

**ДЕКАДНЫЕ АНОМАЛИИ
ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
В ЧЕРНОМОРСКО-
СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ
И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ
ПШЕНИЦЫ В УКРАИНЕ**

*В.Н. Маслова, Е.Н. Воскресенская,
Е.В. Дунаевская **

Морской гидрофизический институт
НАН Украины

г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: vao@alpha.mhi.iuf.net

* Никитский Ботанический Сад –
Национальный научный центр УААН,
г. Ялта

С использованием данных реанализа NCEP/NCAR, гидрометеорологических и данных по урожайности зерновых показано наличие климатического сдвига в середине 70-х гг. XX века в характере циклонической активности в Черноморском и Средиземноморском регионах, в аномалиях расходов рек и урожайности озимой пшеницы в Украине.

Введение. Циклоническая активность является интегральным показателем климатических аномалий Европейского региона, исследованию которых в настоящее время посвящено множество работ [1 – 3], поэтому в настоящей работе она была выбрана для характеристики низкочастотной изменчивости климатической системы в Черноморском и Средиземноморском регионах. Целью работы является изучение проявлений основных климатических сигналов в десятилетней изменчивости циклонической активности в Средиземноморском и Черноморском регионах и урожайности зерновых на территории Украины. Для выполнения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- получить массивы данных основных параметров циклонов для уточненных районов Средиземноморского и Черноморского регионов;
- провести контроль качества расчета параметров циклонов на основе данных реанализа NCEP/NCAR;
- провести расчеты и анализ статистических характеристик и трендов параметров циклонов для выделенных регионов;
- изучить квазипериодическую изменчивость десятилетнего масштаба основных параметров циклонов в Черноморско-

Средиземноморском регионе, стоков основных рек Украины и урожайности сельскохозяйственных культур в Украине и исследовать связь этих характеристик с крупномасштабными процессами в системе океан-атмосфера.

Описание данных и процедура анализа.

В работе были использованы следующие данные:

- ежедневные данные реанализа NCEP/NCAR о поле высоты геопотенциальной поверхности 1000 гПа на пространственной сетке $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ за период 1948–2006 гг.
- массивы данных среднемесячных расходов европейских рек Черноморского бассейна за 1947–2007 гг.
- массивы ежегодных данных по урожайности озимой пшеницы в Украине за период 1945–2008 гг.
- массивы среднемесячных индексов САК (Североатлантического колебания) и ТДО (Тихоокеанской декадной осцилляции) за период 1900–2007 гг.

Параметры циклонической активности (частота, глубина, площадь и интенсивность) выделялись на основе данных реанализа NCEP/NCAR с помощью методики, описанной в работе [4], для Черноморского региона в границах: $37,5^\circ$ – 50° с.ш. и $27,5^\circ$ – 45° в.д. – и для двух районов Средиземноморского региона:

- запад – 35° – 47° с.ш., 6° з.д. – 18° в.д.
- восток – 29° – 41° с.ш., 14° – 38° в.д.

Контроль качества выделения характеристик циклонов, основанный на сравнении количества дней с циклонами, выбранных на основе реанализа NCEP/NCAR, и аналогичных значений, полученных по сборнокинематическим картам гидрометслужбы Украины, показал хорошее соответствие проанализированных рядов (рисунок 1), коэффициент корреляции между ними составляет 0,91.

Изменчивость всех параметров циклонов была описана отдельно для каждого исследуемого района (одного черноморского и двух средиземноморских) по сезонам, построены линейные и полиномиальные тренды этих характеристик. Далее была изучена десятилетняя изменчивость рассчитанных параметров циклонической активности в связи с влиянием крупномасштабных сигналов в системе океан-атмосфера. Также были показаны проявления низкочастотного влияния ТДО и САК в гидрологических и социально-экономических характеристиках окружающей среды: в стоках основных рек Украины (Днепра, Южного Буга, Днестра, Дуная) и урожайности озимой пшеницы в Украине.

