

ОТЗЫВ ОФФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Зарубиной Дарьи Васильевны «Особенности пространственно-временной изменчивости ледового режима Татарского пролива», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – океанология

Диссертационная работа Зарубиной Д.В. посвящена изучению ледового режима Татарского пролива и его изменений в современный период. Исследование базируется на сравнении параметров ледового режима на характерных временных интервалах, 1961 - 1990 и 1991 – 2020, т.е. периода сравнительно устойчивых климатических условий и периода, характеризующегося быстрыми климатическими сдвигами планетарного масштаба.

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность выбранной темы обоснована беспрецедентными масштабами и скоростью изменений климата, что ведет к повышению повторяемости экстремальных погодных явлений, что негативно влияет на социально-экономические условия в различных регионах. Морской лед может рассматриваться в качестве интегрального показателя климатических изменений, отражающих процессы, развивающимися в атмосфере и в деятельном слое океана. В силу этого, региональные исследования состояния ледяного покрова на основе исторических и современных данных, проведенные в диссертационной работе для Татарского пролива, являются актуальной задачей как для углубления фундаментальных знаний, так и для обеспечения необходимой фактической и прогностической информацией субъектов экономической и хозяйственной деятельности.

Достоверность и новизна исследования

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием апробированных методов анализа ледового режима. Все количественные оценки ледовитости и ледового режима Татарского пролива выполнены на основе статистического анализа исторического ряда наблюдений (судовых 1930–1960 гг. и авиационных 1956–1992 гг. наблюдений) и регулярных спутниковых данных дистанционного зондирования Земли (с 1971 г.). Основные результаты работы опубликованы в рецензируемых журналах, неоднократно обсуждались на международных и всероссийских симпозиумах и конференциях.

В диссертационной работе впервые выполнен анализ пространственно-временной изменчивости элементов ледового режима Татарского пролива, основанный на результатах обработки спутниковых наблюдений за период новой стандартной климатической нормы 1991–2020 гг. Учитывая преемственность и сравнимость современных данных, основанных

на спутниковых наблюдениях с данными авиаразведок, выполнена сравнительная оценка вариаций отдельных элементов ледового режима за период двух последних непересекающихся климатологических стандартных норм (1961–1990 гг. и 1991–2020 гг.). Также произведена оценка изменчивости объемов льда в Татарском проливе в начале XXI века по оригинальной методике.

Значимость научных результатов

Выявленные особенности межгодовой и внутрисезонной изменчивости значений ледовитости в период стандартной климатической нормы 1991–2020 гг., долговременные тенденции среднезимней ледовитости и оценка объема льда дают новые представления о ледовом режиме Татарского пролива в целом и его отдельных зон. Результаты исследования представляют значительный интерес для выполнения широкого круга производственных и научных задач, таких как совершенствование методологии ледовых прогнозов, ледовое обслуживание зимних судоходных трасс, моделирование ледовых процессов различного пространственного и временного масштабов, планирование морских работ и организация мониторинга ледовых условий при гидрометеорологическом обслуживании шельфовых проектов.

Оценка содержания диссертационной работы и ее завершенность

Построение диссертационной работы является логичным и стройным, что обеспечивает естественную взаимосвязь отдельных глав. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 136 наименований. Общий объем диссертации составляет 109 страниц текста, 25 рисунков и 9 таблиц.

Во **Введении** присутствуют все разделы, необходимые для представления диссертационной работы: обсуждается актуальность и изученность темы, указаны объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, оценивается их достоверность. Описана теоретико-методологическая основа выполненного исследования. Сформулированы положения, выносимые соискателем на защиту, и раскрыт личный вклад соискателя во всех разделах диссертации. Результаты исследований докладывались на ряде научных конференций, в том числе, международных. Основные результаты работы опубликованы соискателем и в соавторстве в 6 статьях в рецензируемых научных журналах, входящих в список ВАК, 4 из которых входят в список Scopus.

В **главе 1** представлена характеристика физико-географических особенностей Татарского пролива, рассмотрены его гидрологические и метеорологические условия.

Особое внимание уделено описанию ледового режима, включая основные этапы истории его изучения. Выполнен обзор систематизированных многолетних данных о ледовом режиме, и определены тенденции в распределении основных ледовых характеристик, выявлены прогностические зависимости ледовых фаз с факторами, определяющими тепловой баланс подстилающей поверхности.

В главе 2 рассмотрена методология исследования и методы обработки исходных материалов, собранных в различные временные интервалы. Охарактеризованы все виды наблюдений, использованные для исследования, включая: судовые, авиационные и спутниковые. Подробно описаны методики обработки данных о ледовом режиме, примененные соискателем и позволившие выполнить количественные оценки различных параметров, определяющих ледовый режим, таких как суровость зим, региональные особенности, фазы ледового сезона и экстремальные объемы льда, формирующегося за зимний сезон.

