

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор
по научной деятельности КФУ

д.ф.-м.н., профессор

Гакрский Д.А.

«26» 2026 г.



Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу

Масловой Вероники Николаевны «Изменение циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе под влиянием естественных и антропогенных факторов», представленную на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате

Актуальность темы. Проблема оценки антропогенной и естественной составляющих в изменениях современного климата остается весьма актуальной ввиду ее сложности и неопределенности. Как известно, в климатической системе наиболее активно взаимодействуют между собой две компоненты – атмосфера и океан. При этом атмосфера получает от океана 75-80% своих тепловых ресурсов, том числе и за счет циклонической активности, роль которой в погодно-климатических процессах умеренных широт весьма велика. Вопросам исследования циклонической активности разной интенсивности с учетом ее временных изменений на различных временных масштабах для Черноморско-Средиземноморского региона и посвящена настоящая работа. Актуальность исследования не вызывает сомнений – комплексный подход к проблеме позволил установить основные закономерности в циркуляционных процессах в регионе на фоне макромасштабных, использовать методы нейросетевого моделирования для ретроспективного прогноза интенсивных циклонов до 6 месяцев и решить ряд прикладных задач для Черноморского региона.

Цель данной работы. Основной целью исследования является установление закономерностей пространственно-временной изменчивости аномалий циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе и их прогноза с учетом взаимодействия в системе океан-атмосфера. Для ее достижения в работе поставлены следующие основные задачи:

- 1) Получить новые знания о климатических особенностях естественной и антропогенной изменчивости циклонической активности.
- 2) Установить закономерности межгодовой-междесятилетней изменчивости характеристик циклонической активности разной интенсивности в Черноморско-Средиземноморском регионе в связи с глобальными климатическими процессами.
- 3) Показать возможность сезонного прогнозирования изменчивости аномалий среднемесячной частоты интенсивных циклонов в исследуемом регионе на основе нейросетевого моделирования.
- 4) Получить оценки наиболее вероятных изменений циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе под влиянием антропогенного потепления до конца XXI века на основе современных глобальных климатических моделей.
- 5) Выявить региональные особенности временной изменчивости ветро-волновых аномалий, урожайности агрокультур и рекреационной привлекательности курортов в связи с установленными закономерностями климатических аномалий циклонической активности.

Научная новизна. В диссертации впервые исследованы основные закономерности изменчивости циклонической активности разной интенсивности с учетом глобальных климатических сигналов на масштабах от межгодового до междесятилетнего и ее ретроспективного сезонного прогноза на основе нейросетевого моделирования, а также представлены оценки изменения циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе до конца 21 века с использованием ансамбля моделей проекта CMIP6.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Защищаемые положения и выводы, представленные в диссертации, соответствуют поставленным в ней цели и задачам. В качестве методов обработки данных о параметрах циклонов выбраны апробированные статистические методы, для ретроспективного прогноза циклонической активности использовались подходы нейросетевого моделирования, а для прогноза циклонической активности в регионе до конца 21 века использовался ансамбль моделей проекта CMIP6. Научные положения защищаемые в работе логичны и обоснованы, они включают в себя, как пространственно-временные закономерности распределения циклонической активности, так и физические механизмы, определяющие их динамику. Выводы работы базируются на результатах анализа обширного материала о циклонической активности и теоретических положениях взаимодействия атмосферы и океана, роли атмосферных циркуляционных осцилляций.

Достоверность результатов и выводов, полученных в диссертации подтверждается использованием в ней фундаментальных научных положений физической климатологии и

океанологии, теории общей циркуляции атмосферы и климата, а также оценкой статистической значимости результатов расчетов по большим массивам многолетних наблюдений параметров циклонов с использованием современных методов математической статистики за длительный период с 1948 по 2017 гг.

Структура диссертации. Представленная В.Н. Масловой работа состоит из введения, 6 глав и заключения. Список использованной литературы насчитывает 487 наименований. Объем работы составляет 370 страниц текста, включающего 89 рисунков, 20 таблиц и Приложения на 28 страниц.

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.

Глава I посвящена анализу современного состояния исследований изменений глобального и регионального климата по литературным источникам с целью установления влияния естественных и антропогенных факторов на циклоническую активность. Главное внимание уделено методике расчета параметров циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе. Дана оценка степени достоверности определения центров циклонов по методике М.Ю. Бардина с использованием данных реанализов. Указаны границы трех регионов – Черноморского, Западного и Восточного Средиземноморья, для которых выполняется статистический анализ временных рядов параметров циклонов (сумма дней с циклонами, глубина, интенсивность, площадь, частота глубоких циклонов). Указано, что для оценки проекций циклонической активности до конца 21 века использовался ансамбль климатических моделей проекта CMIP6. Показано, что использование данных глобальных реанализов и апробированных методик исследования циклонических процессов обеспечивает надежность и достоверность полученных в работе результатов.

