

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор



Федеральное государственное бюджетное

учреждение «Государственный

океанографический институт имени Н.Н. Зубова

(ФГБУ «Гоин»)

к.г.н. И.В. Ивачёв

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Анастасии Алексеевны Магаевой

«Ледовый режим Азовского и Каспийского морей:

многолетняя динамика и опасные явления», представленную на соискание

ученой степени кандидата географических наук

по специальности 1.6.21 – «Геоэкология»

**Цель** представленной работы – изучение пространственно-временной изменчивости параметров ледового режима и опасных ледовых явлений Азовского и Каспийского морей как факторов экологической опасности для морехозяйственной деятельности на основе многолетних архивов данных, аккумулированных в базу геоданных и геоинформационную систему.

### Актуальность работы

В условиях современного изменения климата и активной морехозяйственной деятельности в регионе выполненные исследования имеют научную ценность и высокую практическую значимость. Ввиду трансграничного положения в акваториях активно развита морская транспортная сеть, расположены крупные порты: в Азовском море порт Кавказ – второй по грузообороту в РФ, и Оля – порт в Северном Каспии. Морские транспортные операции в указанных районах в холодную часть года производятся в сложных гидрометеорологических условиях при наличии ледяного покрова, что представляет серьезную проблему для обеспечения безопасного мореплавания и эксплуатации морских и прибрежных гидротехнических сооружений. На фоне климатических изменений, ледяной покров и опасные ледовые явления должны рассматриваться как один из серьезных факторов, осложняющих хозяйственную

деятельность и создающих угрозу экологической безопасности морских акваторий. Данной проблеме посвящено исследование Магаевой А.А.

**Научная новизна работы** заключается в использованных методах и подходах к исследованию проблемы и сделанных автором выводах. Полученные автором результаты вносят существенный вклад в изучение ледовых условий Азовского и Каспийского морей.

На основе тщательного анализа многолетней динамики ледовитости Азовского и Каспийского морей за период 1950 – 2020 гг. определено, что на исследуемых акваториях наблюдается устойчивое сокращение ледовитости и площади припая. Выявлено, что в современный период 2000 – 2020 гг. на Азовском море образование льда начинается на 7 – 15 дней позже среднемноголетних значений, а продолжительность ледового сезона сократилась на ~ 1 – 1,5 месяца. В результате, установлен режимный сдвиг ледового сезона с начала XXI в. в Азовском и Каспийском морях.

В работе выделяются пять типовых ледовых сезонов, характеризующихся различными количественными показателями фаз ледового режима, для каждого типа установлены характерные гидрометеорологические условия формирования. Выполнена оценка вероятности и последствия проявления типовых ледовых сезонов для основных портов Азовского – Таганрог и Керчь, и Каспийского – порт Оля морей. Для выделенных типов ледовых сезонов определены уровни экологической опасности – высокий уровень характерен для II и III типов ледовых сезонов, в течение которых вероятна приостановка морской навигации и рыбного промысла, повреждение портовой инфраструктуры и судов, обледенение малых судов.

Автором впервые выполнен пространственный анализ опасных ледовых явлений Азовского и Каспийского морей, как фактора экологической опасности для морехозяйственной деятельности, выявлены вероятные последствия их проявления.

Важным прикладным результатом является районирование акваторий по степени проявления опасных ледовых явлений. Эти результаты в дальнейшем могут найти применение в навигационном обеспечении и обеспечении безопасности мореплавания в Азовском и Каспийском морях.

**Полученные результаты определяют высокую научную и практическую значимость работы.**

Разработанный автором комплект ледовых карт Азовского и Каспийского морей, которые отражают ледовые условия современного периода 2000-2020 гг., а также вероятность проявления опасных ледовых явлений, безусловно, имеет как научную, так и практическую значимость и может быть использован для специализированного

гидрометеорологического обслуживания и обеспечения безопасности морских операций в Азовском и Каспийском морях в ледовый период.

**Защищаемые положения** четко сформулированы и отражают научную сущность диссертационной работы.

**Достоверность основных научных положений и выводов** определяется большим объемом используемых натуральных данных и спутниковой информации, что является несомненным достоинством работы. Созданная автором база геоданных и геоинформационная система «Ледовый режим южных морей России», включает весь накопленный картографический и численный материал за период с 1916 по 2022 гг. В работе применены традиционные и современные методы анализа и обработки данных. Особо стоит отметить геоинформационные технологии, которые использованы для оценки пространственной изменчивости ледяного покрова и опасных ледовых явлений Азовского и Каспийского морей.

### **Публикации по теме диссертационной работы**

Основные результаты диссертационного исследования представлены в 8 статьях, опубликованных в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science и удовлетворяют требованиям ВАК. Общее число публикаций автора по тематике диссертационной работы составляет 25 единиц. Результаты неоднократно докладывались и обсуждались на российских и международных научных конференциях.

