

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной  
деятельности ФГАОУ ВО  
«Казанского (Приволжского)  
федерального университета»

Д.г.-м.н., профессор  
Нургалеев Д.К.

30 апреля 2021 г.



**Отзыв**

**ведущей организации на диссертацию Наурозбаевой Жанар Куанышевны  
«Влияние изменения климата на ледовый режим Северного Каспия»  
представленную на соискание ученой степени кандидата географических  
наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология,  
агрометеорология**

#### **Актуальность темы выполненной работы**

Мощность и подвижность ледового покрова северной акватории Каспийского моря оказывает влияние как на хозяйственную деятельность региона, так и на его экологическую ситуацию в целом. В связи с продолжающимся глобальным потеплением климата происходят заметные изменения характеристик ледового покрова, что необходимо учитывать в интересах устойчивого развития прибрежных государств. Поэтому исследования, направленные на мониторинг и прогноз состояния ледового покрова Северного Каспия являются актуальными.

#### **Цель и предмет исследования**

Оценка влияния изменений климата на ледовый режим Северного Каспия с использованием данных наблюдений и результатов моделирования будущих изменений климата, согласно проекта СМIP5.

#### **Задачи и материал исследования**

Основными задачами исследования явились: оценка изменений характеристик ледового режима с использованием статистических методов обработки временных рядов; поиск взаимосвязей между показателями ледового режима и индексами атмосферной циркуляции; разработка методики краткосрочного прогноза ледового режима Каспия и модельная оценка характеристик ледового режима до конца 21 века.

В качестве основных материалов исследования использовались многолетние ряды наблюдений за температурой воздуха и воды, данные о характеристиках

ледового покрова, ветрового режима и атмосферной циркуляции в период с 1882 по 2019 гг.

### **Научная и практическая значимость полученных результатов**

Разработана методика комплексной оценки региональных климатических изменений и показателей ледового режима Северного Каспия, позволившая получить объективную оценку динамики ледового покрова в зависимости от метеорологических и циркуляционных факторов. Разработана методика краткосрочного прогноза нарастания толщины льда в северо-восточной части Каспия и получены будущие характеристики ледового режима на базе ансамбля климатических моделей проекта CMIP5.

В оперативной практике Казгидромета используется методика прогноза суточной толщины льда, результаты работы по оценке климатических характеристик ледового покрова могут быть использованы в различных отраслях экономики.

### **Научная новизна исследований**

В процессе исследования впервые установлен период (1988-1989 гг.) перехода характеристик ледового режима Северного и Среднего Каспия от одного стационарного режима к другому. Выявлена роль атмосферной циркуляции в изменчивости характеристик ледового покрова и разработана методика краткосрочного прогноза нарастания толщины льда.

Впервые дана оценка будущих изменений характеристик климата региона и ледового покрова Северного Каспия до конца XXI века на базе ряда апробированных моделей проекта CMIP5.

Степень достоверности результатов представленной работы подтверждается в докладах на многочисленных международных и всероссийских конференциях, в 20 печатных работах, включая 2 статьи в журналах из списка ВАК РФ, внедрением результатов диссертационного исследования в производство.

### **Структура, содержание и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, 5-и глав, заключения, перечня сокращений и условных обозначений, списка литературы. Объем работы составляет 138 страниц, в том числе 27 рисунков и 19 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 136 наименований, в том числе 23 иностранных.

Во введении автором обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, определены положения, выносимые на защиту, отмечена новизна, научная и практическая значимость исследовательской работы.

В первой главе представлены необходимые сведения об объекте исследования и исходной информации. Здесь дано развернутое на основании литературных источников физико-географическое описание Каспийского моря, его

ледового режима, представлены сведения о региональной базе данных о состоянии воздушной среды и ледового покрова за многолетний период.

Замечание к главе 1: на странице 28 приводятся погрешности расчетов температуры воздуха по данным метеостанций, но не указывается размерность показателей.

Глава 2 посвящена оценке климатических изменений характеристик ледового режима. В начале главы изложена методика исследования временных рядов, рассмотрен ряд статистических моделей: стационарная модель, модель линейного тренда, модель ступенчатых изменений. Главное внимание в этой главе уделено исследованию временных изменений максимальной толщины льда на Северном Каспии с учетом степени суровости зим, показано, что северо-западная часть акватории Каспийского моря оказалась наименее восприимчивой к потеплению климата. Выявилось, что по данным стационарных станций и спутниковых наблюдений площадь льда уменьшается, кроме того, уменьшается и период ледостава, что подтверждается динамикой дат ледового режима.

Замечания к главе 2:

1. В разделе 2.1 излагается методика исследования без ссылок на первоисточники (рассматриваются 3 модели). Лишь в конце раздела приводятся ссылки [31, 37, 60-61] на частное утверждение.

2. Насколько обоснована аппроксимация временных рядов максимальных толщин льда на рис. 2.1 (стр. 37) моделью ступенчатых изменений при наличии многочисленных пропусков в них.