Во II главе представлены результаты комплексного анализа за длительный период (1948-2017 гг.) пространственно-временной изменчивости ряда характеристик циклонической и антициклонической активности в Черноморском, Западном и Восточном Средиземноморье. Показано, что антициклонические условия характеризуются большей длительностью периодов, а циклонические условия большей интенсивностью. При этом обнаружена связь антициклонических и циклонических условий с фазами Тихоокеанской декадной осцилляции (ТДО). Сравнение годового хода интенсивных и экстремальных циклонов по регионам показало, что между ними существуют значительные различия. Так, максимальная повторяемость циклонов в Средиземноморском районе приходится на зиму, а в Черноморском на весну и др. Выявлены значимые линейные тренды для ряда

характеристик циклонов (повторяемости, площади, глубины (интенсивности). Обнаружена связь частоты глубоких циклонов с крупномасштабными циркуляционными осцилляциями – САК и ЭНЮК: в их многолетнем сезонном ходе преобладает межгодовой масштаб на периодах 2-7 лет. В Черноморском регионе проявилась связь зимних интенсивных циклонов на длительных промежутках времени (20-30 лет) с АМО и ТДО.

В III главе циклонические процессы рассматриваются на обширной территории всего Атлантико-Европейского региона, что позволило изучить естественную межгодовую-междесятилетнюю изменчивость циклонической активности с учетом влияния основных циркуляционных мод: Восточного Атлантического колебания, колебания Восточная Атлантика – Западная Россия и Скандинавского колебания. Предварительно были получены разложения параметров североатлантических циклонов на 3 ведущие моды ЭОФ. Каждая из 3-х мод разложения на ЭОФ параметров зимних циклонов в Атлантико-Европейском районе связана с определенным типом циркуляционной моды. Исследование показало также, что для межгодового масштаба, связь 3-х ведущих мод ЭОФ параметров североатлантических циклонов с основными глобальными климатическими процессами (7 межгодовых сигналов) весьма значительна. Так, суммарный вклад комплекса глобальных климатических процессов объясняет более 80% дисперсии первой моды частоты циклонов, более 60% - первой моды глубины и площади циклонов и более 50% дисперсии второй и третьей моды частоты циклонов.

Исследование процессов на междесятилетнем масштабе показано, что циклоническая активность в Черноморско-Средиземноморском регионе усиливается в положительную фазу Атлантической мультидекадной осцилляции и в отрицательную фазу Тихоокеанской декадной осцилляции, что обусловлено смещением на юг североатлантических шторм-треков и струйного течения. При отрицательной фазе ТДО региональные проявления в циклонической активности более значительны, чем во время положительной фазы АМО, что обусловлено со смещением на юг западного атмосферного переноса из Северной Атлантики в Средиземное море.

В главе IV выполнен обстоятельный анализ закономерностей проявлений основных глобальных климатических процессов Северного полушария межгодового и междесятилетнего масштабов в циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе. Выявлена зависимость межгодовых колебаний в частоте циклонов от Арктического колебания, причем в положительную фазу этого колебания происходит формирование шторм-трека южной ветви североатлантических циклонов к западу-юго-западу от Средиземного моря. В главе представлен последовательный анализ результатов отклика параметров циклонов от воздействия различных циркуляционных мод

в зависимости от сезонов и местоположения в Черноморско-Средиземноморском регионе. Так, региональные отклики на типы событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья в частоте интенсивных циклонов в регионе наиболее выражены весной и осенью. При этом реакция параметров в Черноморском регионе, Западном и Восточном Средиземноморье различная при воздействии различных типов Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Колебания АМО и ТДО проявляют себя в десятилетних-междесятилетних колебаниях параметров циклонов. В частности показано, что в отрицательную фазу ТДО частота циклонов в январе-марте возрастает вдвое в центрах циклогенеза и над Анатолийским полуостровом по сравнению с положительной фазой. При смене фаз АМО также меняется частота циклонов в районах Средиземноморья. Оценен вклад основных климатических сигналов в частоту циклонов в зимне-весенний период и в среднегодовые значения (60-75% дисперсии).

