

Е.Н.Воскресенская, О.Ю.Коваленко

Морской гидрофизический институт, г.Севастополь

**ПРОЯВЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ
В АНТИЦИКЛОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
В ЧЕРНОМОРСКО-СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ В ЗИМНИЙ СЕЗОН**

По 62-летним (1951 – 2012 гг.) данным геопотенциальной высоты поверхности 1000 гПа реанализа *NCEP/NCAR* проанализировано влияние глобальных климатических сигналов межгодового – десятилетнего масштаба на частоту зимних антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *антициклон, Черноморско-Средиземноморский регион, Североатлантическое колебание, разные типы событий Эль-Ниньо, Атлантическое мультидекадное колебание, Тихоокеанская декадная осцилляция.*

Антициклоническая активность в Атлантико-Европейском регионе, включая Черноморско-Средиземноморский регион, является важной частью глобальной циркуляции. Она оказывает влияние на пространственную структуру полей температуры и осадков, и, следовательно, на социально-экономическую сферу жизни человека.

Изменения характеристик антициклонов на климатических масштабах в значительной мере обусловлены низкочастотными колебаниями в глобальной системе океан – атмосфера. В настоящее время изучению климатических сигналов межгодового и междесятилетнего масштабов уделяется много внимания в международных исследовательских программах и проектах, таких как *CLIVAR*, *MedCLIVAR* и др. Показано, что основными климатически значимыми сигналами являются Североатлантическое колебание (САК), Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК), Атлантическая мультидекадная осцилляция (АМО) и Тихоокеанское декадное колебание (ТДО).

Проявления глобальных климатических сигналов в изменчивости погодо-климатических аномалий в Европейском регионе рассматривались во многих работах, главным образом, на примере температуры воздуха [1, 2], осадков [1], циклонов и их траекторий [3, 4]. Что касается антициклонической активности, то в работе [5] по данным реанализа *NCEP/NCAR* за 1952 – 2000 гг. показано усиление частоты антициклонов при положительной фазе САК, особенно в южной части Северной Атлантики. При этом в Черноморском регионе в соответствии с [6] значимых отличий в интенсивности синоптических вихрей в разные фазы САК не выявлено. Ранее изменчивость характеристик антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе, обусловленная глобальными колебаниями в системе атмосфера – океан, не была четко установлена.

Целью настоящей работы является анализ изменчивости частоты антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе, обусловленной Североатлантическим колебанием, разными типами событий Эль-Ниньо, Атлантической мультидекадной и Тихоокеанской декадной осцилляциями в зимний сезон.

Выбор зимнего сезона для анализа обусловлен тем, что влияние глобальных климатических сигналов в этот сезон на гидрометеорологические явления наиболее ярко выражено.

Данные и методика. Для достижения поставленной цели привлекались поля геопотенциальной высоты поверхности 1000 гПа в синоптические сроки 0:00, 6:00, 12:00 и 18:00 из массива глобального реанализа *NCEP/NCAR* для зимнего сезона года за период 1951 – 2012 гг. В качестве меры глобальных климатических сигналов использованы климатические индексы САК, АМО, ТДО для зимнего сезона года за период 1951 – 2012 гг. [7].

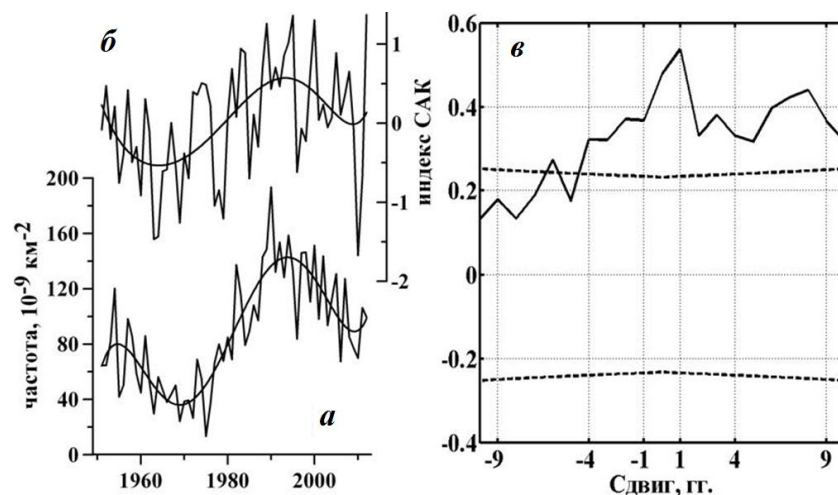
Частота антициклонов в Черноморском регионе (37,5 – 50° с.ш., 27,5 – 45° в.д.), западной (35 – 47° с.ш. и 6° з.д. – 8° в.д.) и восточной (29 – 41° с.ш. и 14 – 38° в.д.) частях Средиземноморья получены по методике определения синоптических вихрей, приведенной в [8]. Чтобы сопоставить частоты антициклонов в разных по площади географических областях, рассчитанная величина приводилась к 10^6 км^2 .

