

УТВЕРЖДАЮ

Директор
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского
центра «Морской гидрофизический
институт РАН»,
член-корреспондент РАН



Коновалов С.К.

«30» июня 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра
«Морской гидрофизический институт РАН»**

Диссертация «Крупномасштабная изменчивость уровня и течений Северного Ледовитого океана на основе анализа спутниковых данных» на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – «океанология» выполнена в отделе вычислительных технологий и математического моделирования и в лаборатории гидрофизических подспутниковых исследований Черноморского гидрофизического подспутникового полигона Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Лемешко Егор Евгеньевич работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в должности младшего научного сотрудника отдела вычислительных технологий и математического моделирования и лаборатории гидрофизических подспутниковых исследований Черноморского гидрофизического подспутникового полигона.

В 2011 г. соискатель окончил Севастопольский национальный технический университет (в настоящее время – Севастопольский государственный университет) по специальности «Информационные управляющие системы и технологии».

Лемешко Е.Е. окончил в 2022 г. очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано 09.09.2021 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Федеральным исследовательским центром «Морской гидрофизический институт РАН».

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Станичный Сергей Владимирович работает заведующим отделом дистанционных методов исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

По результатам рассмотрения диссертации Лемешко Е.Е. «Крупномасштабная изменчивость уровня и течений Северного Ледовитого океана на основе анализа спутниковых данных» принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы.

Диссертация Лемешко Е.Е. посвящена исследованию изменчивости уровня и течений Северного Ледовитого океана, включая покрытые льдом области, и ее связи с крупномасштабной атмосферной циркуляцией в условиях изменчивости климата на основе анализа спутниковых данных.

Актуальность работы обусловлена важностью гидрофизических процессов в Северном Ледовитом океане для климатической системы Земли и недостаточным покрытием современными контактными данными измерений его акватории в силу географо-климатических особенностей

региона. Исследование пространственно-временной изменчивости уровня и поверхностных геострофических течений в условиях глобальных климатических изменений в настоящее время является фундаментальной задачей для Северного Ледовитого океана, поскольку до сих пор не сформировано достаточно полное представление о характеристиках их изменчивости для свободных ото льда областей океана и для районов, покрытых льдом.

Целью диссертационной работы является получение количественных оценок изменчивости уровня и течений Северного Ледовитого океана в зависимости от типа крупномасштабной атмосферной циркуляции на сезонных и межгодовых масштабах, а также уточнение характеристик стерической и манометрической компонент уровня океана в условиях современных климатических изменений.

Соискателем выполнена типизация режимов циркуляции атмосферы в Арктике на основе метода построения самоорганизующихся карт приземного давления за период 1979–2018 гг. и выделено шесть различных ее типов. Предложены индексы сезонной и межгодовой повторяемости типов и суммарный индекс циркуляции атмосферы, позволяющие исследовать пространственно-временную изменчивость режимов циркуляции атмосферы на сезонных и межгодовых масштабах. Полученные индексы затем использовались в исследовании многолетней изменчивости уровня и течений в зависимости от типов атмосферной циркуляции. Соискателем впервые получены оценки пространственно-временной изменчивости уровня океана и скоростей течений в «слепой» полярной зоне Северного Ледовитого океана (82–89° с.ш.), ранее недоступной для спутниковой альтиметрии. Получены оценки многолетних тенденций изменчивости уровня океана и его манометрической компоненты. Автором исследованы особенности отклика уровня и поверхностных геострофических течений Северного Ледовитого океана на циклонические/антициклонические типы циркуляции атмосферы, идентифицируемые по предложенному суммарному индексу атмосферной

циркуляции. В результате на основе регрессионных соотношений получены количественные оценки зависимости межгодовой изменчивости аномалий уровня и поверхностных геострофических течений от величины данного индекса. Автором впервые даны оценки тенденций и межгодовой изменчивости стерической компоненты уровня для области «слепого» пятна севернее 81,5° с.ш. на основе ее реконструкции по данным альтиметрии и гравиметрии GRACE. Предложена концептуальная схема режимов поверхностной циркуляции и распространения распресненных вод в зависимости от установленных типов атмосферной циркуляции.

Диссертация Лемешко Е.Е. «Крупномасштабная изменчивость уровня и течений Северного Ледовитого океана на основе анализа спутниковых данных» по объему выполненных исследований, новизне результатов, научному и практическому значению отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.

