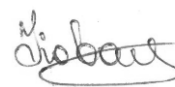


На правах рукописи



Коваленко Ольга Юрьевна

**АНТИЦИКЛОНИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА
ВОЗДУХА В ЧЕРНОМОРСКО-СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ В СВЯЗИ
С ГЛОБАЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В СИСТЕМЕ ОКЕАН-АТМОСФЕРА**

Специальность 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Москва – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Институт природно-технических систем».

**Научный
руководитель**

Воскресенская Елена Николаевна,
доктор географических наук, профессор, Институт
природно-технических систем, зам.директора по
научной работе

**Официальные
оппоненты**

Нестеров Евгений Самойлович,
доктор географических наук,
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Гидрометеорологический научно-исследовательский
центр Российской Федерации», заведующий отделом

Зверьев Игорь Иванович,
доктор географических наук,
Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН,
главный научный сотрудник

**Ведущая
организация**

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Институт глобального климата и экологии имени
академика Ю.А. Израэля Федеральной службы по
гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
и Российской академии наук» (ФГБУ «ИГКЭ
Росгидромета и РАН»)

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2018 г. в _____
часов на заседании диссертационного совета Д 002.046.04 на базе Института
географии РАН по адресу: 119017, Москва, Старомонетный пер., д. 29

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Института
географии РАН: <http://igras.ru/defences>

Автореферат разослан «_____» _____ 2018 г.

Отзывы на автореферат (в электронном виде и на бумажных носителях в двух
экземплярах, заверенные печатью) просим направлять по адресу: 119017
Москва, Старомонетный пер., 29, учёному секретарю диссертационного совета
«Д 002.046.04». Факс: (495) 959- 00-33, e-mail d00204604@igras.ru

Учёный секретарь диссертационного совета
кандидат географических наук



И.С. Зайцева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность.

Внетропические антициклоны являются интегральными характеристиками как глобального, так и регионального климата. Исследованию антициклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе (ЧСР) в XX – начале XXI вв. посвящено недостаточно большое количество работ, в отличие от изучения циклонической активности. Однако именно с антициклонами связаны наступление экстремальных температурных условий и дефицит осадков. Ярким примером служат аномальные погодные условия летом 2017 года на юге России, включая Черноморское побережье. При этом норма температуры воздуха была превышена на 2 – 3°C. Такие температурные аномалии обусловлены интенсификацией Азорского антициклона. Во многих странах Европы эти аномалии сопровождались человеческими жертвами, а также увеличением числа и площади природных пожаров [<https://wwis.meteoinfo.ru/novosti/>].

В последние десятилетия отмечаются значительные изменения средних и экстремальных гидрометеорологических величин [IPCC, 2007, 2013; Оценочный доклад, 2008, 2014], которые связаны с влиянием крупномасштабных климатических процессов в системе океан-атмосфера. Среди них чаще рассматривают Североатлантическое колебание (САК), Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК), Тихоокеанскую декадную (ТДО) и Атлантическую мультидекадную (АМО) осцилляции. Влияние САК на межгодовую изменчивость отдельных климатических характеристик Европейского региона к настоящему времени исследовано многими авторами [например, Воскресенская и Полонский, 1992; Zveryaev and Gulev, 2009; Нестеров, 2013]. Что касается ЭНЮК, то в течение последних десятилетий в научных кругах продолжаются дискуссии относительно его проявлений в Европейском регионе в связи с неоднозначностью выводов разных авторов [Polonsky and Voskresenskaya, 1998; Mariotti et al., 2002; Horii and Hanava, 2004; Rodriguez-Fonseca et al, 2016]. Исследования проявлений ТДО и АМО в изменениях атмосферных образований относятся в большей степени к параметрам циклонов [Mokhov et al., 1995; Полонский, 2008; Voskresenskaya and Maslova, 2011]. В то же время до сих пор не получены комплексные оценки закономерностей межгодовых-междесятилетних изменений антициклонической активности и экстремальной температуры воздуха (ЭТВ) в ЧСР в связи с крупномасштабными процессами в системе океан-атмосфера.

Цель и задачи исследования.

Целью диссертационной работы является комплексное исследование закономерностей изменения характеристик антициклонической активности и экстремальной температуры воздуха в Черноморско-Средиземноморском регионе, обусловленных глобальными процессами в системе океан-атмосфера.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

- изучить типичные характеристики параметров антициклонической активности и ЭТВ, их линейные тренды в исследуемом регионе, а также оценить будущие изменения параметров ЭТВ на средне- и долгосрочную перспективу XXI века по сезонам и месяцам;
- установить закономерности межгодовых изменений параметров антициклонической активности и ЭТВ в ЧСР по сезонам и месяцам под влиянием САК и событий Эль-Ниньо с учетом их классификации;
- выявить особенности десятилетних-междесятилетних изменений параметров антициклонической активности и ЭТВ в исследуемом регионе по сезонам и месяцам, обусловленных влиянием ТДО и АМО.

Используемые данные и методы исследования, степень достоверности результатов.

В работе для анализа привлекались 4-х срочные (00, 06, 12, 18 UTC) и среднесуточные данные реанализов NCEP/NCAR и 20CR о геопотенциальной высоте на поверхностях 1000 и 500 гПа, среднесуточные данные наблюдений за температурой воздуха, массивы среднемесячных индексов САК, ТДО и АМО в период с середины XX по начало XXI века, а также данные глобальной климатической модели GFDL-CM3 о среднесуточной температуре воздуха в XX – XXI вв.

Параметры антициклонов (частота, высота и площадь) в ЧСР выделялись с помощью методики М.Ю. Бардина [Бардин, 1995]. Идентификация блокирующих антициклонов и расчет их параметров (частота, число дней с условиями блокирования, количество блокингов) основана на использовании индекса Тибалди-Молтени, модифицированного в работе [Scherrer et al., 2006]. Для определения характеристик ЭТВ привлекались индексы, основанные на оценке уровня процентильных порогов: величины 5-го и 95-го процентиля внутрисезонных аномалий среднесуточной температуры воздуха [Бардин и Платова, 2013] и количество дней с экстремальной температурой воздуха [<http://etccdi.pacificclimate.org/>].

Изучение изменений и изменчивости антициклонической активности и ЭТВ в ЧСР проводилось с помощью хорошо известных, неоднократно апробированных методов статистического анализа пространственно-временных рядов, включая дисперсионный, корреляционный, регрессионный и композитный.

Достоверность полученных результатов обеспечивалась использованием данных за достаточно длительный период времени, применением надежных статистических методов и оценкой статистической значимости, а также путем сопоставления их с выводами других авторов.

Научная новизна.

- Впервые на основе данных наблюдений и реанализа NCEP/NCAR проведено комплексное исследование климатических характеристик параметров антициклонической активности и ЭТВ, а также их линейных трендов в период с середины XX по начало XXI века. Изучены особенности их распределения с учетом сезонов и месяцев. Выявлено, что частота

антициклонов в Черноморском регионе и западной части Средиземноморья характеризуется положительными линейными трендами в зимний сезон и отрицательными в летний. Показано, что линейные тренды частоты барических систем высокого давления в восточной части Средиземноморья отрицательны во все сезоны. Линейные тренды частоты блокирующих антициклонов на севере Черноморского региона отрицательны зимой и летом. Величины 95-го перцентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха и количество дней с ЭТВ в летний сезон характеризуются положительными трендами на протяжении всего анализируемого периода. Оценки проекций характеристик ЭТВ в Черноморском регионе в XXI в. показали, что к середине и к концу XXI века пороговые величины ЭТВ и повторяемость экстремумов заметно возрастут.