Связь параметров антициклонов с глобальными климатическими сигналами анализировалась с помощью метода композитов, их значимость определялась по *t*-критерию Стьюдента. Кроме того, был применен взаимнокорреляционный анализ между индексом САК и частотой антициклонов. Положительный сдвиг в годах на взаимной корреляционной функции означает лидирование САК относительно частоты антициклонов. Оценка коэффициента корреляции на 95 % уровне определялась также по *t*-критерию Стьюдента.

Результаты. *Североатлантическое колебание.* Под САК понимают изменения атмосферного давления в северных и южных широтах Атлантики, в области Исландского минимума и Азорского антициклона. Его типичный масштаб – от двух до восьми лет, при этом наиболее ярко сигнал выражен в холодный период года [1, 9].

Средне многолетний ход индекса САК имеет сходный характер с динамикой частоты антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе в зимний сезон. Это обращает внимание на тот факт, что между индексом САК и колебаниями частоты антициклонов существует тесная связь. Обнаружено, что максимальные положительные значения коэффициента корреляции отмечаются при лидировании САК на 1 год, достигая 0,54 и 0,44 в Черноморском регионе и западной части Средиземноморья, соответственно; при этом на востоке Средиземноморья при тех же условиях коэффициент корреляции составляет – 0,33. Отрицательный коэффициент корреляции между индексом САК и частотой антициклонов можно объяснить тем, что при интенсификации САК траекторий циклонов и антициклонов смещаются на север [3]. В качестве примера на рис.1 приведена динамика частоты антициклонов и индекса САК в Черноморском регионе и их взаимная корреляционная функция для зимнего сезона.

Композитный анализ частоты зимних антициклонов в положительную/отрицательную фазы САК выполнялся в годы с максимальными положительными/отрицательными индексами САК и в последующие годы (САК «+1» год). Получено, что наибольшие изменения величины частоты характерны для САК «+1» год. Величина частоты антициклонов при положительной фазе САК «+1» год максимально увеличивается в Черноморском регионе

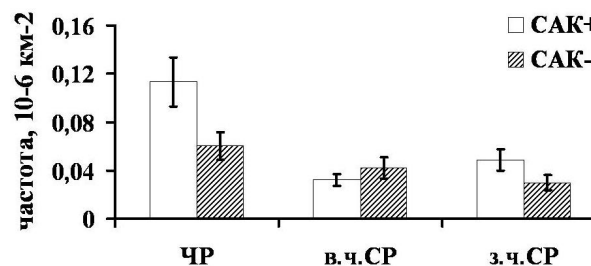


Р и с . 1 . Динамика частоты антициклонов (*а*) и индекса САК (*б*) в Черноморском регионе и их взаимная корреляционная функция (*в*) для зимнего сезона. Сглаженные кривые на (*а*), (*б*) – аппроксимационные полиномы 6-й степени. Пунктирные линии на (*в*) – это 95 % доверительные интервалы.

– на 46,7 %, а в западной части Средиземноморья – на 38,3 %, при этом в восточной части Средиземноморья значимых на 95 % уровне различий между композитами частоты не обнаруживается (рис.2).

Проявления разных типов Эль-Ниньо. Эль-Ниньо (ЭН) представляет собой аномальное потепление поверхностного слоя вод в экваториальной части Тихого океана с типичным масштабом 2 – 7 лет [10]. Не так много работ посвящено исследованию отклика гидрометеорологических полей на разные типы событий ЭН[2, 11, 12]. В данной работе была использована классификация типов ЭН, приведенная в [2], в соответствии с которой события ЭН подразделяются на весенний (ВЕС) и летне-осенний короткоживущий (ЛОК) и летне-осенний продолжительный (ЛОП) типы. Нами рассмотрены только первые 2 типа событий ЭН, которые за период 1951 – 2012 гг. отмечались 8 и 7 раз, соответственно. ЛОП тип ЭН не учитывается, так как за рассматриваемый период он наблюдался всего дважды. Анализ проводился на качественном уровне, так как временные ряды недостаточно длинные, в связи с этим достоверных оценок изменений частоты антициклонов невозможно получить.