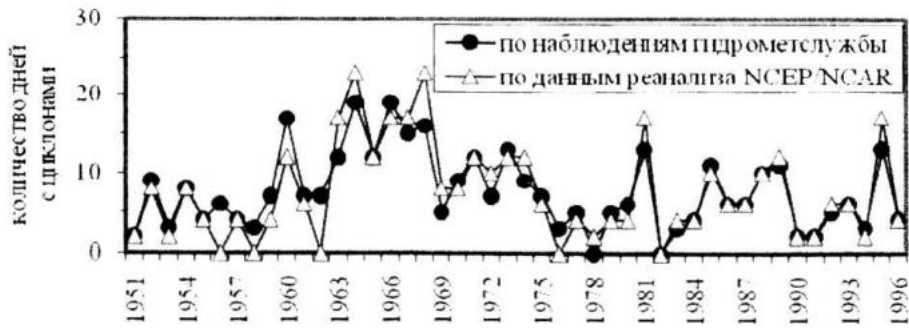


Рисунок 1 – Количество дней с циклонами в Черноморском регионе в ноябре

Результаты и обсуждение. Среднегодовые величины количества дней с циклонами по сезонам для уточненных районов Черноморского региона составляют: 28,6 зимой, 34,6 весной, 14,9 летом и 17,9 осенью. В Средиземноморском регионе в западной и восточной частях, соответственно, – 42,6 и 55,3 зимой, 34,7 и 34,3 весной, 22,6 и 4,9 летом, 36,4 и 23,6 осенью.

Анализ линейных трендов параметров циклонов по сезонам за период 1948–2006 гг. показал, что наклон трендов невелик и, главным образом, отрицателен. Значимые коэффициенты трендов наблюдаются только в зимне-весенний период в Черноморском регионе и в теплый период года в Средиземноморском регионе, когда велико влияние так называемых «термальных минимумов» [5]. В то же время из рисунка 2 видно, что квазипериодическая изменчивость характерна для циклонической активности в регионах и Черного (рисунок 2б), и Средиземного морей (рисунки 2в и 2г). Полиномиальные тренды показывают, что периоды с 1963 по 1975 гг. и с 1976 по 2004 гг. могут быть охарактеризованы как положительная и отрицательная фазы квазидесятилетнего колебания. Эта периодичность может быть объяснена, главным образом, сменой фаз ТДО, а также низкочастотным влиянием САК (рисунок 2а). Таким образом, при анализе трендов следует учитывать особенности масштабов низкочастотной квазипериодической изменчивости.

Отклики на низкочастотное воздействие ТДО были проанализированы в изменчивости параметров циклонов, стока рек и урожайности озимой пшеницы. Сравнение характеристик циклонов Черноморского и Средиземноморского регионов и стока основных черноморских рек, Днепра, Дуная и Южного Буга, в зависимости от фазы ТДО

иллюстрирует рисунок 3, на котором для примера приведена частота циклонов (рисунки 3а–в) и расход Южного Буга (рисунок 3г). В исследуемый период отрицательная фаза ТДО наблюдалась с 1948 по 1976 гг., а положительная – с 1977 по 2001 гг.

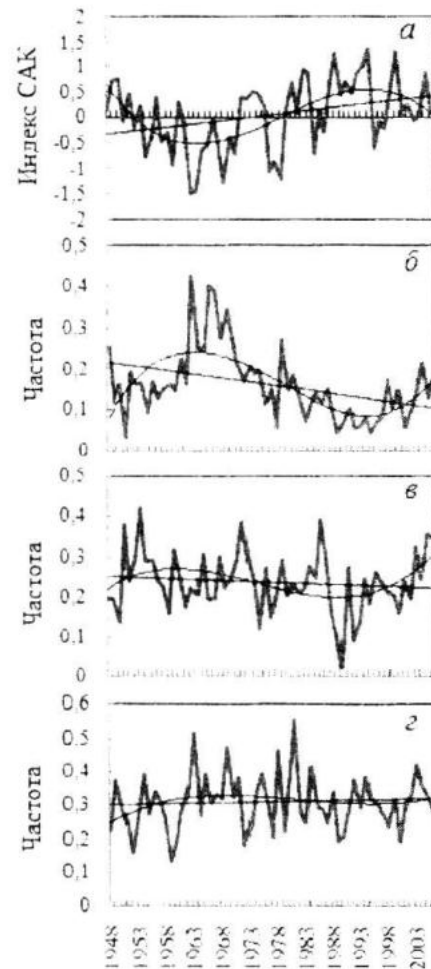


Рисунок 2 – Изменчивость индекса САК (а); частота зимних циклонов, ее линейный тренд (прямая линия) и полиномиальный тренд (кривая линия) в Черноморском регионе (б), в западной части (в) и в восточной части (г) Средиземноморского региона

Видно, что во время отрицательной фазы ТДО наблюдаются значимые повышенные относительно положительной фазы значения характеристик циклонов в Черноморском (рисунок 3*в*) и Средиземноморском регионах (рисунки 3*а* и 3*б*) с января по март и, соответственно, стока рек во время весеннего сезона (рисунок 3*г*).