– Впервые исследована связь параметров антициклонической активности и ЭТВ в ЧСР с климатическими процессами межгодового масштаба. Показано, что влияние САК на параметры антициклонов и блокирующих антициклонов в ЧСР наиболее ярко выражено в зимний сезон. Получено, что корреляционная связь этого климатического процесса с характеристиками ЭТВ в Черноморском регионе зимой отрицательна. Установлено, что события Эль-Ниньо сопровождаются значимыми аномалиями антициклонической активности и температуры воздуха в ЧСР по сравнению с неаномальными годами. При этом проявления событий Эль-Ниньо разных типов в холодный период года различаются как по знаку аномалий параметров антициклонов, так и по количеству блокирующих антициклонов и величинам 5-го перцентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха.

– Впервые количественно оценены проявления климатических процессов десятилетнего-междесятилетнего масштаба в параметрах антициклонической активности и ЭТВ. Выявлено, что положительная фаза ТДО в холодный период года характеризуется увеличением частоты антициклонов в Черноморском регионе и числа дней с условиями блокирования над югом Европы, а также уменьшением частоты экстремально низких температур воздуха преимущественно во всем Черноморском регионе. Установлено, что положительная фаза АМО в зимний сезон характеризуется увеличением частоты антициклонов в восточной части Средиземноморья и повторяемости экстремально низкой температуры в Черноморском регионе.

Теоретическое и практическое значение полученных результатов.

В диссертационной работе получены новые фундаментальные результаты и уточнены имеющиеся знания о характеристиках антициклонической активности и ЭТВ в ЧСР, которые могут стать основой для совершенствования теории климата, долгосрочных прогнозов погоды и современного климатического описания исследуемого района.

Полученные в диссертационной работе оценки типичных параметров антициклонической активности и ЭТВ в ЧСР, их тенденции и закономерности изменения на межгодовом, десятилетнем и междесятилетнем масштабах могут быть использованы для решения многих прикладных задач. В частности, они

важны при перспективном планировании деятельности заинтересованных министерств и ведомств, в том числе, и для устойчивого развития аграрного комплекса Юга России и рекреационного потенциала Черного и Средиземного морей. Результаты диссертационной работы будут применены для усовершенствования учебных курсов географического и гидрометеорологического профиля в ВУЗах России.

Теоретическая и практическая значимость работы подтверждается и тем, что диссертационные результаты были получены в рамках выполнения государственных научных программ, тем НАН Украины и РАН, а также ряда **национальных исследовательских и прикладных проектов:**

– ГР № 0113U001324 «Проведение пространственной оценки степени благоприятности будущих климатических условий для продуктивности основных зерновых культур и лесных насаждений» (2013 г.);

– № Н/24-2013 «Изменчивость параметров взаимодействия океана и атмосферы, и океанографических характеристик Южного океана, включая прибрежные районы Антарктики в связи с глобальными климатическими процессами» (2013 г.);

научных грантов РФФИ:

– № 14-45-01517 р_юг_а «Исследование закономерностей формирования погодно-климатических аномалий в прибрежных районах западного Крыма, включая Севастопольский регион, под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера десятилетнего-междесятилетнего масштабов» (2014 г.);

– № 14-45-01579 р_юг_а «Создание научно-обоснованной концепции для разработки модели перспективного планирования размещения виноградных насаждений в Западном предгорно-приморском районе Крыма в условиях изменяющегося климата» (2014 г.);

– № 16-05-00231 А «События Эль-Ниньо и Ла-Нинья: классификация, особенности и проявления в погодно-климатических аномалиях в Черноморском регионе» (2016 – 2018 г.);

– № 16-35-00186 мол_а «Исследование климатических условий Черноморского побережья России в связи с событиями Эль-Ниньо и Ла-Нинья» (2016 – 2017 гг.);

– № 16-35-50044 мол_нр «Исследование изменения характеристик экстремальной температуры воздуха в Причерноморском регионе России» (2016 г.);

гранта, поддержанного РГО:

– № 04/2015-Р «Комплексный анализ природно-климатического потенциала и его будущих изменений на территории Крыма и в прибрежной зоне Черного моря для перспективного планирования устойчивого развития региона» (2015 г.).

Положения, выносимые на защиту:

– Повторяемость антициклонов в Черноморском регионе и западной части Средиземноморья, начиная с середины XX века, увеличивается в зимний сезон

и уменьшается в летний. При этом повторяемость блокирующих антициклонов на юге Европейского региона уменьшается. Величины 5-го и 95-го перцентилей внутрисезонных аномалий температуры воздуха в летний сезон на большей части Черноморского региона возрастают.

– Положительная фаза САК в зимний сезон сопровождается увеличением повторяемости не только антициклонов и блокирующих антициклонов на юге Европы, но и величин 5-го перцентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха в Черноморском регионе. Региональные проявления событий Эль-Ниньо разных типов в холодный период года характеризуется противоположными по знаку аномалиями параметров антициклонов, различиями в количестве блокирующих антициклонов и величинах 5-го перцентиля аномалий температуры воздуха.

– Положительной фазе ТДО в холодный период года соответствует увеличение повторяемости антициклонов в Черноморском регионе, повторяемости блокирующих антициклонов на юге Европы, величин 5-го перцентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха в Черноморском регионе. Положительная фаза АМО в зимний сезон сопровождается увеличением частоты антициклонов в восточной части Средиземноморья и повторяемости экстремально низких температур воздуха в Черноморском регионе.

Личный вклад автора.

В ходе выполнения диссертационной работы автор участвовал в формулировке цели и постановке задач, обсуждении и интерпретации полученных результатов, формулировке выводов, подготовке публикаций в рецензируемых научных изданиях. Автором самостоятельно проводились обработка и анализ данных реанализов и наблюдений с использованием статистических методов. При непосредственном участии автора были оценены климатические характеристики параметров антициклонической активности и экстремальной температуры воздуха, их линейные тренды, а также были установлены основные закономерности изменения изучаемых характеристик под влиянием процессов взаимодействия в системе океан-атмосфера. Полученные результаты исследований лично автором представлялись на многочисленных всероссийских и международных конференциях.

Апробация результатов.

Результаты диссертационной работы докладывались на семинарах Отдела взаимодействия атмосферы и океана МГИ НАН Украины в 2012 – 2014 гг., на Общеинститутском научном семинаре ИПТС и семинарах Лаборатории крупномасштабного взаимодействия атмосферы и океана и изменений климата ИПТС в 2015 – 2017 гг. Кроме этого, полученные результаты были представлены на следующих международных конференциях: международной научной конференции молодых ученых «Ломоносов» (Севастополь, 2013 – 2016 гг.); международной конференции «Актуальные проблемы гидрометеорологии и экологии» (Тбилиси, Грузия, 2013 г.); 13th EMS Annual Meeting & 11th European Conference on Applications of Meteorology (Reading,

United Kingdom, 2013); международной научной конференции «Интегрированная система мониторинга Черного и Азовского морей» (Севастополь, 2013 г.); международной школе-конференции молодых ученых «Изменения климата и окружающей среды Северной Евразии: анализ, прогноз, адаптация» (Кисловодск, 2014 г.); I – IV научно – практической молодежной конференции «Экологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление прибрежной зоной» (Севастополь, 2014 – 2017 гг.); IGCP 610 “From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary” (Baku, Azerbaijan, 2014 – 2015); международной научной конференции «Современное состояние и перспективы наращивания морского ресурсного потенциала юга России» (Кацивели, Крым, 2014 г.); MedCLIVAR2014 Conference (Ankara, Turkey, 2014); международной научной конференции молодых ученых «Современная гидрометеорология: актуальные проблемы и пути их решения» (Одесса, Украина, 2014 г.); International geographical union regional conference: geography, culture and society for our future earth (Moscow, 2015); 19-ой международной школе конференции «САТЕП-2015» (Шепси, Краснодарский край, 2015 г.); международной научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды» (Севастополь, 2015 – 2017 гг.); международной научной конференции и молодежной научной конференции «Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии (Ростов-на-Дону, 2016 г.); XXVII международной междисциплинарной школе-конференции «Человек и природа: Проблемы социоестественных исследований» (Ялта, 2017 г.); III международной конференции «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: экологические вызовы XXI века» (Казань, 2017 г.).

