

Е.Н.Воскресенская, О.Ю.Коваленко

Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь

**ПАРАМЕТРЫ АНТИЦИКЛОНОВ
В ЧЕРНОМОРСКО-СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ
И ИХ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ**

По данным ре-анализа *NCEP* за 1950 – 2006 гг. рассчитаны параметры антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе (частота, глубина и площадь), оценены их линейные тренды. Проанализировано межгодовую изменчивость частоты антициклонов с учетом фазы Североатлантического колебания и разных типов событий Эль-Ниньо – Южное колебание.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *антициклоны, Черноморско-Средиземноморский регион, Североатлантическое колебание (САК), Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК).*

С деятельностью антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе связано формирование аномальных гидрометеорологических явлений (аномалии давления, засухи, сильные морозы), которые оказывают заметный ущерб народному хозяйству. Для уменьшения негативных последствий аномальных явлений, необходимо изучать закономерности климатических аномалий антициклонов. В настоящее время существует ряд работ, посвященных исследованию изменчивости параметров атмосферной циркуляции в Черноморско-Средиземноморском регионе. В работах [1 – 4] по данным за разные периоды времени показаны особенности изменчивости частоты, интенсивности и площади циклонов, а также антициклонов в Атлантико-Европейском регионе под влиянием Североатлантического колебания.

Цель данной работы – проанализировать типичные величины параметров антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе с использованием ре-анализа *NCEP* за период 1950 – 2006 гг., а также рассмотреть их межгодовые аномалии, обусловленные глобальными процессами в системе океан-атмосфера соответствующего масштаба – Североатлантическим колебанием и Эль-Ниньо – Южным колебанием.

В работе использовались среднесуточные данные геопотенциала изобарической поверхности 1000 гПа ре-анализа *NCEP* на пространственной сетке $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ за период 1950 – 2006 гг., среднемесячные значения индексов САК и ЮК за рассматриваемый период. На основе методики, подробно описанной в [3], были определены параметры (частота, глубина, площадь) антициклонов в трех регионах, схематически представленных на рис.1. Это Черноморский регион ($37,5 - 50^\circ$ с.ш., $27,5 - 45^\circ$ в.д.), а также западная ($35 - 47^\circ$ с.ш. и 6° з.д. – 8° в.д.) и восточная ($29 - 41^\circ$ с.ш. и $14^\circ - 38^\circ$ в.д.) части Средиземноморского региона. Оценены статистические характеристики всех параметров антициклонов и их линейные тренды, проанализирована связь с САК и ЮК для каждого сезона года.

Охарактеризуем здесь результаты статистического анализа параметров антициклонов по сезонам. Абсолютный максимум среднегодовой частоты антициклонов в Черноморском регионе приходится на летний период, в

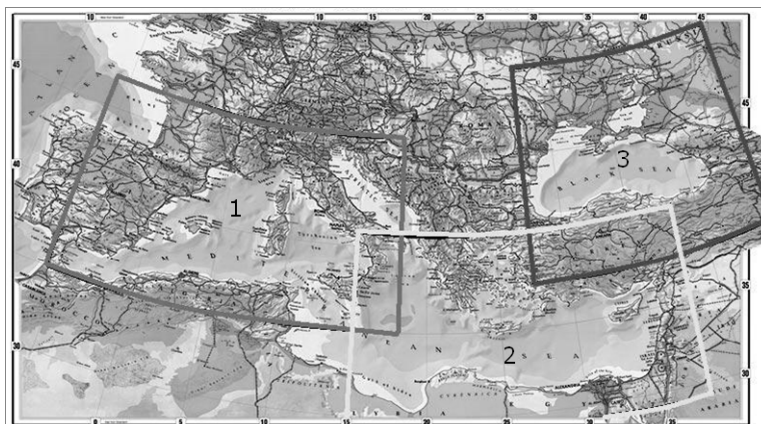


Рис. 1. Схематическое изображение границ районов Черноморско-Средиземного региона по [4 – 5]: западная (1) и восточная (2) части Средиземноморского региона, Черноморский регион (3).

