчета относительного вклада влияющих процессов в изменение термохалинных параметров ВКС, выполнила расчеты и проанализировала полученные результаты.

На основании проведенного соискателем исследования установлено, что:

1. Благодаря значительному сокращению ледяного покрова в начале 21-го века возросла роль Баренцева моря как энергоактивной зоны, обеспечивающей перекачку тепла, накопленного верхним квазиоднородным слоем (ВКС) в теплый сезон, из моря в атмосферу – в холодный сезон. В 1979–2003 годах средняя суммарная теплоотдача с

поверхности моря в холодный сезон составляла 1900 МДж/м<sup>2</sup>, а в 2004–2019 годах выросла до 2600 МДж/м<sup>2</sup>.

2. В Баренцевом море после 2003 г. наблюдается устойчивое смещение сроков сезонного очищения ото льда на более ранние (в среднем на 17 суток за 10 лет). Методом кластерного анализа в море выделено 6 районов с квази-синхронной изменчивостью сроков очищения ото льда.

3. Доминирующий вклад в формирование внутригодовой изменчивости температуры ВКС вносит теплообмен с атмосферой (57 %) и горизонтальная адвекция (40 %), сглаживающая нагрев в теплый сезон и охлаждение – в холодный. Внутригодовая изменчивость солености контролируется таянием льда в теплый сезон (27 %) и горизонтальной адвекцией (54 %) – в холодный.

4. Наблюдаемый тренд повышения средней температуры вод Баренцева моря порядка 1° за 10 лет в начале 21-го века обеспечивается адвективным поступлением тепла через западную границу моря, не скомпенсированным теплоотдачей с поверхности моря в холодный сезон.

Материалы, вошедшие в диссертацию, опубликованы соискателем в 4 статьях в рецензируемых научных изданиях, определенных в п.2.3 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Результаты выполненного исследования многократно представлялись на всероссийских научных конференциях.

Таким образом, диссертация А.А. Сумкиной представляет собой наукоемкое исследование, отличающееся применением глубокого анализа современных средств обработки гидрометеорологической информации и принципиально новыми научными результатами.

А.А. Сумкина – сформировавшийся научный работник высокого уровня подготовки, способный получать, анализировать и применять современные гидрометеорологические данные, а также решать сложные научные задачи, и я рекомендую ее диссертацию к защите на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17. Океанология.

Доктор физико-математических наук,  
главный научный сотрудник кафедры  
океанологии Географического факультета  
Московского государственного университета  
имени М.В. Ломоносова

09.09.2024 г.

Подпись Иванова В.В. заверяю:



В.В. Иванов