

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на кандидатскую диссертацию Егоровой
Елизаветы Станиславовны «СОСТОЯНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА
ГРЕНЛАНДСКОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ В УСЛОВИЯХ
ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА» (Диссертация представлена на соискание
ученой степени кандидата географических наук по научной специальности
1.6.17. Океанология)

Кандидатская диссертация Елизаветы Станиславовны Егоровой посвящена важной научной и практической проблеме исследования пространственно-временных закономерностей изменения состояния ледяного покрова Гренландского и Баренцева морей,, определяющих режимные особенности акваторий в условиях изменяющегося климата.. Этот район является ключевым в системе крупномасштабных переносов тепла и соли между Северной Атлантикой и Арктическим бассейном Северного Ледовитого океана и давно является объектом интенсивных исследований.

Большой вклад в исследования Гренландского моря внесли советские экспедиции в 1928-1938 гг., направленные на выяснение водообмена между Северной Атлантикой и Арктическим бассейном и его влияния на арктический лед и климатические условия вдоль трасы Северного морского пути, которому тогда уделялось огромное внимание. Считалось, что изменения в динамическом состоянии вод северной части Атлантического океана, Норвежского и Гренландского морей могут сказаться на ледовой обстановке по трассе Северного морского пути.

В конце 1960-х –начале 1990-х годов исследования были продолжены отечественными программами ПОЛЭКС, РАЗРЕЗЫ, а в Арктическом бассейне дрейфующими станциями «Северный полюс» и судовыми экспедициями в арктических морях. В результате были получены уникальные массивы

океанографических и метеорологических данных, составивших основу для серии Атласов и методов долгосрочных прогнозов погоды и ледовой обстановки на трассах СМП.

Баренцево море – одно из наиболее исследуемых морей России с богатой историей океанографических наблюдений, проводимых российскими учёными с начала 20 столетия. Среди них уникальная серия почти непрерывных 125-летних наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» (Бочков, 1982; Карсаков, 2022). Обобщение накопленных наблюдений выполнялось в коллективных монографиях «Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Т.6. Баренцево море». Л.: Гидрометеиздат, 1985. 264 с., «Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.1. Баренцево море». Вып.1. Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 280 с. Исследованиями Баренцева моря занимаются учёные из многих российских НИУ. в том числе, из расположенных на побережье моря, в Мурманске - Мурманском морском биологический институте и Полярном филиале ВНИРО.

Одной из научных проблем, привлекающих особое внимание, является сокращение площади льда в Гренландском и Баренцевом морях, которое связывают, в том числе, с увеличением поступления атлантической воды (АВ). Впервые об этом написал В.Ю. Визе (1937), изучавший первое потепление Арктики непосредственно в период его развития. На тесную связь между притоком АВ и распространением морского льда в конце зимы в Гренландском и Баренцевом морях указано и в работах В.Ф. Захарова (1978, 1996).

Диссертант в своей работе опирается на эти достижения, о чём свидетельствует список публикаций из 191 наименований. Во введении разделы, необходимые для представления диссертационной работы – актуальность и изученность исследуемой проблемы, объект и предмет, цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, оценивается их достоверность. Сформулированы положения, выносимые соискателем на защиту, раскрыт личный вклад соискателя по всем

разделам диссертации и приведена информация об апробации работы. Основное внимание уделяется изменению ледяного покрова морей, сопровождающее развитие потепления Арктики, а именно, сезонным и межгодовым изменениям элементов ледового режима и их пространственно-временных закономерностям.

В первой главе приводятся физико-географическая характеристика морей, описание гидрометеорологических условий и представлен обширный обзор современного состояния исследований ледового режима. Тем не менее, упущены исследования влияния притока атлантической воды (АВ) на ледовитость морей [Семёнов, 2008; Årthune et al., 2012; Алексеев и др., 2016,] и на положение кромки льдов (Захаров, 1987, 1996). В заключение главы отмечены проблемы в оценке состояния ледяного покрова морей, требующие новых подходов и решений.

Во второй главе подробно представлены исходные данные для исследования, их формирование и назначение. Большую часть главы занимает описание методов, используемых для анализа и оценки характеристик ледяного покрова. Часть из них впервые применена диссертанткой, а некоторые методы разработаны при подготовке диссертации.

Ввиду важности этой части диссертационной работы для дальнейшего исследования остановимся подробнее на разделах главы. Достижением является создание электронного архива данных с использованием инструментария ГИС. Впервые были получены данные о площадях льдов разных возрастных градаций с месячной дискретностью в зимние месяцы за 1997–2022 гг. и были определены границы преобладания старых льдов в Гренландском море, а также старых и однолетних льдов в Баренцевом море. Были получены координаты положения кромки дрейфующих льдов с привлечением ледовых карт ААНИИ на бумажных носителях, которые были оцифрованы в количестве около 500 и более 6000 карт для Гренландского и Баренцева морей, соответственно.

Для анализа влияющих факторов на изменения характеристик ледяного покрова морей был привлечен широкий спектр гидрометеорологических данных, включающий, в том числе, температуру воды вдоль океанографического разреза «Кольский меридиан» для учета влияния теплых атлантических вод, поступающих на акваторию Баренцева моря. Выбрана температура воды в слое 0-50м без должного обоснования репрезентативности такого выбора Ранее (Алексеев и др., 2016. 2021) был обоснован выбор данных о температуре воды на разрезе для оценки влияния на лёд Баренцева моря на станциях 3-7 в слое 0-200м или 50-200м.