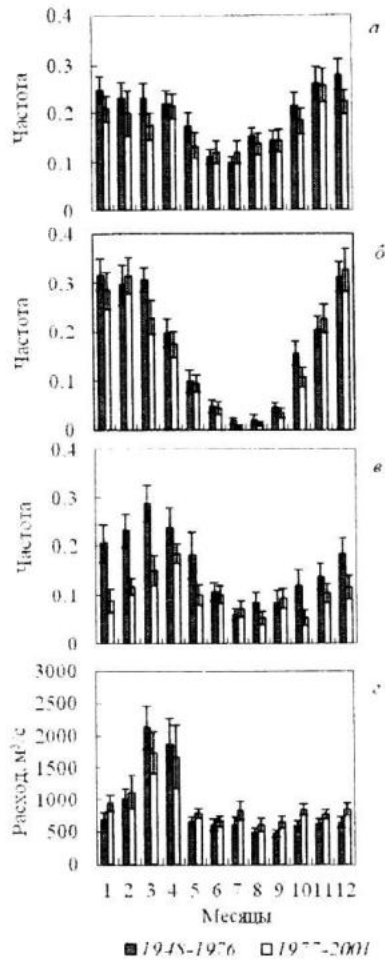


Рисунок 3 – Среднемесячная частота циклонов за периоды отрицательной (1948 – 1976 гг.) и положительной (1977 – 2001 гг.) фаз ТДО, *а* – в западной части Средиземноморского региона, *б* – в восточной части Средиземноморского региона, *в* – в Черноморском регионе; *г* – среднемесячный расход Южного Буга за периоды отрицательной и положительной фаз ТДО (интервал погрешностей соответствует уровню значимости 0,2)

Квазидвадцатилетние изменения в рамках исследуемого интервала времени, т.е. смена периодов положительной и отрицательной фаз ТДО, описанные выше, естественно, проявляются и в урожайности сельскохозяйственных культур. Как видно из рисунка 4, низкочастотное влияние ТДО, прослеживается в изменчивости аномалий урожайности озимой пшеницы в степной зо-

не Украины (для примера приведена урожайность в Запорожской области, рисунок 4*б*), в лесостепи (Хмельницкая область, рисунок 4*в*) и полесье (Волинская область, рисунок 4*г*). Аномалии урожайности озимой пшеницы во время положительной фазы ТДО характеризуются положительными величинами, а отрицательной фазе ТДО соответствуют отрицательные аномалии во всех интегральных агропромышленных зонах Украины.

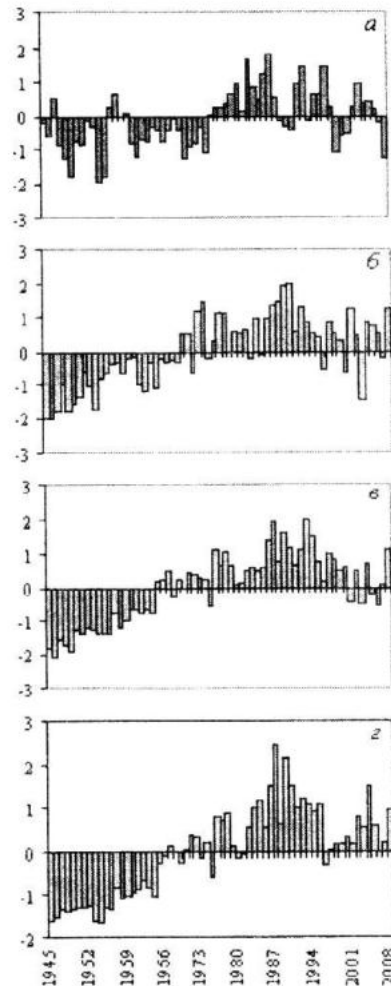


Рисунок 4 – Среднегодовой индекс ТДО (*а*), аномалии урожайности озимой пшеницы в Запорожской (*б*), Хмельницкой (*в*) и Волинской (*г*) областях

Также показано, что отклики в урожайности озимой пшеницы в Украине на смену фаз ТДО (климатический сдвиг [6]) в середине 70-х годов XX века проявляются в том, что среднемноголетние величины урожайности выше в течение положительной фазы ТДО, чем за период отрицательной фазы. Разница между этими величинами (рисунок 5) положительна и значима на уровне 95%.