В главе V представлены интересные прогностические результаты циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе, полученные с помощью 2-х подходов. В первом случае с использованием модели на основе искусственных нейронных сетей и комплекса глобальных климатических сигналов в качестве предиктора выполнено для периода 2007-2019 гг. ретроспективное сезонное прогнозирование среднемесячной частоты интенсивных циклонов с сентября по май с заблаговременностью 2, 4, 6 месяцев. Оценка моделирования по контрольной выборке подтвердила высокое качество полученных результатов (коэффициент корреляции $r=0,7-0,95$). В этой главе также исследовались возможные сценарии поведения циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском районе до конца 21 века. Расчеты выполнялись для 3-х 15-летних периодов (2000-2014 гг., 2043-2057 гг., 2086-2100 гг.) с использованием ансамбля семи моделей проекта CMIP6. Показано влияние изменений климата на циклоническую активность, что сказалось на изменении среднего количества циклонов в указанные 15-летние периоды. В частности, ожидается понижение зимней циклонической активности в конце века в исследуемом регионе. Кроме того, спрогнозированы траектории движения североатлантических циклонов и траектории циклонов над Западным и Восточным Средиземноморьем.

В заключительной VI главе рассмотрены прикладные аспекты региональных особенностей циклонической активности на Черноморском побережье России. Выявлена связь географического положения глубоких циклонов с типами интенсивных штормов в северной части Черного моря, что важно учитывать для обеспечения безопасности судоходства, установлена зависимость урожайности агрокультур на Крымском полуострове от сезонного характера циклоничности, обусловленного сменой типов циркуляционных осцилляций в Северном полушарии. Для курортного региона

представляют интерес выводы автора по динамике биоклиматических индексов, используемых для оценки лечебно-рекреационного потенциала природной среды.

В разделе Заключение сформулированы основные выводы, полностью отражающие основные результаты диссертационной работы, которые были опубликованы в отечественных и зарубежных журналах.

Автореферат диссертации полностью соответствует тексту диссертационной работы.

Замечания к диссертационному исследованию:

1. Во введении на стр. 9-10 представлены Положения, выносимые на защиту. Желательно было бы в п. 2 конкретизировать понятие основных сигналов в системе океан-атмосфера. Это циркуляционные колебания?
2. В п. 2.1 рассматривается циклоническая и антициклоническая активность в Черноморском регионе, где на рис. 2.1 (стр. 68) представлены весьма интересные результаты по эволюции сглаженных рядов индекса циклоничности в период 1948-2005 гг. Вопрос: почему ряд не продлен до 2017 г.?
3. Как известно, усиление циклонической деятельности приводит к резкому изменению состояния облачного покрова, как регулятора притока тепла в системе океан-атмосфера. Почему в работе не учитывается этот фактор?
4. В прикладной 6-й главе правильно указывается, что лечебно-рекреационный потенциал климата формируется совместным воздействием ряда метеовеличин, однако расчеты выполнены лишь для эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ). Желательно было бы выполнить расчеты для универсального индекса теплового комфорта UTCI, который учитывает большее количество параметров. Кроме того, в автореферате (рис. 9 стр. 24) представлены сведения о ходе ЭЭТ в Ялте, а в главе 6, этого рисунка нет.
5. Число технических замечаний невелико (стр. 17, 69, 161, 256, 262, 318), которые сводятся к мелким грамматическим погрешностям.

Заключение

В.Н. Масловой выполнено фундаментальное исследование циклонической деятельности в Черноморско-Средиземноморском регионе имеющее большое научное и практическое значение. Оно может быть использовано и в университетах страны при подготовке гидрометеорологов при чтении курсов по синоптической метеорологии, теории общей циркуляции атмосферы и климата.

Работа аккуратно оформлена, выводы представлены в конце каждой главы, много иллюстраций, что помогает лучше воспринимать текст.

Диссертация является законченным научным исследованием, посвященным изучению изменений циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе под влиянием естественных и антропогенных факторов. Она соответствует требованиям пунктов 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к соискателям ученой степени доктора наук, а ее автор, Маслова Вероника Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате.

Отзыв подготовлен доктором географических наук, профессором Переведенцевым Ю.П., обсужден и утвержден на заседании кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Института экологии, биотехнологии и природопользования Казанского (Приволжского) федерального университета (протокол №10 от 24.02.2026 г.).

Заведующий кафедрой метеорологии,
климатологии и экологии атмосферы,
кандидат географических наук, доцент

Мирсаева Надежда Александровна

Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18,
тел. 8 (843) 233 74 00, public.mail@kpfu.ru
<https://kpfu.ru/>