Интенсивный отклик ЭН в частоте антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе отмечается зимой следующего года после начала



Р и с . 2 . Частота зимних антициклонов в разные фазы САК «+1» год в Черноморском регионе (ЧР), восточной (в.ч. СР) и западной (з.ч. СР) частях Средиземноморья. Планки погрешностей соответствуют 95 % уровню значимости.

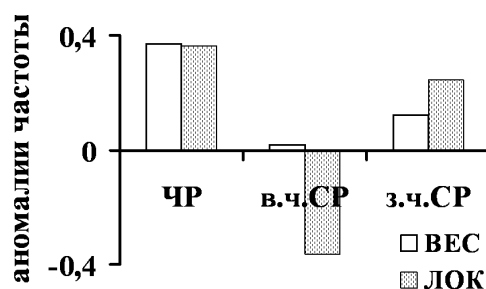


Рис. 3. Аномалии частоты антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе при разных типах ЭН «+1» год.

события ЭН (далее ЭН «+1» год) [2]. Обнаружено, что БЕС и ЛОК типы ЭН «+1» год сопровождаются положительными аномалиями частоты антициклонов в Черноморском ре-

гионе и на западе Средиземноморья в зимний сезон, достигая 0,37 в Черноморском регионе при БЕС типе ЭН «+1» год. При этом в восточной части Средиземноморья при ЛОК типе ЭН «+1» год наблюдаются отрицательные аномалии частоты антициклонов, их величина составляет – 0,36 (рис.3).

Тихоокеанская декадная осцилляция. Под ТДО подразумевают низко-частотные колебания в системе атмосфера – океан в северной части Тихого океана с типичным масштабом времени 20 – 30 лет [13]. Несмотря на то, что наиболее интенсивный отклик ТДО на изменчивость антициклонической активности приурочен к Тихоокеанскому региону, его влияние неоднократно обнаруживалось и над Европейским регионом, включая Черноморско-Средиземноморский регион [14, 15].

В настоящей работе проанализированы изменения частоты антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе при положительной (1952 – 1976 гг.) и отрицательной (1977 – 2001 гг.) фазах ТДО. Обнаружено, что при положительной фазе ТДО частота антициклонов в зимний сезон увеличивается на 53,7 % в Черноморском регионе, при этом уменьшается на 28,2 % в восточной части Средиземноморья. На западе Средиземноморья не отмечается значимых изменений величины частоты в разные фазы ТДО (рис.4).

Атлантической мультидекадной осцилляцией называют квазипериодические колебания температуры поверхности океана в Северной Атлантике с характерным временным масштабом от 50 до 100 лет [4].

Анализ связи АМО и частоты антициклонов был проведен по аналогии с анализом для ТДО. Рассчитывались композиты частоты антициклонов в положительную (1953 – 1965 гг. и 1996 – 2012 гг.) и отрицательную (1966 – 1995) фазы АМО. Обнаружено, что при положительной фазе АМО частота антициклонов максимально увеличивается в восточной части Средиземноморья, достигая 36 % в январе. При этом в других рассматриваемых регионах значимых на 95 % различий между композитами не обнаружено, что может

быть объяснено разрывом во времени положительной фазы АМО в течение анализируемого периода.

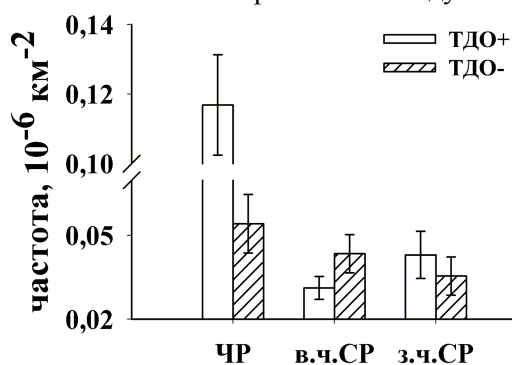


Рис. 4. Частота антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе в зимний сезон при разных фазах ТДО. Планки погрешностей соответствуют 95 % уровню значимости.