Публикации по теме диссертации.

По теме диссертационной работы опубликовано 17 статей, из них:

- 4 статьи в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России;
- 2 статьи, входящие в наукометрические базы Scopus и Web of Science;
- 4 статьи в изданиях из списка журналов ВАК Украины, которые соответствуют требованиям ВАК Минобрнауки России, согласно п.10 Постановления Правительства РФ от 30 июля 2014 г. № 723 «Об особенностях присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий лицам, признанным гражданами Российской Федерации в связи с принятием в Российскую Федерацию Республики Крым и образованием в составе Российской Федерации новых субъектов – Республики Крым и города федерального значения Севастополя»;
- 7 статей, входящие в наукометрическую базу РИНЦ.

Кроме этого опубликовано 24 тезиса докладов, представленных на конференциях разных уровней.

Объем и структура работы.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 355 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, 4

приложений, и содержит 199 страниц, включая 57 иллюстраций и 13 таблиц в основном тексте, а также 5 иллюстраций и 14 таблиц в приложениях.

Благодарности.

Автор выражает глубокую признательность и искреннюю благодарность своему научному руководителю доктору географических наук, профессору Е.Н. Воскресенской, к.ф.-м.н. М.Ю. Бардину за многочисленные конструктивные консультации, сотрудникам Лаборатории крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы и изменений климата за плодотворное сотрудничество и обсуждение результатов работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **Введении** обосновывается актуальность исследования, сформулированы цель и задачи исследования, приведены используемые данные и методы исследования. В нем также обозначены основные положения, выносимые на защиту, научная и практическая значимость, личный вклад автора и апробация результатов исследования, описана структура работы.

В **Главе 1** представлено описание особенностей географических условий в Черноморско-Средиземноморском регионе. Проанализированы существующие методы идентификации изучаемых климатических параметров. Дан обзор современного состояния изученности антициклонической активности и экстремальной температуры воздуха в Атлантико-Европейском регионе, их долговременных изменений и межгодовой-междесятилетней изменчивости, обусловленной влиянием климатических процессов в системе океан-атмосфера.

Черноморско-Средиземноморский регион (ЧСР) характеризуется сложными географическими условиями и находится в переходной зоне, где изменчивость воздушных масс умеренных и субтропических широт является основным фактором, определяющим климатические условия региона. Для удобства анализа ЧСР был условно разделен на Черноморский регион, западную и восточную части Средиземноморья (рис. 1).

В настоящее время для определения антициклонов исследователями используются адаптированные методы, разработанные и успешно применяемые для идентификации циклонов. Все методы обнаружения блокирующих антициклонов можно разделить на субъективные и объективные [Barriopedro et al., 2010]. При этом в основу последних положен расчет индекса и соблюдение определенных условий. В результате исследователями было разработано большое количество индексов блокирования, различающихся по анализируемым атмосферным характеристикам, пространственным и временным критериям. В связи с этим возникают сложности при сопоставлении результатов полученных разными авторами. Для анализа экстремальных событий научным сообществом разработан список климатических индексов. При этом 17 из них описывают аномалии температуры. Эти индексы ЭТВ предназначены для обеспечения текущего мониторинга изменений в частоте и

интенсивности «умеренных» экстремальных событий и часто используются при решении разных климатических задач.

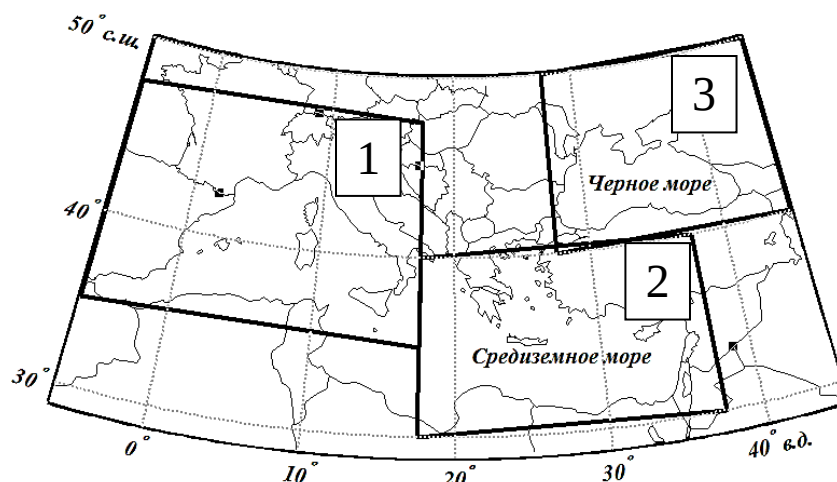


Рисунок 1 –Схематическое изображение границ Черноморско-Средиземноморского региона: (1) – западная часть Средиземноморья, (2) – восточная часть Средиземноморья, (3) – Черноморский регион

Обзор опубликованных оценок изменений барических систем высокого давления для отдельных областей ЧСР показал отсутствие комплексного анализа трендов параметров антициклонов за длительный период. В то же время оценки линейных трендов блокирующих антициклонов сильно различаются по данным разных авторов. Это связано с выбором границ исследуемой территории, продолжительности временных рядов, методики и других факторов [Оценочный доклад, 2014]. Актуальность обнаружения линейных трендов температурных экстремумов на региональном масштабе не вызывает сомнения и объясняется наблюдаемыми изменениями повторяемости экстремальных явлений.

Результаты отечественных и зарубежных публикаций показали ограниченную изученность проявлений межгодовых-междесятилетних климатических процессов системы океан-атмосфера в антициклонической активности и ЭТВ в ЧСР. Влияние САК на антициклоны исследовано только для достаточно крупных регионов [например, Бардин и Полонский, 2005; Zhang et al., 2012] или только для Черноморского региона [Полонский и др., 2007]. При этом до сих пор остаются спорными оценки климатических откликов на Эль-Ниньо, которые полностью отсутствуют для антициклонов, не говоря о проявлении разных типов этих событий. Изучение откликов разных фаз АМО и ТДО в параметрах антициклонов, блокирующих антициклонов и ЭТВ не проводилось, в том числе, для исследуемого региона. На основании анализа современного состояния рассмотренной проблемы выявлена необходимость комплексных исследований изменений и изменчивости параметров антициклонической активности и ЭТВ в ЧСР в связи с влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера.

Глава 2 посвящена описанию использованных в работе данных, контролю их качества и методов идентификации антициклонов, блокирующих антициклонов и определения экстремальности температурных условий.

