

РАЗНЫЕ ТИПЫ ЭЛЬ-НИНЬО И ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ В ИЗМЕНЧИВОСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА

Е.Н. Воскресенская, Н.В. Михайлова

Морской гидрофизический институт
НАН Украины,
г. Севастополь, Капитанская 2
E-mail: vao@alpha.mhi.iuf.net

По данным аномалий ТПО за 1856–2007 гг. в районе Тихого океана Nino-3.4 (5° ю.ш.–5° с.ш., 170°–120° з.д.) (массив Каптана) и индексу Южного колебания (1866–2007 гг.) проведена классификация событий Эль-Ниньо по ряду признаков (началу события, продолжительности, интенсивности). Выделены весенний, летний и осенний типы. Исследованы особенности проявления событий разных типов в метеорологических полях в Черноморском регионе.

Введение. Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) представляет собой периодический процесс аномального потепления приэкваториальных районов Тихого океана. ЭНЮК проявляется в межгодовой изменчивости всех элементов системы океан–атмосфера не только в тропических, но также в умеренных и высоких широтах, и является основным глобальным климатическим сигналом на этом временном масштабе.

В современной научной литературе активно дискутируется вопрос о существовании дальних региональных откликов на сигнал Эль-Ниньо (ЭН). Результаты исследований достаточно противоречивы. Например, в работе [1] отрицается заметное воздействие Эль-Ниньо на циркуляцию атмосферы в умеренных широтах Северного полушария, тогда как в работах [2–4 и др.] отклики гидрометеорологических полей Атлантико-Европейского региона на сигнал Эль-Ниньо оцениваются как значимые.

Неоднозначность выводов об Атлантико-Европейских проявлениях ЭН связана с тем, что не все рассматриваемые события укладываются в классическую схему, описанную Бъеркнесом [5], как по времени начала аномалий гидрофизических полей в Тихом океане с точностью до сезона, продолжительности их развития и существова-

ния. Безусловно, такие особенности не могут не проявляться в соответствующих изменениях гидрометеорологических полей во внутротропических широтах. Более подробный анализ индивидуальных событий ЭН показывает, что можно выделить для некоторых событий общие черты, на основании которых появляется возможность объединить их в определенные группы. При этом каждый выделенный тип ЭН может продуцировать определенные структуры полей температуры и ветра в тропиках и вызывать специфическую реакцию циркуляции внутротропических широт.

В мировой научной литературе принято классифицировать события ЭН по трем критериям: времени начала события, его продолжительности и интенсивности. Вопрос о том, какой момент времени считать началом события ЭН, до сих пор вызывает дискуссии. Например, Rasmusson и Сарпентер [6] считали началом события ЭН момент, когда композитные аномалии ТПО вдоль Перуанского побережья еще оставались около нуля, но быстро возрастали. Philander [7] в качестве начальной фазы считал весну накануне события Эль-Ниньо, а Хи и Чан [8] за момент начала ЭН принимали время, когда температура поверхности океана (ТПО) в центральном приэкваториальном районе Тихого океана (5° с.ш.–5° ю.ш., 170°–120° з.д.) значительно превышала многолетнюю норму (среднемесячное значение за 1950–1997 гг.). По их мнению, аномалии ТПО в указанной зоне, которые обычно характеризуются индексом Nino-3.4, являются хорошим индикатором начала события ЭН, т.к. в этой области наблюдаются наибольшие в экваториальной зоне западно-восточные градиенты ТПО [9]. Более того, аномальное потепление в районе Nino-3.4, по-видимому, является главной причиной сдвига восходящей ветви циркуляции Уокера и сильно коррелирует с индексом ЮК. Таким образом, аномалии ТПО в районе Nino-3.4 и в нашей работе были положены в основу классификации событий ЭН по времени их начала. Месяц, когда аномалии ТПО впервые превысили 0.5 °C и далее продолжали существовать, считался моментом начала события ЭН.

Данные. В качестве исходных данных были использованы ряды аномалий температуры поверхности океана по всему

Земному шару (сетка $5^{\circ} \times 5^{\circ}$) с 1856 по 2007 гг. [10], индекс Южного Колебания (ЮК) за 1866–2008 гг., многолетние данные наблюдений за приземным атмосферным давлением, температурой воздуха, осадками на станциях Гидрометслужбы Украины (Севастополь, Одесса, Феодосия, Николаев, Ялта, Евпатория, Очаков).

Результаты. Для классификации событий Эль-Ниньо был проведен кластерный анализ по двум параметрам – аномалиям ТПО в районе Niño-3.4 (массив Каплана) и индексу Южного колебания за период 1866–2007 гг. В результате кластерного анализа были выделены 3 группы событий, которые отличались по времени начала события, интенсивности и продолжительности.