то время как в западной части Средиземноморского региона он наблюдается летом, а восточной части – весной. Зимой максимальная частота антициклонов в Черноморском регионе составляет $0,077 \cdot 10^{-6} \text{ км}^{-2}$, в восточной и западной частях Средиземноморского региона $0,032$ и $0,036 \text{ км}^{-2}$ соответственно. В летний сезон антициклоны на западе и востоке Средиземноморья характеризуются небольшими величинами глубины ($1,75$ и $1,84$ гПа соответственно), площади ($0,96 \cdot 10^{-6}$ и $0,86 \cdot 10^{-6} \text{ км}^{-2}$). Максимальная глубина антициклона и его среднеквадратическое отклонение отмечается зимой в западной части Средиземноморского региона ($4,3$ гПа). Это относится и к площади, как видно из табл.1, ее максимальное значение там в зимний период достигает $3,74 \cdot 10^{-6} \text{ км}^{-2}$.

Таблица 1. Среднегодовое значения / стандартное отклонение основных параметров антициклонов в Черноморском регионе, западной и восточной частях Средиземноморского региона по сезонам.

регион	частота, 10^{-6} км^{-2}		глубина, гПа		площадь, 10^6 км^2	
Черноморский регион	зима	0,077 / 0,045	зима	3,2 / 1,2	зима	1,56 / 0,84
	весна	0,074 / 0,023	весна	3,1 / 1,0	весна	1,53 / 0,84
	лето	0,104 / 0,039	лето	2,4 / 0,4	лето	1,02 / 0,28
	осень	0,084 / 0,034	осень	4,0 / 1,3	осень	2,27 / 0,91
Западная часть Средиземноморского региона	зима	0,036 / 0,018	зима	4,3 / 2,09	зима	3,74 / 1,98
	весна	0,043 / 0,018	весна	2,65 / 1,06	весна	1,88 / 1,01
	лето	0,068 / 0,037	лето	1,75 / 0,38	лето	0,96 / 0,29
	осень	0,045 / 0,02	осень	3,09 / 1,54	осень	2,69 / 1,72
Восточная часть Средиземноморского региона	зима	0,032 / 0,016	зима	1,96 / 0,69	зима	1,54 / 0,78
	весна	0,103 / 0,022	весна	2,31 / 0,34	весна	1,35 / 0,32
	лето	0,084 / 0,025	лето	1,84 / 0,28	лето	0,86 / 0,2
	осень	0,053 / 0,022	осень	1,75 / 0,53	осень	1,2 / 0,59

Т а б л и ц а 2. Коэффициенты линейных трендов параметров антициклонов по сезонам года.

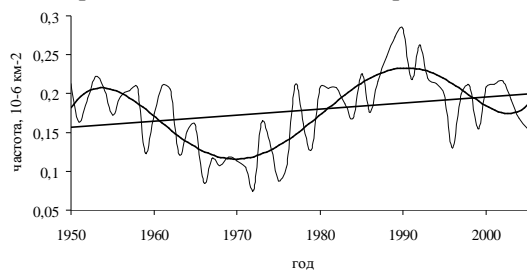
параметр	сезон	Черноморский регион	Средиземноморский регион	
			западная часть	восточная часть
частота, $\times 10^3$ /год	зима	1,71****	0,13	- 0,41****
	весна	0,41***	- 0,28***	- 0,6****
	лето	- 1,1****	- 1,3****	- 0,91****
	осень	0,29	- 0,33***	- 0,66****
глубина, $\times 10^3$ гПа/год	зима	- 2,5	15,1	- 4,98
	весна	- 2,4	5,5	- 5,1**
	лето	- 0,12	- 3,1	- 5,8***
	осень	- 9,53	17,3*	2,7
площадь, $\times 10^3$ км ² /год	зима	- 6,9	22,3*	- 6,4
	весна	4,2	13,3**	2,9
	лето	5,9***	5,2***	1,8
	осень	0,55	26,1**	7,9***

Примечание: * значимые на 80, 90, 95 и 99,9 % уровне тренды помечены одной, двумя, тремя и четырьмя звездочками соответственно.