С использованием данных о геопотенциальной высоте на поверхности 1000 гПа из глобального реанализа NCEP/NCAR выделялись антициклоны за период 1951 – 2014 гг., а на поверхности 500 гПа – блокирующие антициклоны за период 1948 – 2014 гг. Оценка качества указанного массива проверялась путем сопоставления с массивом данных реанализа 20CR (20th Century Reanalysis). Получено, что коэффициенты корреляции между сравниваемыми временными рядами геопотенциальной высоты достигают 0,9 (уровень значимости $\alpha=0,05$). При этом с помощью синоптического метода обнаружено, что оба реанализа достаточно надежно выделяют области высокого давления. Таким образом, показано, что качество исходных данных реанализа NCEP/NCAR позволяет использовать их для решения задач диссертации.

Наиболее достоверными источниками информации о температуре воздуха являются данные наблюдений из проектов Climate Assessment & Dataset (ECA&D), National Climatic Data Center (NCDC), «Расписание Погоды». Обзор доступной информации об этих проектах выявил, что в их базы входят временные ряды данных наилучшего качества, которые предварительно были подвержены проверке. Но все же в них встречаются ошибки. Поэтому в диссертационной работе дополнительно проведены проверка на однородность и тщательный контроль качества этих данных. Получено, что качество анализируемых данных пригодно для решения поставленных в диссертационной работе задач. Основной исследуемый период – с 1950 по 2014 гг., однако для некоторых станций привлекались более длительные временные ряды наблюдений с целью получения точных оценок изменчивости ЭТВ.

Для получения сценарных проекций ЭТВ к середине и концу XXI века использовались данные глобальной климатической модели GFDL-CM3 о средней температуре воздуха за период 1950 – 2100 гг. Приведено обоснование выбора модели. Корректность использования именно этой модели подтверждена сопоставлением модельных временных рядов с данными наблюдений. Дано краткое описание модели.

Для изучения проявлений глобальных климатических сигналов в параметрах антициклонической активности и ЭТВ привлекались среднемесячные индексы САК, ТДО и АМО за период 1948 – 2014 гг.

С целью обнаружения антициклонов и блокирующих антициклонов использовались методика М.Ю. Бардина (1995) и методика расчета индекса Тибалди-Молтени [Scherrer et al., 2006], которые неоднократно апробированы в отечественных и зарубежных публикациях. Первая позволяет рассчитать следующие параметры: частота, высота и площадь антициклонов, а вторая – число дней с условиями блокирования, частота блокирующих антициклонов и их количество. Для сравнимости частоты антициклонов в разных по площади

регионах рассчитанная величина приводилась к 1 км^2 . Необходимо отметить, что частота блокирующих антициклонов является безразмерной величиной.

Определение ЭТВ основано на оценке процентильных порогов, позволяющей рассчитать величины 5-го и 95-го процентилей внутрисезонных аномалий среднесуточной температуры воздуха и количество дней с температурой воздуха ниже 5-го и выше 95-го процентиля. Первая из них позволяет дать описание изменений ЭТВ в терминах функции распределения [Бардин и Платова, 2013]. Методика расчета количества дней с ЭТВ основывалась на использовании индекса экстремальности, разработанного группой экспертов МГЭИК. Поскольку, согласно методике, рассматривается одна и та же часть вероятностного распределения температуры в каждой точке, то данная характеристика позволяет проводить пространственное сравнение полученных результатов.

С помощью описанных массивов и привлеченных методик в работе рассчитывались параметры антициклонов, блокирующих антициклонов и ЭТВ по сезонам и месяцам.

Глава 3 посвящена исследованию климатических характеристик параметров антициклонической активности и ЭТВ, а также их долгосрочных изменений в Черноморско-Средиземноморском регионе. Оценены будущие изменения ЭТВ по результатам численных расчетов климатической модели GFDL-CM3.

В ходе анализа типичных величин исследуемых параметров получены следующие результаты. Максимальные величины годового хода частоты антициклонов в ЧСР приходятся преимущественно на весенние и летние месяцы. При этом весной максимальная величина характерна для восточной части Средиземноморья ($0,13 \times 10^{-6} \text{ км}^{-2}$ в апреле) и превышает в 1,3 и 2,1 раза величины частоты в Черноморском регионе и западной части Средиземноморья, соответственно. Летом же повторяемость антициклонов в Черноморском регионе ($0,12 \times 10^{-6} \text{ км}^{-2}$ в июне) увеличивается. Она в 1,3 раза больше соответствующих величин для обеих частей Средиземноморья. Что касается высоты и площади антициклонов, то их максимумы отмечаются в зимние и осенние месяцы. В зимний сезон наибольшие значения высоты и площади антициклонов характерны для западной части Средиземноморского региона ($4,6 \text{ гПа}$ и $3,3 \times 10^6 \text{ км}^2$ в декабре). Они в 1,2 и 2,3 раза превышают соответствующие величины в двух других анализируемых регионах. Осенний максимум высоты антициклонов отмечен в Черноморском регионе и достигает 4 гПа в ноябре. Это в ~ 2 раза больше, чем в восточной и западной частях Средиземноморья. Однако наибольшие площади антициклонов в этот сезон типичны для западного Средиземноморья ($3,1 \times 10^6 \text{ км}^2$ в ноябре), что в 2 раза больше, чем в Черноморском регионе и на востоке Средиземноморья.

Сезонное распределение повторяемости блокирующих антициклонов в Европейском регионе, включающем ЧСР, характеризуется следующим. Границы областей с максимальной частотой исследуемых квазистационарных областей высокого давления зимой располагаются над западной Европой, а к

лету они смещаются в восточном направлении. При этом их наибольшая повторяемость, до 0,08, характерна для зимы и весны. Области с максимальным суммарным числом дней с условиями блокирования и количеством блокингов совпадают с выявленными районами максимальной частоты. Полученные результаты не противоречат результатам других авторов.

При анализе временных рядов анализируемых характеристик ЭТВ в тексте диссертации для сокращения объема работы основное внимание уделено Черноморскому региону. Обнаружено, что их абсолютные максимумы и минимумы преимущественно обусловлены стационарированием антициклона. В частности, в летний сезон абсолютные максимумы 95-го процентиля внутрисезонных аномалий температуры и количества дней с экстремально высокой температурой составили $8,2^{\circ}\text{C}$ и 40 дней, соответственно, и наблюдались в 2010 году. Тогда блокирующий антициклон установился над Европейской частью России и сохранялся ~ 50 дней [Мохов, 2011].

Изучение долговременных изменений параметров антициклонов в ЧСР показало, что линейные тренды частоты и высоты антициклонов в Черноморском регионе и западной части Средиземноморья, различаются по знаку в зимний и летний сезоны. Так, зимой они положительны, а летом отрицательны. В то же время значимые положительные тренды площади антициклонов характерны только для западной части Средиземноморья в зимний и летний сезоны. Они достигают, соответственно $14,8 \times 10^{-3}$ и $4,1 \times 10^{-3} \text{ км}^2/\text{год}$. В восточной части Средиземноморья тренды частоты и высоты антициклонов отрицательны во все сезоны, их максимум приходится на лето ($-0,9 \times 10^{-9} \text{ км}^2/\text{год}$). При этом для высоты антициклонов в указанном регионе отрицательные коэффициенты линейных трендов характерны только для весенне-летнего периода. Полученные линейные тренды значимы на уровне $\alpha=0,2$ и выше.