Первая группа – весенние события (начало приходится на январь–май месяцы). К ним относятся события 1877–1878, 1888–1889, 1902–1903, 1953, 1957–1958, 1965–1966, 1972–1973, 1982–1983, 1991–1992, 1993, 1997–1998 гг. Сразу отметим, что начало события 1965 г. приходится на июнь (величина АТПО в июне в районе Niño-3.4 составила $0,78^{\circ}\text{C}$ и превысила пороговое значение $0,5^{\circ}\text{C}$), т.е. формально его надо было бы отнести к летним событиям. Однако кластерный анализ показал, что событие Эль-Ниньо 1965 г. по своим характеристикам гораздо ближе к весенним, а не к летним событиям. К такому же выводу пришли и авторы работы [11], которые по величине аномалий теплозапаса также отнесли событие 1965 г. к весеннему типу.

Вторая группа событий – летние (начало события приходится на июнь–сентябрь). К ним относятся события 1864–1866, 1868–1869, 1884–1886, 1896–1897, 1899–1900, 1904–1906, 1911–1912, 1918–1920, 1923–1924, 1925–1926, 1929–1931, 1951, 1963–1964, 1968–1970, 1986–1987, 1994–1995, 2002–2003, 2004–2005, 2006–2007 гг.

В особую, третью группу были выделены осенние события, начало которых приходится на октябрь–декабрь. В эту группу попали события 1880–1881, 1913–1915, 1939–1942 и 1976–1977 гг.

Всего за период 1856–2007 гг. были выделены 34 события ЭН. Из них 11 весенних, 19 летних и 4 осенних.

На рисунке 1 показаны композитные аномалии ТПО (АТПО) в районе Niño-3.4 для разных групп событий ЭН. Из рисунка видно, что весенние ЭН отличаются ранним

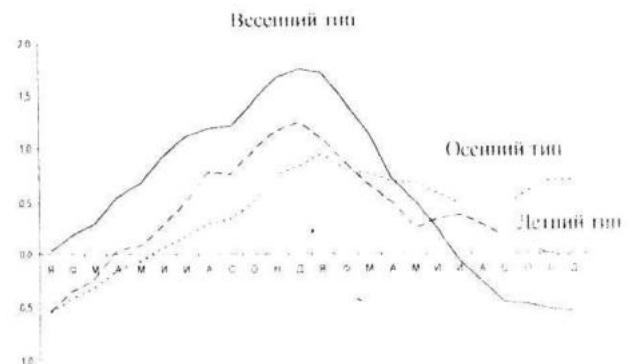


Рисунок 1 – Композитные аномалии ТПО в районе Niño-3.4 для событий ЭН разных типов

началом (пороговое значение $0,5^{\circ}\text{C}$ для АТПО превышается уже в апреле) и относительно небольшой продолжительностью (около 15 месяцев). Наиболее высокие аномалии ТПО (в среднем $1,75^{\circ}\text{C}$) отмечаются в декабре «0» года.

Начало теплого эпизода летних событий, как правило, приходится на июль. Максимум аномалий ТПО в районе Niño-3.4 для событий летнего типа достигается также в декабре «0» года и составляет в среднем $1,24^{\circ}\text{C}$. Их продолжительность немногим больше продолжительности весенних событий (около 16 месяцев).

Осенние события характеризуются поздним началом (октябрь), малыми аномалиями ТПО в период кульминации ($0,94^{\circ}\text{C}$ в январе «+1» года) и самой большой продолжительностью (более 18 месяцев).

Реакция тропической атмосферы на события ЭН разных типов также различна. Как показано на рисунке 2, весенний тип ЭН сопровождается развитием наиболее интенсивного Южного колебания. Величина индекса ЮК становится < -1 одновременно с превышением порогового значения АТПО в районе Niño-3.4 (апрель «0» года) и остается на этом уровне до декабря «0» года.

Во время летних ЭН индекс ЮК за 1 месяц до начала события (в июне) уже находится в районе значений -1 и с началом события понижается далее до значения $-1,22$ в августе. Однако уже в сентябре ячейка Уокера ослабевает и величина индекса ЮК растет.

Во время осенних событий индекс ЮК вовсе не достигает отметки -1 , следовательно, ячейка Уокера во время таких событий слабо выражена или отсутствует.