Выводы. Исследование проявлений глобальных климатических сигналов в частоте зимних антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе за 1951 – 2012 гг. показало следующее.

В положительную фазу САК в зимний период частота антициклонов увеличивается на 40 % в Черноморском регионе и в западной части Средиземноморья, при этом на территорию восточного Средиземноморья влияние САК значительно ослабевает.

Проявления ВЕС и ЛОК типов ЭН «+1» года сопровождаются положительными аномалиями частоты зимних антициклонов в Черноморском регионе и западной части Средиземноморья. При этом аномалии частоты антициклонов в восточной части Средиземноморья при ЛОК типа ЭН «+1» год отрицательны.

Положительная фаза ТДО сопровождается увеличением свыше 60 % частоты антициклонов в Черноморском регионе и уменьшением на 28 % в восточной части Средиземноморья.

Частота антициклонов в положительную фазу АМО увеличивается на 36 % в январе в восточной части Средиземноморья.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и г. Севастополь в рамках научного проекта № 14-45-01517 «р_юг_а: инициативные».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hurrell J.W. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitations // Science.— 1995.— 269.— P.676-679.
2. Воскресенская Е.Н., Михайлова Н.В. Классификация событий Эль-Ниньо и погодно-климатические аномалии в Черноморском регионе // Доп. НАН України. — 2010.— № 3.— С.124-130.
3. Voskresenskaya E.N., Maslova V.N. Winter-spring cyclonic variability in the Mediterranean-Black Sea region associated with global processes in the ocean-atmosphere system // Adv. Sci. Res.— 2011.— 6.— С.237-243.
4. Полонский А.Б. Атлантическая мультideкадная осцилляция и ее проявления в Атлантико-Европейском регионе // Морской гидрофизический журнал.— 2008.— 4.— С.47-58.
5. Бардин М.Ю., Полонский А.Б. Североатлантическое колебание и синоптическая изменчивость в Европейско-Атлантическом регионе в зимний период // Изв. РАН, ФАО.— 2005.— т.41, № 2.— С.147-157.
6. Бардин М.Ю., Полонский А.Б., Воскресенская Е.Н. Статистические характеристики циклонов и антициклонов над Черным морем во второй половине XX века // Морской гидрофизический журнал.— 2007.— 6.— С.47-58.
7. Климатические индексы: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/>
8. Бардин М.Ю. Изменчивость характеристик циклоничности в средней тропосфере умеренных широт Северного полушария // Метеорология и гидрология.— 1995.— 11.— С.24-37.
9. Barnston A.G., Livezey R.E. Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns // Mon. Weather Rev.— 1987.— 115.— P.1083-1126.
10. Trenberth K.E. The Definition of El-Niño // BAMS.— 1997.— 78.— P.2771-2777.

11. *Fraedrich K., Müller K.* Climate anomalies in Europe associated with ENSO extremes // *Int. J. Climatol.*– 1992.– 12.– P.25-31.
12. *Horii T.A., Hanawa K.* Relationship between timing of El Nino onset and subsequent evolution // *Geophys. Res. Let.*– 2004.– 31.– P.1634-1648.
13. *Mantua N.J., Hare S.R., Zhang Y* Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production // *BAMS.*– 1997.– 78.– P.1069-1079.
14. *Trenberth K.E., Hurrell J.W.* Decadal atmosphere-ocean variations in the Pacific // *Climate Dynamics.*– 1994.– 9.– P.303-319.
15. *Mao J., Chan J., Wu G.* Interannual variations of early summer monsoon rainfall over South China under different PDO backgrounds // *Int. J. Climatol.*– 2011.– 31.– P.847-862.

Матеріал поступив в редакцію 19.11.2014 г.

АНОТАЦІЯ За 62-річними (1951 – 2012 рр.) даними геопотенціальної висоти поверхні 1000 гПа реаналізу *NCEP/NCAR* проаналізовано вплив глобальних кліматичних сигналів міжрічного-міждесятирічного масштабів на частоту антициклонів у Чорноморсько-Середземноморському регіоні в зимовий сезон

ABSTRACT Using a 62-yr (1951 – 2012) of 1000 hPa geopotential height data from *NCEP/NCAR* reanalysis dataset the impact of global climate signals interannual-interdecadal scales in anticyclones' frequency in the Black Sea-Mediterranean region were analyzed.