Анализ линейных трендов частоты блокирующих антициклонов показал наличие положительных линейных трендов (уровень значимости $\alpha=0,05$) в зимний сезон на севере Европейского региона, достигающих $1,2 \times 10^{-3}/\text{год}$, и в весенний сезон на юго-востоке Европы – до $0,9 \times 10^{-3}/\text{год}$. Отрицательные тренды частоты блокирующих антициклонов типичны для летнего сезона на большей части Европейского региона, их величины составляют $-0,8 \times 10^{-3}/\text{год}$. При этом на севере Черноморского региона тренды повторяемости блокирующих антициклонов отрицательны, как в зимний, так и в летний сезон. Их величины заметно меньше и достигают $-0,2 \times 10^{-3}/\text{год}$. Осенью линейные тренды преимущественно незначимы во всем анализируемом регионе.

Что касается характеристик ЭТВ в Черноморском регионе, то наиболее заметные изменения обоих процентилей внутрисезонных аномалий температуры и количества дней с ЭТВ характерны для летнего сезона. При этом тренды величин 5-го и 95-го процентилей внутрисезонных аномалий температуры воздуха изменяются от 0,1 до $0,42^{\circ}\text{C}/10$ лет. Тренды числа дней с экстремально низкой температурой отрицательны и достигают

-0,85 дней/10 лет, тогда как с экстремально высокой положительны (до 2,1 дней/10 лет).

На основании сформированного массива параметров ЭТВ, рассчитанных по данным климатической модели GFDL-CM3, проведен анализ изменений пороговых величин (т.е. 5-го и 95-го перцентилей) и количества дней с ЭТВ в Черноморском регионе на два будущих периода (2046 – 2065 гг. и 2081 – 2100 гг.) относительно исторического (1986 – 2005 гг.). Выбор указанных временных интервалов сделан в соответствии с рекомендациями группы экспертов МГЭИК. Модельные оценки изменений пороговых величин ЭТВ показали возможное увеличение температуры воздуха к середине и концу XXI века в Черноморском регионе. Для температуры, соответствующей 5-му перцентилю, это повышение составит $\sim 2^{\circ}\text{C}$, а 95-му перцентилю – $\sim 4^{\circ}\text{C}$, особенно в летний сезон. При этом к концу XXI во всем Черноморском регионе изменения обоих порогов экстремальности могут достигать в среднем $\sim 4^{\circ}\text{C}$. В ходе анализа будущих изменений количества ЭТВ получено следующее. В среднем число дней с экстремально низкой температурой в период 2046 – 2065 гг. может увеличиться в 1,2 раза, а в 2081 – 2100 гг. – в 1,4 раза по сравнению с историческим периодом. Количество дней с экстремально высокой температурой в эти же периоды увеличится в 1,2 раза.

В **Главе 4** исследована межгодовая изменчивость параметров антициклонической активности и экстремальной температуры воздуха в Черноморско-Средиземноморском регионе, обусловленная фазами САК и событиями Эль-Ниньо (ЭН) с учетом их классификации. Влияние САК определялось с помощью корреляционного и композитного анализа с оценкой значимости. Причем последний выполнялся путем сопоставления величин, соответствующих положительной фазе САК, относительно величин в его отрицательную фазу. Изучение проявлений событий ЭН разных типов выполнено с привлечением композитного анализа.

Анализ корреляционных связей индекса САК с исследуемыми климатическими характеристиками показал следующее. Максимальный вклад САК в межгодовую изменчивость частоты антициклонов в ЧСР достигает $\sim 20\%$ в зимние месяцы. Вклад в изменчивость двух других параметров не превышает 15% . Максимальный вклад САК в дисперсию числа дней с условиями блокирования отмечается в январе и составляет $\sim 12\%$. В случае с ЭТВ, влияние САК объясняет до 15% изменчивости количества дней с экстремально низкой температурой в Черноморском регионе.

Проведенный композитный анализ выявил, что наиболее интенсивное влияние САК на параметры антициклонов, особенно на частоту, характерно для зимнего сезона (рис. 2). Так, частота антициклонов при положительной фазе САК характеризуется статистически значимым увеличением в ~ 2 раза в Черноморском регионе и 1,4 раза в западной части Средиземноморья. В результате уточненного анализа, выполненного по месяцам, обнаружено значимое уменьшение в $\sim 1,5$ раза повторяемости антициклонов в восточной

части Средиземноморья в январе и феврале при положительной фазе данного процесса.

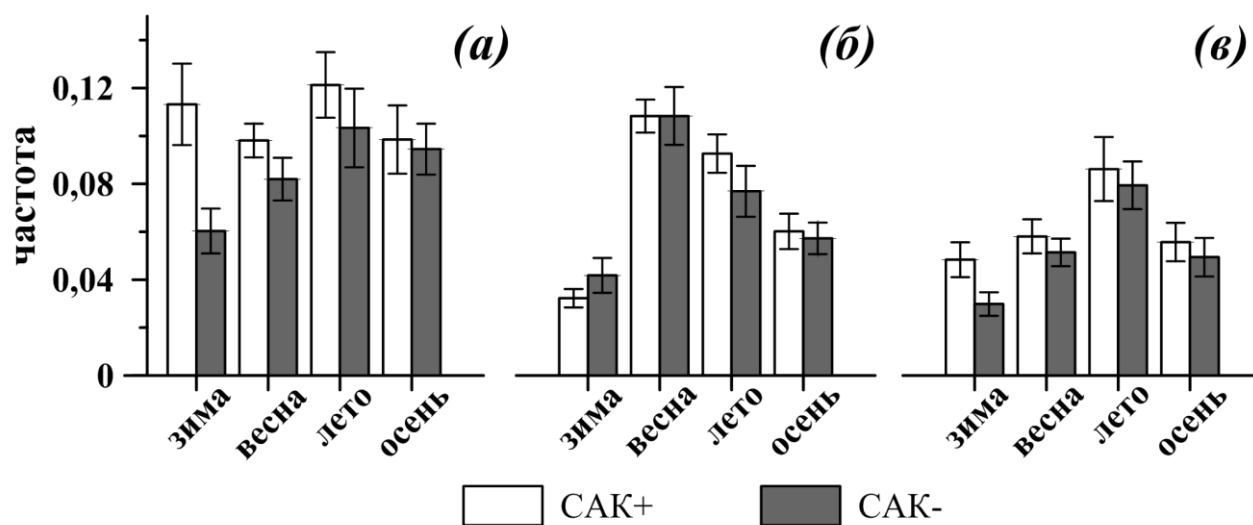


Рисунок 2 – Частота антициклонов в положительную (CAK+) и отрицательную (CAK-) фазы САК в Черноморском регионе (а), восточной (б) и западной (в) частях Средиземноморья. Планки погрешностей соответствуют 95% уровню значимости

Анализ изменений частоты блокирующих антициклонов в разные фазы САК показал, что при положительной фазе САК зимняя повторяемость блокингов уменьшается на севере Европы, северо-востоке Черноморского региона, и при этом увеличивается над севером Средиземноморья. Этот вывод согласуется с другими работами [например, Scherrer et al., 2006; Stankunavicius et al., 2017].

Влияние фаз САК на характеристики ЭТВ в Черноморском регионе наиболее выражено в изменениях величин 5-го перцентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха в осенне-зимний период. При положительной фазе САК эта пороговая величина по модулю уменьшается на $\sim 8^{\circ}\text{C}$ в зимний сезон и увеличивается на $\sim 3^{\circ}\text{C}$ в осенний, что соответствует формированию более мягких (без сильных экстремумов холода) погодных условий зимой и относительно суровых осенью.