Постановка задач диссертационной работы проводилась соискателем совместно с научным руководителем к. ф.-м. н. С.В. Станичным. Аналитический обзор работ по теме исследования проводился соискателем самостоятельно. Им лично осуществлялся выбор методов исследования, алгоритмов для анализа данных и их программная реализации. Соискателем лично проводились формирование баз спутниковых данных и массивов атмосферного реанализа, поиск гидрологической информации, данных береговых и донных мареографов, обработка и анализ спутниковых данных по альтиметрии и гравиметрии, расчеты реконструированной стерической компоненты уровня океана, типизация атмосферных полей методом построения самоорганизующихся карт на основе нейронной сети. Интерпретация полученных количественных оценок пространственно-временной изменчивости уровня и скоростей поверхностных

геострофических течений, а также анализ и интерпретация результатов типизации атмосферных полей над Арктикой проводились автором самостоятельно. Количественные оценки изменчивости уровня и скоростей поверхностных геострофических течений в зависимости от типа атмосферной циркуляции и их интерпретация выполнялись лично автором. Обсуждение результатов отдельных этапов исследования осуществлялось соискателем совместно с научным руководителем и соавторами научных публикаций. Соискатель лично представлял результаты работы на российских и международных конференциях, семинарах и школах.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

В диссертационной работе использовался большой объем данных разного типа. Соискатель применял общепринятые методы анализа спутниковой информации и данных атмосферного реанализа. Комплексный анализ данных альтиметрии и гравиметрических данных GRACE позволил реконструировать стерический уровень для выбранных районов Северного Ледовитого океана, ранее недоступных для спутниковых наблюдений. Выводы, сделанные в рамках диссертационной работы, подтверждают и развивают представления, полученные другими авторами за последнее десятилетие. Достоверность полученных результатов основывается на валидации спутниковых данных по имеющимся контактным измерениям уровня моря в прибрежной зоне и на островах Северного Ледовитого океана, данным донных мареографов и скоростей течений по измерениям автономных буйковых станций, сопоставлением с картами динамической топографии и поверхностных геострофических скоростей, рассчитанных динамическим методом по архивам гидрологических наблюдений.

Помимо этого, все полученные величины сравнивались с результатами, опубликованными за последние 5–10 лет в научных статьях и не противоречат им. Достоверность оценок изменчивости, реконструированной по спутниковым данным стерической компоненты уровня, подтверждается удовлетворительным совпадением с оценками изменчивости

термостерической и халостерической компонент уровня, рассчитанными на основе использования непосредственно архивной гидрологической информации. Достоверность выделения типов атмосферной циркуляции и оценки их влияния на крупномасштабную изменчивость уровня и поверхностных геострофических течений подтверждается сопоставлением с типами циркуляции атмосферы, характерными для климатических индексов арктического колебания и арктического диполя.

Научная новизна результатов проведенных исследований.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые:

1. уточнена повторяемость типов атмосферной циркуляции в Арктике методом построения самоорганизующихся карт на основе нейронной сети и предложены индексы межгодовой и суммарной повторяемости типов атмосферной циркуляции;

2. установлены особенности отклика уровня моря и поверхностных геострофических течений Северного Ледовитого океана на циклонические / антициклонические типы циркуляции атмосферы. На основе регрессионных соотношений получены количественные оценки зависимостей уровня моря и компонент поверхностных геострофических скоростей от величины предложенного в работе индекса суммарной повторяемости типов атмосферной циркуляции;

3. уточнены оценки пространственно-временной изменчивости уровня и поверхностных геострофических течений по спутниковым данным альтиметрии за 2003—2020 гг., включая покрытые льдом области Северного Ледовитого океана и полярную область 82–89° с.ш., до 2011 г. недоступные для спутниковых наблюдений;

4. получены оценки трендов и характеристики межгодовой изменчивости стерической компоненты уровня на основе реконструкции по данным альтиметрии и гравиметрии GRACE. Установлено, что для области «слепого» пятна 82–89° с.ш. и круговорота Бофорта стерический уровень является индикатором увеличения распреснения/осолонения водных масс и

установлена его взаимосвязь с индексом суммарной повторяемости типов атмосферной циркуляции.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость работы заключается в выявлении физико-географических закономерностей крупномасштабной изменчивости уровня и поверхностных геострофических течений Северного Ледовитого океана и в уточнении представлений о влиянии на них различных типов атмосферной циркуляции. Полученные результаты могут быть использованы для уточнения взаимосвязей между атмосферными процессами, динамикой океана и изменчивостью площади покрытия океана льдом для развития представлений о климатической системе Арктики.