Представляя методы, использованные при исследовании, Е.С. Егорова подробно описывает методику определения средневзвешенной толщины ледяного покрова в проливе Фрама, в которой использует новый способ для расчета толщины с учётом данных из арктических морей, откуда выносятся лёд через пролив Фрама. В главе подробно представлены используемые методы статистического анализа и методика оценки оправдываемости ледовых прогнозов. что представляется вполне уместным и полезным для дальнейшего применения в других исследованиях.

В главе 3 рассматриваются закономерности пространственно-временных изменений основных параметров ледяного покрова Гренландского моря, начиная с сезонных и межгодовых изменений ледовитости. Здесь диссертантка установила особенности изменений на разных фазах эволюции ледяного покрова. В частности, что этап потепления в Гренландском море начинается с ледового сезона 1999/2000 гг., в отличие от других арктических морей, переломным для которых является ледовый сезон 2004/2005 гг. Это значит, что отклик на происходящие климатические изменения в Гренландском море произошел в среднем на пять лет раньше, чем в морях российской Арктики,

При рассмотрении положения кромки дрейфующих льдов в годовом цикле и возрастного состава ледяного покрова отмечено, что большую часть зимнего периода года, а именно с ноября по март, в Гренландском море преобладают

старые льды, которые занимают от 30% до 44% ледяного покрова его акватории. Анализ межгодовых изменений в возрастной структуре льдов был выполнен автором для апреля - месяца максимального развития ледяного покрова на акватории. Диссертантка не упомянула об особенности в распределении льда, связанной с явлением «Одден» - формированием языка дрейфующих льдов от о. Ян-Майен к центру Гренландского круговорота.

Рассмотрена возрастная структура льдов в проливе Фрама и получены оценки сезонных изменений возрастного состава ледяного покрова на створе пролива Фрама, который является основным источником выноса старых льдов из Арктического бассейна. В диссертации рассмотрены сезонные и межгодовые изменения объёма выноса льда через пролив Фрама и получено отсутствие отрицательного тренда выноса, несмотря на сокращение толщины выносимого льда. Используя разработанный метод оценки толщины, диссертантка получила оценку среднего объёма выносимого льда, сопоставимую с оценками других авторов, использовавших данные инструментальных измерений толщины.

В Главе 4 детально исследованы закономерности сезонных и межгодовых изменений основных характеристик ледяного покрова Баренцева моря и установлены особенности этих изменений для разных районов моря, для льдов разного возраста. Показано, что наибольшие отрицательные тренды ледовитости приходятся на апрель – сезонный максимум ледовитости моря. Вместе с трендом максимума ледовитости Гренландского моря они формируют отрицательный тренд зимней ледовитости СЛО и тем самым подтверждают влияние притока атлантической воды на тренд. В диссертации подробно рассмотрено влияние разных факторов на характеристики ледяного покрова в отдельных районах моря. Приток атлантической воды более всего влияет на лёд в западной части моря. Для всех районов выбраны предикторы и составлены прогнозные уравнения разной эффективности. Что может быть полезным при разработке методов ледовых прогнозов в Баренцевом море.

В заключение отметим, что в диссертации получено подробное описание характеристик ледяного покрова Гренландского и Баренцева морей с учётом пространственной неоднородности его распределения. Сформированы электронные архивы параметров ледяного покрова морей, включающие возрастной состав льдов, границы преобладания льдов разного возраста, положение кромки дрейфующих льдов, ширина ледового потока в проливе Фрама, составляющие важный прикладной результат. Показано, что сезонный максимум развития ледяного покрова в Гренландском море наблюдается с февраля по апрель, в Баренцевом — в апреле, что подтверждает их влияние на формирование сезонного максимума ледовитости СЛЮ. Впервые определены закономерности сезонных и межгодовых изменений в возрастной структуре ледяного покрова Гренландского и Баренцева морей и показано, что возрастная структура ледяного покрова с начала 2000-х гг. подверглась существенным изменениям, по сравнению периодом 70-х–90-х гг. XX века. Впервые установлены пространственные закономерности изменения ледяного покрова разного возраста - старых и однолетних льдов. Получены оценки объема выноса льда через пролив Фрама: с минимумом в октябре и 2141 км³ за зимние месяцы, что совпадает с результатами исследований, в которых толщина ледяного покрова определялась по данным инструментальных измерений. Однако межгодовые изменения объёма выноса не имеют статистически значимого линейного тренда — что не согласуется с результатами других авторов.

Отмечу на мой взгляд неудачный выбор показателя влияния АВ на ледяной покров Баренцева моря – температуру воды в слое 0-50 м, которая подвержена влиянию обмена с атмосферой. В работах .выполненных ранее было показана репрезентативность температуры в слое 0-200 или 50-200м на станциях 3-7 разреза «Кольский меридиан».

Это замечание не повлияло на положительную оценку кандидатской диссертации. Заключение по кандидатской диссертации.

Кандидатская диссертация Егоровой Елизаветы Станиславовны «СОСТОЯНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ГРЕНЛАНДСКОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основе оригинальных исследований соискателя представлены обоснованные выводы, совокупность которых может быть квалифицирована как научное достижение. Исследование выполнено соискателем самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, свидетельствующие о личном вкладе автора диссертации в науку. Основные научные результаты опубликованы, в диссертации автор правильно ссылается на цитируемые источники, заимствованные материалы и их авторов. Таким образом, считаю, что диссертационная работа Егоровой Елизаветы Станиславовны «СОСТОЯНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ГРЕНЛАНДСКОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11. 2021 г. № 11181/1 "О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете", а соискатель Егорова Елизавета Станиславовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17. Океанология. Пункты 9 и 11 указанного Приказа соискателем не нарушены.

Член диссертационного Совета,

главный научный сотрудник, заведующий лабораторией крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы и динамики климата ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», доктор географических наук, профессор



Алексеев Генрих Васильевич