В третьей главе дана оценка климатических изменений основных факторов ледового режима – температуры воздуха, направления скорости ветра, атмосферных осадков и форм W, C, E атмосферной циркуляции по классификации Вангенгейма-Гирса. Показано, что сумма отрицательных температур воздуха в зимний период на исследуемой территории по данным метеостанций уменьшается, что приводит к уменьшению скорости нарастания льда, зимы в среднем перешли из разряда суровых в разряд умеренных. Заметно изменился ветровой режим в регионе: увеличилась повторяемость ветров западного и южного направлений в марте и ноябре, а скорость ветра уменьшилась на 2-3 м/с. С использованием данных 15 станций в период 1970-2016 гг. исследован режим осадков, выявлено, что период 1970-1980-ых годов оказался засушливым, а период 1990-х и 2015-2016 гг. наиболее увлажненным. Анализ форм атмосферной циркуляции Вангенгейма-Гирса за длительный период позволил проследить за динамикой числа дней с той или иной формой циркуляции и сделать вывод о влиянии атмосферной циркуляции на температурный режим и состояние ледового покрова.

Замечания к главе 3:

1. На стр. 53 приводятся данные о суммах отрицательных температур без учета знака «-» ( $\Sigma T=700-400$  и т.п.).

2. На рис. 3.6 (стр. 66) наблюдается разницей в обозначениях («отклонения», «отклонение»).

3. Название раздела 3.4 «Показатели циркуляции атмосферы» не конкретно. Формы циркуляции атмосферы W, C, E характеризуют Атлантико-Европейский сектор Северного полушария, а не рассматриваемый регион. Желательно было бы рассчитать коэффициенты корреляции между температурой воздуха и числом дней с типами циркуляции. Более того, между индексом SCAND и температурой воздуха в рассматриваемом регионе зимой устанавливаются тесные связи (отрицательные), что усилило бы выводы о роли атмосферной циркуляции.

В главе 4 представлена разработанная автором методика краткосрочного прогноза нарастания толщины льда для Северного Каспия. Исследования проводились в период с 2007 по 2018 гг. по данным 2-х станций: Пешной и Жанбай как наиболее репрезентативных. В качестве наиболее информативного предиктора рассматривалась сумма отрицательных температур воздуха от даты устойчивого перехода через 0°C до даты максимальной толщины льда. В этой главе дано подробное описание методики суточного прогноза толщины льда, ее эффективности и оправдываемости выполненных прогнозов. Показано, что оправдываемость суточных прогнозов нарастания льда в среднем составляет 89-90%, трехсуточных – 67%, среднесуточных 55-56%. Таким образом, проверка метода на зависимом и независимом материалах показала его эффективность для краткосрочного прогноза нарастания толщины льда.

Замечания к главе 4:

1. В названии раздела 4.2 «Методика прогноза нарастания льда» пропущено слово «толщины».

2. Не понятно выражение на стр. 76 «сумму отрицательных температур можно представить в виде двух составляющих: средняя температура за зимний период и число дней с началом ледостава...».

В главе 5 представлена оценка будущих максимальных толщин льда с использованием 10 отобранных климатических моделей из проекта CMIP5. В начале анализировались результаты моделирования температуры воздуха в период 1850-2005 гг., а затем рассматривались ее будущие значения до конца XXI века, смоделированные с учетом 3-х сценариев: RCP 2,6; 4,5; 8,5. Оценка показала, что наиболее эффективными климатическими моделями являются модели Hadley, INM и CNRM. С их помощью рассчитывались сценарные значения средних многолетних температур 3-х зимних месяцев для 3-х периодов: 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 гг., сумм отрицательных температур на акватории Каспия и в конечном счете получена оценка максимальных толщин льда. Представлен критический анализ будущего состояния ледового режима Северного Каспия, полученного по модельным данным.

Замечания к главе 5:

1. Материал о климатических сценариях (стр. 90-98) можно сократить, так как все это хорошо известно.

2. На стр. 98 название раздела 5.2 «Методика и модели климата». Желательно это название конкретизировать.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы, полученные автором диссертации.

Замечания к выводу 4 заключения (стр. 119). В тексте работы в разделе 3.2 нет строгого доказательства взаимосвязи изменения направления ветра с показателями атмосферной циркуляции. Далее «Увеличилось ступенчато суммарное число дней формы циркуляции W...». Это выражение желает улучшения. В списке литературы не все источники оформлены по ГОСТу.

Автореферат диссертации полностью отражает содержание работы. Диссертационное исследование Ж.К. Наурузбаевой «Влияние изменения климата на ледовый режим Северного Каспия» является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной проблемы, а ее прикладные результаты (мониторинговые и прогностические) используются на практике. Работа соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

Отзыв подготовлен доктором географических наук, профессором Переведенцевым Ю.П., обсужден и утвержден на заседании кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Института экологии и природопользования Казанского (Приволжского) федерального университета 22 апреля 2021 г., протокол № 8.

И.о. заведующего кафедрой метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, кандидат географических наук, доцент

Мирсаева Надежда Александровна