В настоящее время все более обоснованным является подход к анализу региональных проявлений событий ЭН с учетом их классификации. В диссертационной работе изучение проявлений разных типов ЭН, выделенных по классификации Воскресенской, Михайловой (2010), выполнялось следующим образом. Сначала были сопоставлены величины исследуемых характеристик в годы событий ЭН относительно неаномальных лет (т.е. лет, не включающих события ЭН), а затем при одном типе ЭН, относительно другого. Получено, что события ЭН характеризуются более значимыми изменениями параметров антициклонической активности и ЭТВ по сравнению с неаномальными годами. Таким образом, подтверждена необходимость использования типизации при анализе региональных проявлений ЭН.

Проявления двух анализируемых типов ЭН различаются по знаку для аномалий параметров антициклонов в ЧСР, а по величине – для количества блокирующих антициклонов и величин 5-го процентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха. Это различие для количества блокирующих антициклонов достигает 25% в зимний и осенний сезоны. Минимум годового хода величин 5-го процентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха при одном типе ЭН смещен относительно второго на один месяц (рис. 3): ноябрь (до -13°C) и декабрь (до -11°C).

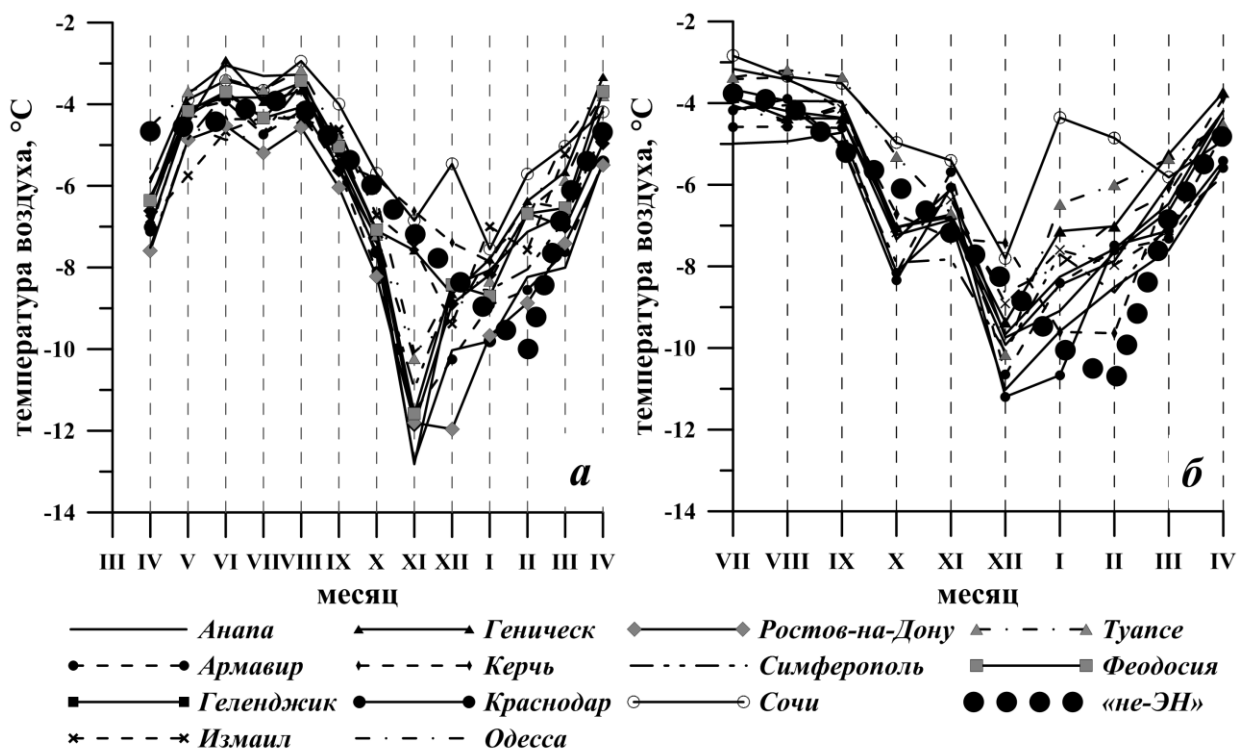


Рисунок 3 – Величины 5-го процентиля аномалий температуры воздуха в годы событий Эль-Ниньо весеннего (а), летне-осеннего короткоживущего (б) типов и в годы, не относящиеся к событиям Эль-Ниньо, т.е. «не-ЭН», в Черноморском регионе

Глава 5 посвящена оценке десятилетних-междесятилетних изменений параметров антициклонической активности и ЭТВ в анализируемом регионе, обусловленных влиянием ТДО и АМО. Анализ проявлений междесятилетних процессов выполнен методом композитов. Композиты получены отдельно для каждой фазы климатического процесса, а их анализ выполнен путем сопоставления положительной фазы относительно отрицательной. Приведенные выводы основаны на рассмотрении только значимых на уровне $\alpha = 0,05$ композитов, полученных для фаз ТДО и АМО.

Анализ откликов в положительную (1977 – 2002 гг.) и отрицательную (1951 – 1976 гг.) фазы ТДО показал следующее. Положительная фаза ТДО характеризуется увеличением частоты антициклонов в 2 раза зимой (с максимумом в феврале) в Черноморском регионе. В то же время их

повторяемость уменьшается в 1,5 раза осенью (с максимумом в ноябре) в восточной части Средиземноморья и в 1,4 раза летом (с максимумом в августе) в западной части Средиземноморья. Значимых различий между композитами высоты и площади во всем ЧСР в разные фазы ТДО не обнаружено как по сезонам, так и по месяцам. Число дней с условиями блокирования в положительную фазу ТДО в холодный период года над югом Европы возрастает в ~2 раза.

Композитный анализ характеристик ЭТВ в фазы ТДО в Черноморском регионе выявил увеличение до $\sim 1,5^{\circ}\text{C}$ величин 5-го процентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха в зимний сезон и их уменьшение до $0,5^{\circ}\text{C}$ в осенний сезон в положительную фазу ТДО. Изменения величин 5-го процентиля не превышают $0,3^{\circ}\text{C}$ в два других сезона. Положительная фаза ТДО сопровождается уменьшением более чем в 2 раза частоты экстремально низких температур воздуха в зимний сезон и частоты экстремально высокой температуры воздуха в летний сезон преимущественно во всем Черноморском регионе. Однако летние композитные величины частоты значительно меньше, чем в зимний сезон.

Проведенный анализ параметров антициклонической активности и ЭТВ, выполненный для равных промежутков времени положительной (1953 – 1965 гг. и 1996 – 2012 гг.) и отрицательной (1966 – 1995 гг.) фаз АМО, выявил следующие закономерности. Положительная фаза АМО сопровождается увеличением в 1,6 раза частоты антициклонов в восточной части Средиземноморья в январе. Четких закономерностей изменений параметров блокирующих антициклонов в фазы АМО в Европейском регионе не обнаружено. Изменения ЭТВ в фазы АМО характеризуются следующим образом. При положительной фазе АМО в зимний сезон частота экстремально низких температур воздуха в Черноморском регионе увеличивается более чем в 2 раза, а экстремально высоких температур уменьшается примерно на ту же величину, однако значимые изменения характерны лишь для отдельных станций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное исследование закономерностей изменений характеристик антициклонической активности и экстремальной температуры воздуха в Черноморско-Средиземноморском регионе, обусловленных климатическими процессами системы океан-атмосфера по сезонам и месяцам, выполненное в рамках диссертационной работы, позволило получить результаты, которые могут быть применены в усовершенствовании теории климата, разработки долгосрочных прогнозов погоды и для решения региональных прикладных задач.