В главе 3 проведен анализ сформированного длительного ряда средnezимней ледовитости Татарского пролива: выделены положительные и отрицательные линейные тренды на различных временных интервалах на уровне доверительной вероятности 95%. Для оценки тесноты связи между рядами фактических и восстановленных значений была определена средняя абсолютная ошибка от площади акватории и оценена ее величина на интервале доступных спутниковых данных.

В главе 4 описаны особенности изменчивости отдельных элементов ледового режима Татарского пролива (ледовитости, дат наступления ледовых фаз, толщины и объема льда) за период с 1961 по 2020 гг. и выполнен их сравнительный анализ в рамках стандартных климатических норм, рекомендуемых Всемирной метеорологической организацией для долгосрочной оценки изменений климата. В частности, установлено, что продолжительность ледового сезона в стандартную климатическую норму (1991–2020 гг.) уменьшилась на 27 суток по сравнению со стандартным опорным периодом (1961–1990 гг.). Также выявлена динамика местоположения границ встречи со льдом за периоды двух последовательных климатических норм и обоснован вывод, что местоположение изолиний 0 и 100 % вероятности встречи со льдом на фазе максимального развития за последние 30 лет претерпели существенные изменения.

В Заключении сформированы основные выводы исследований.

В качестве незначительных замечаний по диссертации можно отметить следующие:

Стр. 8, положение 1: «... в 1991–2020 гг. в Татарском проливе произошло сокращение ледового сезона на месяц при отсутствии наклона линейного тренда изменения ледовитости»

По определению (см. Номенклатура ВМО по морскому льду ВМО-№ 259), «Ледовитость – это процент площади, занятой льдом любой сплоченности по отношению к общей площади моря или какого-нибудь большого географического района». Согласно этому определению, ледовитость моря с сезонным ледяным покровом зависит от сезона. В рамках этого определения формулировка положения-1 требует уточнения. Вероятно, в положении-1 и на обосновывающих его рисунках в разделе 4.1 речь идет о ледовитости на пике максимального развития льда? И это следовало явно указать в данном положении. В противном случае, два утверждения в положении-1 противоречат друг другу, поскольку при сокращении ледового сезона на месяц, ледовитость в сезоны нарастания и/или сокращения ледяного покрова не могла не измениться.

Стр. 8, положение 3: «Среднее многолетнее положение кромки ледяного покрова в Татарском проливе за последние 60 лет сохраняется неизменным, при этом границы максимального и минимального распространения льда существенно изменились». Из этого утверждения неявно следует, что границы максимального и минимального распространения льда от года к году менялись квази-синхронно, но в противофазе? Увеличилась или уменьшилась при этом амплитуда межгодовых колебаний положения границы распространения льда?

Стр. 84, первый абзац: «Граница южнее которой лед не встречался (0% вероятности распространения ледяного покрова) за последние 30 лет установлена на ~46 миль севернее чем в период 1961–1990 гг. Граница зоны севернее которой лед наблюдался во все без исключения годы (100% вероятности распространения ледяного покрова) определена на 50 миль южнее в последние 30 лет».

Из первого из этих утверждений следует, что в последние 30 лет, граница распространения разряженного ледяного покрова сместилась к северу, а из второго, что граница распространения сплоченного ледяного покрова сместилась к югу. Означает ли это, что за последние 30 лет произошло значительное сужение прикромочной ледовой зоны? Если это так, то с чем это может быть связано?

Стр. 85, первый и второй абзацы: «Смещение в период 1991–2020 гг. местоположения границы 100 % вероятности встречи со льдом на юг.... вероятно связано с более детальным учетом ледяного покрова, добиться которого стало возможным с появлением спутниковых наблюдений. Изменение местоположений изолиний 0 % и 100 % вероятности встречи со

льдом за последние 30 лет справедливо объяснить наблюдающейся тенденцией к потеплению....»

Так с чем все же связано выявленное соискателем изменение положения изолиний: с повышением точности измерений или с тенденцией к потеплению?

Заключение официального оппонента

Сделанные к диссертационной работе Зарубиной Д.В. замечания не влияют на общее положительное впечатление о ней. В своей работе диссертант выполнил завершённое, комплексное научное исследование на высоком уровне.

Научные результаты, положения, выводы в достаточно полной мере отражены в опубликованных работах и представлены на отечественных и международных конференциях.

Содержание автореферата в полной мере отражает суть представленной работы. Диссертационная работа «Особенности пространственно-временной изменчивости ледового режима Татарского пролива» в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор Дарья Васильевна Зарубина заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – океанология.

Официальный оппонент

Доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник кафедры океанологии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д.1,
тел.: +7(495)9392215
e-mail: тел. +7(495)9392215

04.04.2023

Иванов Владимир Владимирович

«Подпись Иванова Владимира Владимировича заверяю»
Декан географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, академик РАН

Добролюбов Сергей Анатольевич