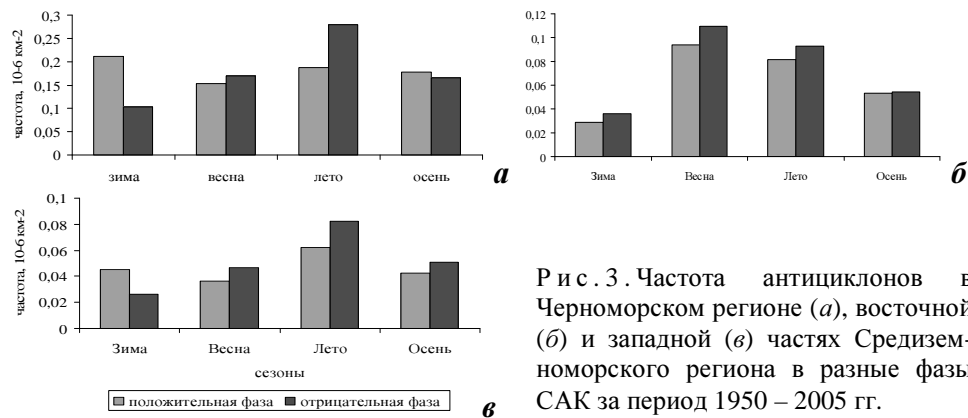
Анализ линейных трендов частоты антициклонов в 3 регионах за период с 1950 – 2006 гг. показал следующее. В Черноморском регионе в изучаемый период обнаруживаются значимые на 95 и 99,9 % уровне положительные линейные тренды частоты антициклонов в зимне-весенний период, при этом летом отмечается отрицательный тренд (значимый на 99,9 %). Западная часть Средиземноморского периода характеризуется значимыми отрицательными трендами во все сезоны года, кроме зимнего. При этом для восточной части, как показано в табл.2, тренды частоты отрицательны и значимые на 99,9 % уровне во все сезоны года. Были рассчитаны коэффициенты линейных трендов глубины и площади, которые приведены в табл.2.

Использование полиномиальных трендов дает возможность обратить внимание на наличие квазипериодических изменений в характере антициклонической активности, что видно на примере графика частоты антициклонов в Черноморском регионе на рис.2. В период 1960 – 1981 гг. происходило уменьшение частоты проявлений антициклонов, а в период 1981 – 1998 гг. – их увеличение.

Для определения связи частоты антициклонов с фазами САК, использовался метод композитов, подробно описанный в работе [2]. Получено, что в летний период при отрицательной фазе САК, относительно ее положительной фазы, в Черномор-



Р и с . 2. Среднее многолетняя динамика частоты антициклонов в Черноморском регионе.

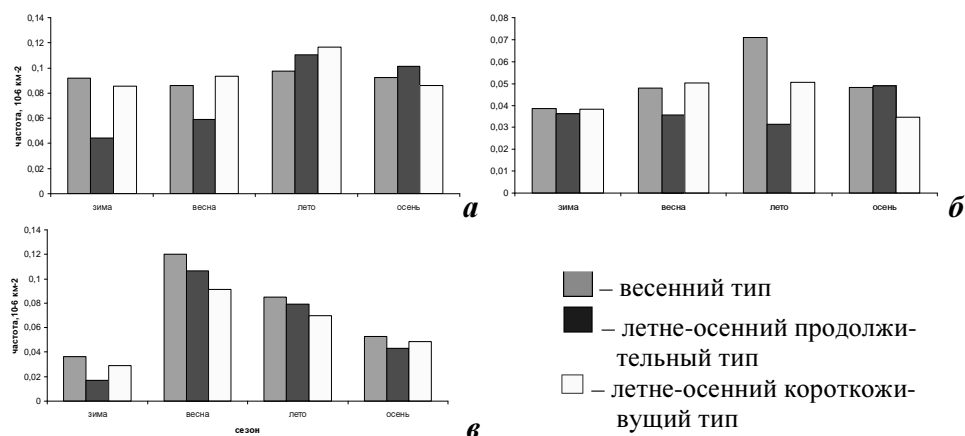


Р и с . 3 . Частота антициклонов в Черноморском регионе (а), восточной (б) и западной (в) частях Средиземноморского региона в разные фазы САК за период 1950 – 2005 гг.