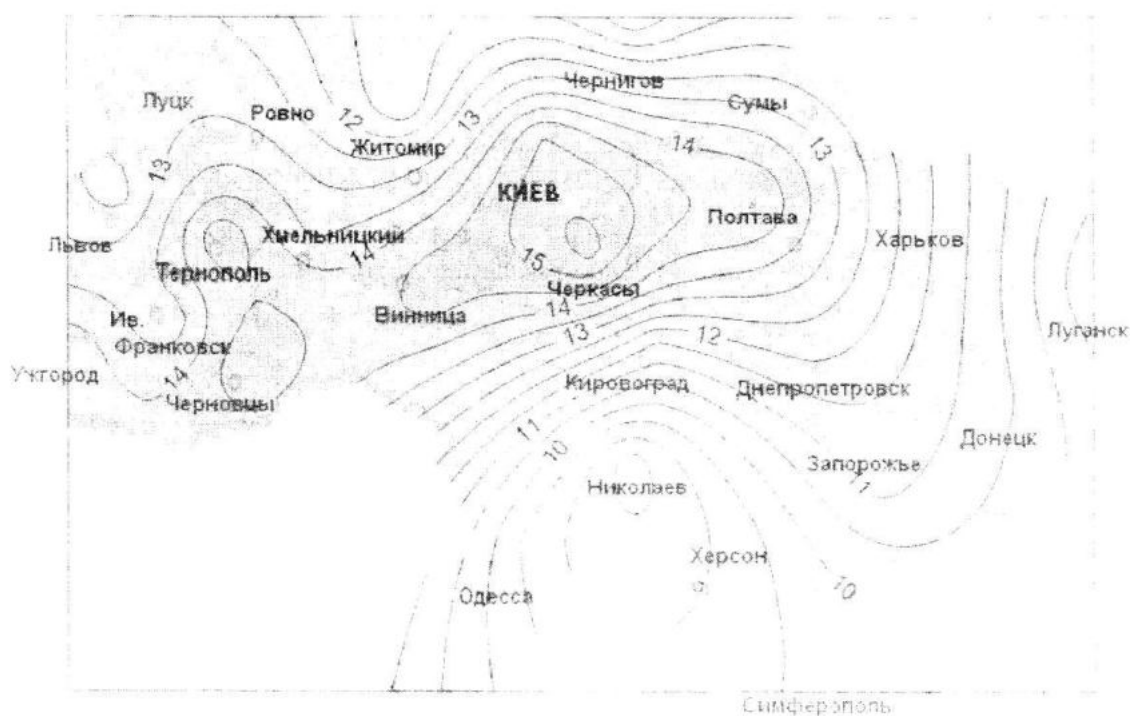


Рисунок 5 – Разность среднемноголетних величин урожайности озимой пшеницы, ц/га, за период положительной (1977–2008 гг.) и отрицательной (1945–1976 гг.) фаз ТДО в рамках исследуемого интервала времени (1945–2008 гг.)

Выводы. В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- контроль качества выделения циклонов по данным реанализа показал значимое соответствие рассчитанных характеристик циклонов с реальными данными гидрометслужбы Украины;

- при анализе трендов циклонической активности следует учитывать особенности масштабов низкочастотной квазипериодической изменчивости;

- наличие климатического сдвига, связанного со сменой фаз ТДО, проявляется в значимом различии величин характеристик циклонов Черноморско-Средиземноморского региона, стоков основных рек Украины и урожайности озимой пшеницы в Украине.

Л и т е р а т у р а

1. Бардин М.Ю., Полонский А.Б., Воскресенская Е.Н. Статистические характеристики циклонов и антициклонов над Черным морем во второй половине XX века // МГЖ. № 6. 2007. – С. 47–58.

2. Lionello, P., Bhend J., Boldrin U., Trigo I. F., Ulbrich U. Climatology of cyclones in the Mediterranean: present trends and future scenarios. CLIVAR Exchanges, № 2, vol. 11, 2006. – P. 10–12.

3. Nissen K.M., Ulbrich U., Leckebusch G., Renggli D., Pinto J.G., Ulbrich S. Cyclones causing winter storms in the Mediterranean region. Geophysical Research Abstracts, vol. 11, 2009. – EGU2009-7126.

4. Маслова В.Н., Воскресенская Е.Н., Бардин М.Ю. Межгодовая изменчивость характеристик циклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе // Системы контроля окружающей среды / Сб. науч. тр. МГИ НАНУ. – Севастополь, 2006. – С. 299–302.

5. Guijarro J.A., Jansa A., Campins J. Time variability of cyclonic geostrophic circulation in the Mediterranean. Advances in Geosciences, №7, 2006. – P. 45–49.

6. Meehl G.A., Hu A., Santer B.D. The mid-1970s climate shift in the Pacific and the relative roles of forced versus inherent decadal variability. Journal of Climate, vol. 22, is. 3, 2009. – P.780–792.