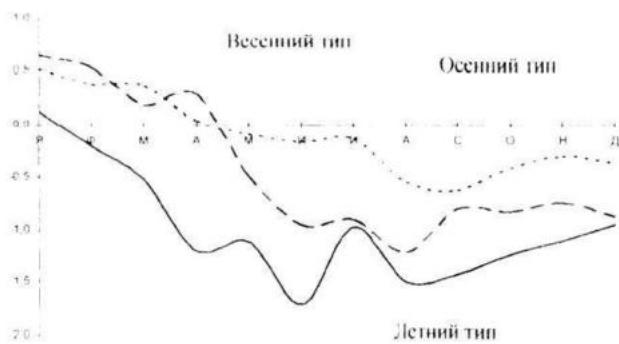


Рисунок 2 – Композит индекса ЮК для различных типов ЭН

Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что именно весенние события вызывают наибольшие аномалии атмосферных и океанических полей в тропической зоне.

Отклики гидрометеорологических полей Черноморского региона на весенние, летние и осенние события ЭН носят разнонаправленный характер. В связи с ограниченной статистикой для осенних ЭН далее эта группа событий и отклики на нее анализироваться не будут. Как видно из рисунка 3, наиболее яркая реакция поля температуры на СЗ Черноморского региона наблюдается в ноябре (на крымских станциях в октябре-ноябре) «0» года. В Одессе в годы весенних ЭН в ноябре отрицательная аномалия приземной температуры воздуха (ПТВ) составляет -0.9°C , тогда как в годы летних ЭН аномалия ПТВ в ноябре положительная $+1.3^{\circ}\text{C}$. Соответствующие показатели для г. Севастополя -2.1°C и $+0.5^{\circ}\text{C}$.

В целом, можно заметить, для весенних событий ЭН характерен пониженный фон



Рисунок 3 – Композитные аномалии приземной температуры воздуха для весенних и летних событий ЭН (г. Одесса)

температуры воздуха в течение года, для летних событий – повышенный фон ПТВ.

Годовой ход приземного атмосферного давления (ПАД) в Черноморском регионе также различен для событий ЭН разных типов. В годы весенных событий за исключением первых трех месяцев года на СЗ Черноморского региона ПАД ниже средней многолетней величины (в апреле и июле на 3-4 гПа). В годы летних событий ЭН приземное атмосферное давление выше многолетней величины на 2-3 гПа (рисунок 4).

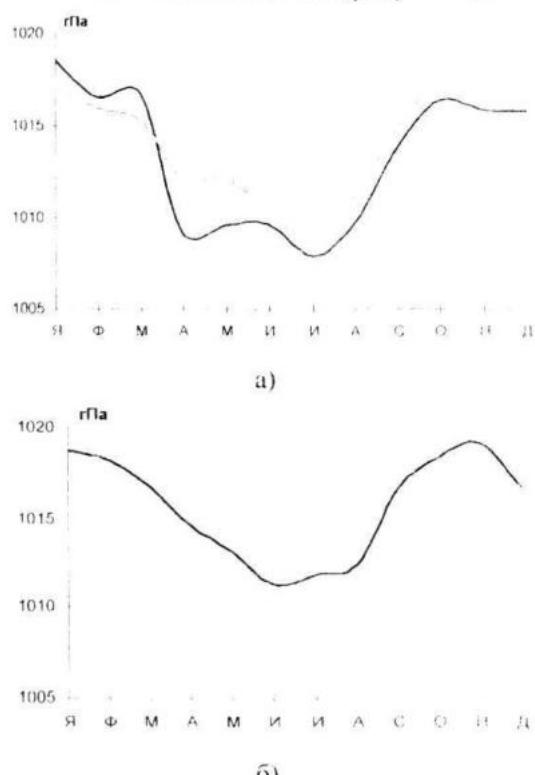


Рисунок 4 – Композитный годовой ход приземного атмосферного давления для лет весенних ЭН (а) и летних ЭН (б) (г. Одесса)

На крымских станциях в годы весенних событий ЭН январское приземное атмосферное давление выше многолетнего на 3-5 гПа, тогда как в годы летних событий ниже на 2-4 гПа.

Следовательно, в январе «0» года весенного события ЭН над большей частью Черноморского региона преобладает относительно холодная и сухая антициклональная погода. Этот факт подтверждается диаграммами, представленными на рисунке 5. Сумма осадков в январе в г. Севастополе меньше климатической нормы (рисунок 5а).

В годы летних событий ЭН в январе «0» года Черноморский регион находится под влиянием средиземноморской зоны