1. Обнаружено, что максимальные величины годового хода частоты антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе приходятся преимущественно на весенние и летние месяцы, а максимумы их высоты и

площади отмечаются в зимние и осенние месяцы. При этом максимальная повторяемость блокирующих антициклонов в Европейском регионе, включающем Черноморско-Средиземноморский регион, отмечается в зимне-весенний период.

Установлено, что частота антициклонов в Черноморском регионе и западной части Средиземноморья с середины XX по начало XXI в. характеризуется положительными линейными трендами в зимний сезон и отрицательными в летний. В то же время, тренды частоты антициклонических вихрей в восточной части Средиземноморья отрицательны во все сезоны. Линейные тренды повторяемости блокирующих антициклонов на севере Черноморского региона отрицательны в зимний и летний сезоны.

Впервые для Черноморского региона получено, что наиболее заметные изменения характеристик ЭТВ за более чем 60-летний период свойственны как величинам 95-го перцентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха, так и количеству дней с экстремально высокой температурой воздуха в летний сезон. Максимальные величины их трендов положительны и составляют $0,42^{\circ}\text{C}/10$ лет и 2 дня/10лет, соответственно.

Получено, что к середине и к концу XXI века пороговые величины экстремальной температуры воздуха могут максимально возрасти на $\sim 5^{\circ}\text{C}$, а распределение повторяемости экстремумов станет более равномерным.

2. Впервые показано, что САК обуславливает до 20% изменчивости зимней частоты антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе и до 15% дисперсии количества дней с экстремально низкой температурой в Черноморском регионе.

Установлено, что положительная фаза САК сопровождается статистически значимым увеличением частоты антициклонов в Черноморском регионе и западной части Средиземноморья, а также высоты антициклонов и их площади в западной части Средиземноморья. При этом наблюдается увеличение частоты блокирующих антициклонов на юге Европейского региона и частоты экстремально низких температур воздуха в Черноморском регионе.

Впервые с использованием классификации событий Эль-Ниньо выявлены особенности изменений параметров антициклонической активности и экстремальной температуры воздуха в Черноморско-Средиземноморском регионе, которые характеризуются для разных типов событий противоположными по знаку аномалиями параметров антициклонов, различием величин 5-го перцентиля внутрисезонных аномалий температуры воздуха и количества блокирующих антициклонов в осенне-зимний период.

4. Впервые показано, что положительная фаза ТДО в холодный период года сопровождается увеличением ~ 2 раза частоты антициклонов в Черноморском регионе и числа дней с условиями блокирования над югом Европы. При этом частота экстремально низких температур воздуха в Черноморском регионе уменьшается примерно на ту же величину.

Обнаружено, что положительная фаза АМО в зимний период характеризуется увеличением до 36% частоты антициклонов в восточной части

Средиземноморья и до 50% частоты экстремально низких температур воздуха в Черноморском регионе.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК России:

1. **Коваленко О.Ю.**, Бардин М.Ю., Воскресенская Е.Н. Изменения характеристик экстремальной температуры воздуха в Причерноморском регионе и их связь с крупномасштабными климатическими процессами // *Фундаментальная и прикладная климатология*. – 2017. – Т. 2. – С. 42–62.
2. Вышкваркова Е.В., **Коваленко О.Ю.** Аномалии температуры воздуха и осадков на юге России // *Использование и охрана природных ресурсов*. – 2017. – № 4 (152). – С. 64–68.
3. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Блокирующие антициклоны в Европейском регионе и их изменения обусловленные Эль-Ниньо // *Известия РАН. Серия Географическая*. – 2016. – № 1. – С. 49–57. doi:10.15356/0373-2444-2016-1-49-57.
4. Маслова В.Н., Вышкваркова Е.В., **Коваленко О.Ю.** Климатические особенности на побережье Черного моря и их изменения в связи с событиями Эль-Ниньо // *Использование и охрана природных ресурсов*. – 2016. – № 3 (147). – С. 67–72.

Статьи, входящие в наукометрические базы Scopus и Web of Science:

1. **Kovalenko O.Yu.**, Voskresenskaya E.N. Interannual variability of anticyclone activity and temperature extremes in the Black sea region // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2018. – Vol. 107. – P. 012034. doi :10.1088/1755-1315/107/1/012034.
2. Voskresenskaya E.N., Bardin M.Yu., **Kovalenko O.Yu.** Climate variability of winter anticyclones in the Mediterranean-Black Sea region // *Quaternary International*. – 2016. – Vol. 409 (A). – P. 70–74. doi: 10.1016/j.quaint.2015.09.096.

Статьи, опубликованные в других изданиях, в том числе рекомендованных ВАК Украины:

1. **Коваленко О.Ю.**, Воскресенская Е.Н. Экстремальные температурные аномалии в Черноморском регионе, обусловленные событиями Эль-Ниньо и Ла-Нинья с учетом их классификации // *Системы контроля окружающей среды*. – 2017. – Вып. 9 (29). – С. 89–94.
2. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Оценка изменений экстремальной температуры воздуха на территории юга России в XXI веке по модельным расчетам // *Системы контроля окружающей среды*. – 2016. – Вып. 4(24). – С. 90–94.

3. **Коваленко О.Ю.**, Воскресенская Е.Н. Аномалии частоты антициклонов над Черноморско-Средиземноморским регионом // Системы контроля окружающей среды. – 2016. – Вып. 5(25). – С. 90–93.
4. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Межгодовая изменчивость антициклонической активности Черноморско-Средиземноморского региона, обусловленная глобальными процессами в системе океан – атмосфера // Системы контроля окружающей среды – 2015. – Вып. 1(21). – С. 73–76.
5. Борисенко М.Н., Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ткаченко О.В., Твардовская Л.Б., Иванченко В.И., Воскресенская Е.Н., Вышкваркова Е.В., **Коваленко О.Ю.**, Маслова В.Н., Новиков А.А. Научно обоснованная концепция для разработки модели перспективного планирования размещения виноградных насаждений в западном предгорно-приморском районе Крыма в условиях изменяющегося климата // Виноградарство и виноделие. – 2015. – Т. 45. – С. 25–29.
6. Рыбалко Е.А., Иванченко В.И., Воскресенская Е.Н., Вышкваркова Е.В., **Коваленко О.Ю.** Микроклиматическое районирование западного предгорно-приморского района Крыма для развития виноградарства // Системы контроля окружающей среды – 2015. – Вып. 2(22). – С. 97–101.
7. Воскресенская Е.Н., Бардин М.Ю., **Коваленко О.Ю.** Антициклоническая активность в Черноморско-Средиземноморском регионе по данным реанализа NCEP/NCAR // Системы контроля окружающей среды. – 2014. – Вып. 20. – С. 102–106.
8. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Проявления глобальных климатических сигналов в антициклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе в зимний сезон // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2014. – № 29. – С. 101–106.
9. Баянкина Т.М., Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.**, Маслова В.Н. Циклоны и антициклоны в Черноморско-Средиземноморском регионе // Труды института гидрометеорологии грузинского технического университета. – 2013. – Т. 119. – С. 22–27.
10. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Параметры антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе и их климатические изменения // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2013. – № 27. – С. 195–200.
11. Воскресенская Е.Н., Юровский А.В., **Коваленко О.Ю.** Оценка изменений экстремальной температуры воздуха на территории Украины // Системы контроля окружающей среды. – 2013. – Вып. 19. – С. 111–115.
12. **Коваленко О.Ю.**, Воскресенская Е.Н. Изменчивость антициклонической активности и экстремальной температуры воздуха в Черноморском регионе // Материалы III международной конференции «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: экологические вызовы XXI века». – Казань, Республика Татарстан. – 2017 (27–29 сентября 2017 г.). – С. 173–176.