**Личный вклад** автора определяется, но не ограничивается, следующими положениями: постановка целей и задач исследования, разработка и создание базы геоданных и геоинформационной системы, работа с ней, обработка и картирование полученных данных, обобщение и интерпретация результатов были выполнены лично автором или при его непосредственном участии в ходе реализации ряда научных проектов Российской фонда фундаментальных исследований и государственного задания ЮНЦ РАН.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 162 страницах, включает 63 рисунка и 15 таблиц. Список литературы содержит 223 наименования из них 32 публикации в зарубежных изданиях.

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы основная цель и задачи исследования, отражены достоверность полученных результатов, научная новизна и практическая значимость работы, представлены основные положения, выносимые на защиту, а также личный вклад автора и апробация результатов исследования.

**В первой главе** представлен обзор ранее проведенных работ по теме диссертации. Даётся всесторонний обзор работ по исследуемым проблемам.

Автор даёт подробное описание истории изучения ледового режима Азовского и Каспийского морей, приводит обзор справочников, обобщающих монографий и атласов, а также современных электронных ресурсов и баз данных. Достаточно внимания уделено анализу современных подходов к исследованию опасных природных явлений (ОПЯ) – подробно рассмотрены методы картографирования ОПЯ. Дан обзор работ, посвященных анализу природных опасностей, обусловленных ледяным покровом, и оценке рисков их проявлений для морской деятельности.

**Вторая глава** посвящена сбору, систематизации и обработке разнородных данных о состоянии ледяного покрова Азовского и Каспийского морей – исторические картосхемы, наблюдения на прибрежных ГМС, результаты дешифрирования космоснимков, математического моделирования и глобального реанализа.

Представлено описание геоинформационной системы «Ледовый режим южных морей России» и базы геоданных, которая включает картографический и численный материал за более, чем сто лет. ГИС одновременно выступает в качестве информационной основы диссертационного исследования и инструментария пространственного анализа.

В главе подробно описаны используемые автором методы исследования. Осуществлены эксперименты, по результатам которых выбрана наиболее объективная методика типизации зим по степени суровости. Для определения критериев суровости зим использованы среднемесячные значения температуры воздуха за зимний период на прибрежных ГМС. Описан метод выделения типовых ледовых условий для Азовского и Каспийского морей. Отработан метод построения картосхем вероятности встречи льда и припая. Разработан и реализован метод районирования акваторий по степени проявления опасных ледовых явлений.

**В третьей главе** представлено общее физико-географическое описание и климатические особенности Азовского и Каспийского морей. Отмечено, что для исследуемого региона характерно: рост температур воздуха и воды, снижение средних и максимальных скоростей ветра, уменьшение повторяемости ветров северного направления, снижение количества атмосферных осадков. Проанализированы гидрологические факторы, влияющие на ледовые условия исследуемых акваторий. Установлена взаимосвязь температуры воды в ноябре и сроков ледообразования на прибрежных ГМС – коэффициент корреляции составляет 0,7. Показано, что положение уровня моря определяет локализацию ледяных торосистых образований.

**Четвертая глава** посвящена исследованию динамики ледяного покрова как фактора экологической опасности. Автором выделены типовые ледовые сезоны, характеризующиеся различными уровнями экологической опасности для морехозяйственной деятельности. Установлено, что высокий уровень экологической опасности характерен для II и III типовых ледовых сезонов, в течение которых вероятна приостановка морской навигации и рыбного промысла, повреждение портовой инфраструктуры и судов, обледенение малых судов. Выполнена оценка вероятности и последствия проявления типовых ледовых сезонов для основных портов Азовского – Таганрог и Керчь, и Каспийского морей – Оля.

Подробно проанализированы параметры ледового режима Азовского и Каспийского морей: площадь (ледовитость) ледяного покрова и припая, фазы ледового режима – сроки образования и разрушения льда, продолжительность ледового сезона. Построены картосхемы вероятности встречи льда и припая. На основе этого автором установлен режимный сдвиг ледового сезона, произошедший после 1991 г. и характерный для обоих акваторий.

**В пятой главе** проанализированы опасные ледовые явления на акваториях Азовского и Каспийского морей и их влияние на морехозяйственную деятельность. Описаны особенности мореплавания на исследуемых акваториях в зимний период. Показано, что зачастую ледовые условия морей являются сложными для судоходства, рассмотрены случаи проявления опасных ледовых явлений и их воздействие на морехозяйственную деятельность. Выявлены наиболее повторяющиеся в пространственно-временном масштабе ОЛЯ – припай и ледяные торосистые образования. Установлена их вероятность проявления.

Выполнено районирование акваторий по степени проявления опасных ледовых явлений. Определены интегральные показатели экологической опасности. Выявлены зоны, подверженные наибольшей экологической опасности.