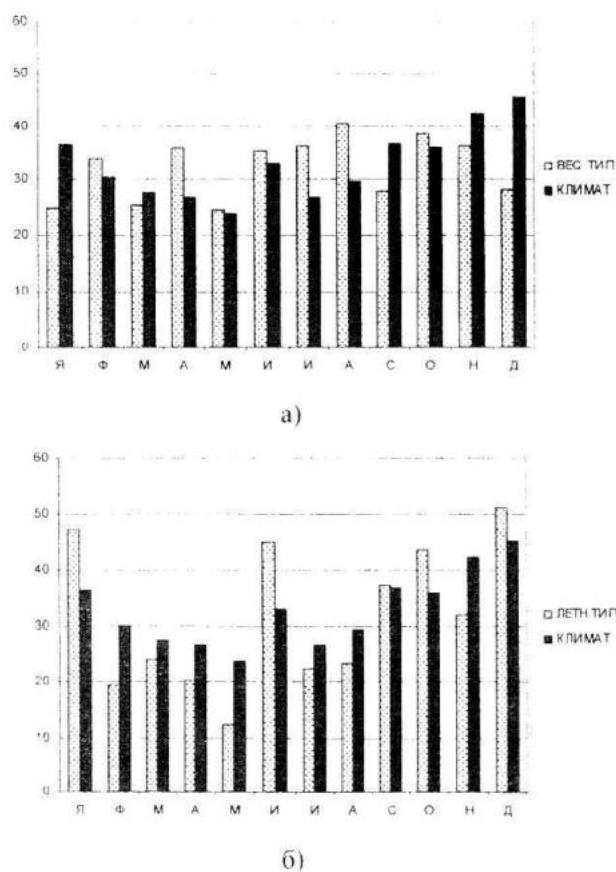


Рисунок 5 - Композитный годовой ход месячных сумм осадков (в мм) для лет весенних ЭН (а) и летних ЭН (б) (г. Севастополь)

циклогенеза, поэтому сумма осадков на крымских станциях выше климатической нормы. Аналогичная ситуация наблюдается и в декабре «0» года ЭН.

Кроме этого, можно заметить, что весна и лето в период развития ЭН весеннего типа характеризуются повышенными суммами осадков, а в период ЭН летнего типа весна и лето более сухие, чем обычно.

Заключение. По результатам кластерного анализа были выделены 3 типа событий Эль-Ниньо: весенние, летние и осенние.

Каждый тип ЭН вызывает специфическую реакцию метеорологических полей Черноморского региона. В период развития ЭН весеннего типа в январе и в декабре формируются отрицательные аномалии температуры и осадков и положительные аномалии атмосферного давления. Весной и летом фон температуры и атмосферного давления в Черноморском регионе пониженный, выпадает большое количество осадков. В ноябре отрицательные аномалии

температуры достигают максимального по модулю значения.

В период развития ЭН летнего типа в январе в Крыму ПАД ниже климатической нормы, а осадки – выше, в связи с преобладанием циклональной погоды. Весной и летом фон температуры и ПАД в Черноморском регионе повышенный, суммы осадков ниже нормы. В октябре-ноябре наблюдаются максимальные положительные аномалии температуры воздуха.

Л и т е р а т у р а

1. J.R. Key, A.C.K. Chan. Multidecadal global and regional trends in 1000 mb and 500 mb cyclone frequencies // Geoph. Res. Let. – 1999. – **26**. – PP. 2053 – 2056.
2. А.Б. Полонский, Е.Н. Воскресенская, Д.В. Башарин, Н.В. Михайлова. Глобальные и региональные проявления Эль-Ниньо в полях приземного давления и температуры в весенний период // МГФЖ. – 2003. – №3. – С. 50 – 62.
3. A.B. Polonsky, E.N. Voskresenskaya. ENSO-Induced Climate Variability over the Europe // Studia Geograficzne. – **75**. / Acta Universitatis Wratislaviensis. – 2003. – PP. 87 – 97.
4. A. Mariotti, N. Zeng, K.M. Lau. Euro-Mediterranean rainfall variability and ENSO // CLIVAR Exchange. – 2002. – **7**. – N1. – PP. 3 – 5.
5. J. Bjerknes. Atlantic air-sea interaction // Adv. Geophys. – 1964. – **10**. – PP. 1 – 82.
6. E. M. Rasmusson, T. H. Carpenter. Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Nino // Mon. Wea. Rev. – 1982. – **110**. – PP. 354 – 384.
7. S.G. Philander. ElNino and LaNina // J. Atmos. Sci. – 1985. – **42**. – PP. 2652 – 2662.
8. J. Xu, J.C.L. Chan. The role of the Asian-Australian monsoon system in the onset time of El Niño events // J. Climate. – 2001. – **14**. – N3. – PP. 418 – 433.
9. B. Wang. Interdecadal changes in El Nino onset in the last four decades // J. Climate. – 1995. – **8**. – PP. 267 – 285.
10. A. Kaplan, M. Cane, Y. Kushnir et. al. Analyses of global sea surface temperature 1856-1991 // J. Geoph. Res. – 1998. – **103**. – PP. 18567 – 18589.
11. T. Horii, K. Hanawa. A relationship between timing of El Niño onset and subsequent evolution // Geoph. Res. Let. – **31**, L06304. doi:10.1029/2003GL019239, 2004.