13. **Коваленко О.Ю.**, Воскресенская Е.Н. Блокирующие антициклоны над Европейским регионом и их изменения // Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды». – Севастополь. – 2017 (06–09 ноября 2017 г.). – С. 94.
14. **Коваленко О.Ю.**, Воскресенская Е.Н. Повторяемость блокирующих антициклонов в Европейском регионе как характеристика вероятности опасных экологических явлений // Материалы XXVII Международной междисциплинарной конференции и Международной междисциплинарной молодежной школы «Человек и природа». – Ялта. – 2017 (18–22 сентября 2017 г.). – С. 67–68.
15. **Коваленко О.Ю.**, Воскресенской Е.Н. Изменения экстремальной температуры воздуха в Черноморском регионе // Сборник материалов IV научно-практической молодежной конференции «Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами». – Севастополь. – 2017 (06–09 ноября 2017 г.). – С. 104–108.
16. **Коваленко О.Ю.**, Вышкваркова Е.В. Изменения климатических экстремумов на территории юга России // Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов – 2016». – Севастополь. – 2016 (11–13 апреля 2016 г.). – С. 1–2.
17. Вышкваркова Е.В., **Коваленко О.Ю.** Межгодовая изменчивость климатических экстремумов на территории юга России за период 1950 – 2010 гг. // Материалы III научно-практической молодежной конференции «Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами». – Севастополь. – 2016 (28–30 сентября 2016 г.). – С. 40–43.
18. **Коваленко О.Ю.**, Воскресенская Е.Н. Изменения экстремальной температуры воздуха в Причерноморском регионе в XXI веке // Материалы международной научной конференции и молодежной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова «Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии». – Ростов-на-Дону. – 2016 (05–08 сентября 2016 г.). – С. 106–109.
19. Вышкваркова Е.В., **Коваленко О.Ю.**, Воскресенская Е.Н. Экстремальная температура и осадки на юге России и их связь с глобальными климатическими процессами // Материалы международной научной конференции и молодежной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова «Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии». – Ростов-на-Дону. – 2016 (05–08 сентября 2016 г.). – С. 64–67.
20. Бардин М.Ю., Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Изменения характеристик экстремальной температуры воздуха в Причерноморском регионе России // Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды». – Севастополь. – 2016 (24–27 октября 2016 г.). – С. 125.
21. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Блокирующие антициклоны в Европейском регионе в холодный период года // Материалы международной

- научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов – 2015». – Севастополь. – 2015 (21–23 апреля 2015 г.). – С. 28–29.
22. Voskresenskaya E.N., **Kovalenko O.Y.** Winter anticyclonic activity in the Mediterranean-Black Sea region and its climate variability // Book of abstracts of International geographical union regional conference «Geography, culture and society for our future Earth». – Moscow. – 2015 (17–21 august 2015). – P. 1290.
23. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Блокирующие антициклоны и экстремальная температура воздуха в Черноморском регионе в холодный период 1950 – 2012 гг. // Сборник тезисов докладов 19-ой международной школы конференции молодых ученых «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы» – п. Шепси, Туапсе, Краснодарский край. – 2015 (25–29 мая 2015 г.). – С. 89–90.
24. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Блокирующие антициклоны и экстремальная температура воздуха в Черноморском регионе в холодный и теплый периоды // Материалы 2-ой научно-практической молодежной конференции «Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами». – Севастополь. – 2015 (28–29 сентября 2015 г.). – С. 47–48.
25. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Межгодовая изменчивость антициклонической активности Черноморско-Средиземноморского региона, обусловленная глобальными процессами в системе океан – атмосфера // Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды». – Севастополь. – 2015 (14–18 декабря 2015 г.). – С. 66–67.
26. **Kovalenko O.Y., Voskresenskaya E.N** Interannual variability of anticyclone activity in the Mediterranean-Black sea region associated with global climate processes // Proceedings of third plenary conference and field trip from the Caspian to Mediterranean: environmental change and human response during the quaternary. – Astrakhan. – 2015 (22–30 September 2015). – P. 105–108.
27. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Изменчивость блокирующих ситуаций в Европейском регионе за многолетний период // Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2014». – Севастополь. – 2014 (22–24 апреля 2014 г.). – С. 68.
28. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Изменчивость параметров блокирующих антициклонов в Европейском регионе по сезонам // Сборник тезисов докладов международной школы-конференции «Изменения климата и природной среды Северной Евразии: анализ, прогноз, адаптация». – Кисловодск. – 2014 (14–20 сентября 2014 г.). – С. 64–67.
29. Voskresenskaya E.N., Maslova V.N, **Kovalenko O.Yu.** Interannual-interdecadal variability of cyclones and anticyclones in the Mediterranean-Black Sea region // The book of abstract of MedCLIVAR Conference «The climate of the Mediterranean region: understanding its evolution and effects on environment and societies». – Ankara, Turkey. – 2014 (23–25 June 2014). – P. 60–61.

30. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Антициклоническая активность в Черноморско-Средиземноморском регионе, обусловленная глобальными процессами в системе океан – атмосфера // Материалы научно-практической молодежной конференции «Экологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление прибрежной зоной». – Севастополь. – 2014 (29 сентября–5 октября 2014 г.). – С. 30–33.
31. Воскресенская Е.Н., **Коваленко О.Ю.** Изменчивость параметров антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе под влиянием декадных колебаний в системе океан–атмосфера // Материалы международной научной конференции молодых ученых «Современная гидрометеорология: актуальные проблемы и пути их решения». – Одесса. – 2014 (7–9 октября 2014 г.). – С. 172–173.
32. **Kovalenko O.Y.**, Voskresenskaya E.N., Maslova V.N. Cyclonic and anticyclonic activity in the Black Sea – Mediterranean region // Proceedings of second plenary conference and field trip from the Caspian to Mediterranean: environmental change and human response during the quaternary. –Baku, Azerbaijan. – 2014 (12–20 October 2014). – P. 71–73.
33. Воскресенская Е.Н., Маслова В.Н., **Коваленко О.Ю.** Климатология циклонов и антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе по данным реанализа NCEP/NCAR // Тезисы докладов международной научной конференции «Современное состояние и перспективы наращивания морского ресурсного потенциала юга России». Севастополь. – 2014 (15–18 сентября 2014 г.). – С. 137–139.
34. Воскресенская Е.Н., Маслова В.М., **Коваленко О.Ю.** Статистический анализ антициклонической деятельности в Причерноморском регионе // Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2013». – Севастополь. – 2013 (25–26 апреля 2013 года). – С.11.
35. Maslova V.N., Voskresenskaya E.N., **Kovalenko O.Yu.** Climatology of cyclones and anticyclones in the Mediterranean-Black Sea region // Abstracts of 13th EMS Annual Meeting & 11th European Conference on Applications of Meteorology Annual Meeting. – Reading, United Kingdom. – 2013 (09–13 September 2013). – Vol. 10. – P. EMS2013-8.