**В заключении** обобщены основные результаты диссертационной работы.

### **Изложение материалов диссертации и автореферата**

В целом, диссертационная работа А.А. Магаевой хорошо структурирована, отличается хорошим географическим подходом к изложению материала и представляет собой выполненное на хорошем научном уровне исследование по актуальной современной тематике.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 1.6.21 – «Геоэкология». Результаты оценки вероятности и последствий проявления типовых ледовых сезонов, результаты анализа опасных ледовых явлений Азовского и Каспийского

морей и их влияния на окружающую среду и морехозяйственную деятельность, а также районирования морей по степени проявления опасных ледовых явлений соответствует пункту 9 паспорта специальности 1.6.21 – «Геоэкология»: «Динамика, механизмы, факторы и закономерности развития опасных природных, природно-техногенных и техногенных процессов, оценка их активности, опасности и риска проявления. Разработка методов и технологий оперативного обнаружения и прогноза возникновения катастрофических природно-техногенных процессов, последствия их проявления и превентивные мероприятия по их снижению, инженерная защита территорий, зданий и сооружений».

Результаты анализа изменений параметров ледового режима и факторов, его определяющих соответствует пункту 12 паспорта специальности 1.6.21 – «Геоэкология»: «Оценка состояния водного режима территорий и геоэкологические последствия его изменения в связи с изменениями климатических параметров. Геоэкологический анализ влияния регулирования речного стока на водные, прибрежно-водные и наземные экосистемы и обоснование путей сохранения и восстановления водных и наземных экосистем».

Созданная автором база геоданных и геоинформационная система «Ледовый режим южных морей России», а также комплект ледовых карт Азовского и Каспийского морей, разработанный для специализированного обеспечения безопасности морских операций в ледовый период соответствует пункту 16 паспорта специальности 1.6.21 – «Геоэкология»: «Моделирование геоэкологических процессов и последствий хозяйственной деятельности для природных комплексов и их отдельных компонентов. Современные методы геоэкологического картирования, ГИС-технологии и информационные системы в геоэкологии».

### **Замечания**

По тексту автореферата и диссертационной работы следует отметить следующее:

1. Типизация зим по суровости на основе суммы среднемесячных величин температуры воздуха недостаточно обоснована. В большинстве работ для критериев типа зим используется накопленная сумма среднесуточных отрицательных температур воздуха за ледовый сезон.
2. В работе приводится 5 типов ледовых сезонов на основе продолжительности ледового сезона. На наш взгляд, этого недостаточно, в данном случае не учтен важный показатель – число дней со льдом. Например, для Азовского моря за ледовый сезон часто наблюдается несколько очищений акватории ото льда. Продолжительность ледового

сезона может быть аномальной по длительности, а число дней со льдом невелико, меньше 1 – 2 недель.

3. В тексте автореферата указывается, что температура воздуха в районах морей растет с середины 1970-х, при этом режимный сдвиг параметров ледового сезона, произошел после 1990 г, в таблице 3 отсутствует период 1980 – 1990 гг., какие характеристики ледовых условий были в это десятилетие.

4. По результату работ автором были «построены карты вероятности встречи льда и припая для современного периода 2000-2020 гг.». Следовало карты строить за последний период WMO 1990 – 2020 гг., а также рассчитать и привести количественные характеристики трендов уменьшения ледовитости морей.

### **Заключение**

Несмотря на высказанные замечания работа оставляет положительное впечатление. Содержащиеся в отзыве замечания не относятся к основному содержанию работы и не снижают значимости полученных соискателем результатов исследования, а диссертационная работа заслуживает высокой оценки.

Диссертация А.А. Магаевой выполнена на достаточно высоком научно-методическом уровне и является законченной научной работой, в которой получены важные результаты в области исследования многолетней динамики ледового режима и опасных ледовых явлений Азовского и Каспийского морей с позиции безопасности природопользования в регионе. Достоверность полученных результатов по характеристикам ледового режима обеспечивается использованием большого объема данных из достоверных источников (более 10 источников). Результаты исследования имеют важное практическое значение для развития морских исследований, посвященных изучению ледового режима южных морей России. Работа является законченным исследованием с большим потенциалом практического применения. Фактически создан инструмент, позволяющий пользователю ГИС формировать по своим запросам Бюллетень состояния ледового режима Азовского и Каспийского морей за любой выбранный период времени.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые оригинальные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Работа А.А. Магаевой заслуживает положительного заключения, а ее автор достойна присвоения ей ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21 – «Геоэкология».

Отзыв на диссертацию и автореферат А.А. Магаевой рассмотрен и одобрен на общенинститутском семинаре Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» протокол от 26 января 2023 г.

Ответственный за отзыв ведущей организации:

Заместитель директора, кандидат физико-математических наук,

Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова»

Землянов Игорь Владимирович.

Даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их обработку.

Дата «1» марта 2023 г.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова»

119034, г. Москва, Кропоткинский пер., д. 6, стр. 1

+7 (499) 246-72-88, adm@oceanography.ru

Подпись сотрудника ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова» И.В. Землянова удостоверяю.



Ученый секретарь ФГБУ

«Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова»

Л.П. Остроумова