ском регионе частота антициклонов увеличивается в 1,5 раза, а в западной части Средиземноморского региона – в 1,3 раза. Что касается восточной части Средиземноморского региона, то максимальные различия частоты антициклонов в положительную и отрицательную фазы отмечаются весной и оцениваются в 1,2 раза (рис.3). Анализ корреляционной связи частоты антициклонов с индексом САК показал следующее. Коэффициенты корреляции частоты с индексом САК в Черноморском регионе достигает 0,47; в то время как в западной и восточной частях Средиземноморского региона его величина составляет 0,36 и 0,12 соответственно.

Подобный подход был применен для анализа на качественном уровне связи частоты антициклонов в рассматриваемых регионах с типами событий Эль-Ниньо – Южное колебание, выделенных в работе [6]. Выявлено, что в Черноморском регионе и в западной части Средиземноморского региона средняя максимальная частота проявлений антициклонов обнаруживается летом при летне-осеннем короткоживущим типе ЭНЮК, а в восточной части – весной при весеннем типе ЭНЮК (рис.4).

Климатический анализ активности антициклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе за период 1950 – 2006 гг. позволил сделать выводы:



Р и с . 4 . Среднегодовая частота антициклонов в Черноморском регионе (а), восточной (б) и западной (в) частях Средиземноморского региона в разные типы ЭНЮК (+1).

– максимальные среднемноголетние величины частоты антициклонов в Черноморском регионе и западной части Средиземноморского региона приходятся на летне-осенний период, в восточной части – на весенне-летний период;

– в Черноморско-Средиземноморском регионе максимальные среднемноголетние значения глубины и площади преимущественно отмечаются в зимний период;

– в изучаемый период частота антициклонов в Черноморском регионе в летний сезон характеризуется наличием отрицательных трендов, а в зимне-весенний – положительных; при этом в восточной части Средиземноморского региона во все сезоны обнаруживаются отрицательные линейные тренды. Все они значимы на 99 % уровне. В западном Средиземноморье обнаружены положительные тренды, незначимые только зимой.

Квазипериодические изменения параметров антициклонов объясняются влиянием САК и ЭНЮК. В летний и весенний периоды при отрицательной фазе САК, относительно положительной фазы, частота антициклонов характеризуется увеличением. Максимальные средние величины частоты антициклонов наблюдаются летом при летне-осеннем короткоживущем и весной при весеннем типе событий ЭНЮК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Бардин М.Ю., Полонский А.Б. Североатлантическое колебание и синоптическая изменчивость в Европейско-Атлантическом регионе в зимний период // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана.– 2005.– т.41, № 2.– С.147-157.
3. Бардин М.Ю. Изменчивость характеристик циклоничности в средней тропосфере умеренных широт Северного полушария // Метеорология и гидрология.– 1995.– № 11.– С.24-37.
4. Воскресенская Е.Н., Маслова В.Н. Проявления глобальных процессов в системе океан-атмосфера в циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе // Вісник Одеського державного екологічного університету.– 2010.– вип.10.– С.193-199.
5. Lionello P., Malanotte-Rizzoli P., Boscolo R. Mediterranean climate variability / Developments in earth & environmental sciences.– Elsevier, 2006.– 421 p.
6. 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.

Матеріал поступив в редакцію 15.07.2013

АНОТАЦІЯ Використовуючі дані ре-аналізу NCEP за 1950 – 2006 pp., були розраховані параметри антициклонів у Чорноморсько-Середземноморському регіоні (частота, глибина та площа), оцінено їх лінійні тренди. Проаналізовано міжрічну мінливість частоти антициклонів з урахуванням фази Північноатлантичного коливання та різних типів подій Ель-Ніньо – Південне коливання.

ABSTRACT Using re-analysis NCEP in 1950 – 2006 the parameters of anticyclone in the Black Sea and the Mediterranean region and their linear trends were calculated. Interannual variability of the anticyclonic frequency associated with different phases of the North Atlantic oscillation and the types of El Niño - Southern Oscillation were studied.