Полученные автором новые результаты по реконструкции стерического уровня океана по спутниковым данным и вывод о том, что для приполярной области 82–89° с.ш. и круговорота Бофорта стерический уровень является индикатором увеличения распреснения/осолонения водных масс позволили предложить концептуальную схему режимов поверхностной циркуляции вод и распространения распресненных вод от стока арктических рек и таяния льда в зависимости от типов атмосферной циркуляции, что дает новый теоретический импульс для дальнейшего развития представлений об изменчивости термохалинных полей и динамики течений Северного Ледовитого океана.

Практическая значимость работы заключается в получении количественных оценок изменчивости уровня и скоростей поверхностных геострофических течений океана в зависимости от типа атмосферной циркуляции в Арктике. Полученные соотношения имеют прикладное значение для прогностических систем на основе использования спутниковой информации для обеспечения безопасности мореплавания и морехозяйственной деятельности.

Ценность научных работ соискателя.

Ценность научной работы соискателя заключается в том, что в ней, развиты методы типизации состояний атмосферы и метод построения композитных карт для гидрометеорологических полей. В итоге в работе впервые получены новые данные о гидрофизических полях для районов океана, большую часть года покрытых льдом, для которых в принципе невозможно разместить плотную наблюдательную сеть контактных измерений. Результаты работы по влиянию типов атмосферной циркуляции на формирование режимов поверхностной геострофической циркуляции необходимы для оценки поступления теплых и соленых атлантических вод, которые влияют на сокращение площади морских льдов, а понимание этих закономерностей будет способствовать улучшению прогнозов ледовых явлений на трассах Северного морского пути. Развитие представлений о динамике поверхностных течений в Северном Ледовитом океане необходимо и для решения экологических задач, например, для оценивания трансграничного переноса радиоизотопов и оценки радиэкологического состояния арктических.

Специальность, которой соответствует диссертация.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.6.17 – «океанология», отрасль наук – географические науки.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Результаты диссертации опубликованы в 22 научных работах, из них 4 статьи в рецензируемых научных журналах, 15 статей в рецензируемых сборниках научных трудов и 3 работы в сборниках тезисов докладов на Всероссийских и Международных конференциях.

Требованиям ВАК при Минобрнауки России по специальности 1.6.17 – океанология (географические науки) удовлетворяют 4 статьи в рецензируемых российских научных изданиях [1–4]. В их числе 1 работа в

рецензируемом научном издании, входящем в наукометрическую базу SCOPUS.

Статьи в рецензируемых журналах

1. **Лемешко Е.Е.** Межгодовая изменчивость режимов циркуляции вод Северного Ледовитого океана // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2023. – № 1. – С. 48–64. doi: 10.29039/2413-5577-2023-1-48-64. (**Lemeshko E.E.** Interannual Variability of Water Circulation Regimes in the Arctic Ocean // Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea. – 2023. – 1. – P. 48–64. EDN TYGZLF. doi:10.29039/2413-5577-2023-1-48-6).

2. **Лемешко Е.Е.,** Лемешко Е.М., Новицкая В.П. Влияние арктической осцилляции на формирование режимов циркуляции вод в секторе Северного, Норвежского и Баренцева морей // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2021. – № 2. – С. 47–64. EDN ULWWQC. doi: 10.22449/2413-5577-2021-2-47-64.

3. **Лемешко Е.Е.,** Лемешко Е.М. Тренды уровня Северного Ледовитого океана // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2020. – № 2. – С. 28–40. doi: 10.22449/2413-5577-2020-2-28-40.

4. **Лемешко Е.Е.** Самоорганизующиеся карты атмосферной циркуляции и межгодовая изменчивость гидрометеорологических полей в Арктике // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2020. – № 3. – С. 48–62. doi: 10.22449/2413-5577-2020-3-48-62.

Цитирования материалов и отдельных результатов других авторов в диссертации оформлены соответствующим образом. Результаты диссертационной работы в полной мере опубликованы в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих требованиям ВАК Российской Федерации.

Диссертация «Крупномасштабная изменчивость уровня и течений Северного Ледовитого океана на основе анализа спутниковых данных» Лемешко Егора Евгеньевича рекомендуется к защите на соискание ученой

степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – «океанология».

Заключение принято на заседании Общеинститутского научного семинара Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН».

Присутствовало на заседании 20 членов Общеинститутского научного семинара. Результаты голосования: «за» – 20 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек, протокол №8 от 30 июня 2023 года.

Председатель
Общеинститутского научного семинара
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Федерального исследовательского центра
«Морской гидрофизический институт РАН»,
доктор географических наук, член-корреспондент РАН
директор



Коновалов Сергей Карпович

Ученый секретарь
Общеинститутского научного семинара
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Федерального исследовательского центра
«Морской гидрофизический институт РАН»,
кандидат физико-математических наук,
ученый секретарь



Алексеев Дмитрий Владимирович