

## ***Засухи в Украине в ситуации влияния квазидвухлетней цикличности глобальных атмосферных процессов***

Институт географии РАН, г Москва,  
e-mail: lcherenkova@marketresearch.ru

**Аннотация.** По данным наблюдений на метеостанциях и данным реанализа выявлены региональные закономерности распределения декадных сумм осадков и частоты сильных атмосферных засух в мае-июне на территории Украины при сравнении фаз квазидвухлетнего колебания экваториального стратосферного ветра в период 1953-1990 гг. Установлено, что наилучшее согласование с пространственным распределением изменений урожайности озимой пшеницы в различные фазы квазидвухлетнего колебания демонстрирует частота засухи, а не декадные осадки.

На территории Украины выявлены регионы, где частота сильной атмосферной засухи в мае и июне в двадцатилетие на рубеже XX-XXI-го века увеличилась по сравнению с почти сорокалетним периодом с середины прошлого века.

**Ключевые слова:** засуха, индекс суровости засухи Палмера, квазидвухлетняя цикличность атмосферных процессов .

### **Введение**

Согласно исследованиям МГЭИК при изменении климата увеличивается риск гидрометеорологических экстремумов: засух и наводнений ([www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/](http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/)). Особенность засухи состоит в ее негативной способности непрерывно и длительно воздействовать на природные экосистемы, нанося тем самым катастрофический ущерб природной среде и, как следствие, деятельности человека. С формальной точки зрения засуха означает временное понижение влажности окружающей среды по отношению к его среднему состоянию [2]. Сложность изучения засухи состоит в том, что риск возникновения засухи обусловлен не только климатическими факторами.

Проблема анализа причин возникновения засух, их генезиса была и остается по-прежнему актуальной в условиях меняющегося климата и востребованности новых прогностических методик, повышающих оправдываемость агрометеорологических прогнозов урожайности сельскохозяйственных культур. С этой целью проводятся современные исследования процессов, инициирующих засуху, в результате которых выявлен ряд факторов, которые могут оказывать влияние на возникновение засухи: в их числе крупномасштабные атмосферные механизмы, связанные с режимами климатической изменчивости и аномалиями температуры поверхности океана (Sea Surface Temperature, SST) [1; 9; 10].

Цель статьи состоит в изучении региональных особенностей засухи и в попытке выявить связь сильной засухи с урожайностью озимой пшеницы на территории Украины в различные фазы квазидвухлетней цикличности глобальных атмосферных процессов.

### **Материалы и методы**

Исследованы декадные суммы осадков, рассчитанные по суточным данным наблюдений за осадками из климатического архива ВНИИГМИ-МЦД (<http://www.meteo.ru>). Атмосферные засухи на территории Украины в мае-июне в период 1953-1990 гг. были выявлены с использованием хорошо известного в мире и повсеместно применяемого количественного показателя засухи - индекса суровости засухи Палмера (Palmer Drought Severity Index, PDSI). Для расчета индекса использован массив данных пространственного разрешения 2.5 град. x 2.5 град. из глобального архива ежемесячных значений индекса с 1890 по 2010 гг. (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/>). Индекс Палмера рассчитывается по метеорологическим данным (месячным значениям температуры и осадков), а также локальным константам влагоемкости почвы. Данные используются для оценки составляющих водного баланса на поверхности почвы по упрощенной схеме влагопереноса в почве. При этом потенциальная эвапотранспирация определяется по методу Торнтвейта или Палмера. Для учета кумулятивного эффекта продолжительных периодов дефицита влаги используется рекурсивная двухэтапная процедура построения индекса, т.е. его значение на определенном временном интервале зависит от его значения на предыдущем шаге. Полученный в итоге стандартизованный индекс Палмера оценивает 11 градаций увлажнения выбранной территории от экстремальных засух до избыточного увлажнения. Значения

индекса суровости засухи Палмера от -1 до 1 соответствуют нормальным условиям увлажнения. Засуху характеризуют отрицательные значения индекса: от -1 до -2 – слабая засуха, от -2 до -3 – умеренная, от -3 до -4 – сильная, менее -4 – экстремальная. В работе подробно рассмотрены майские и июньские сильные засухи, наносящие наибольший ущерб сельскому хозяйству.

Засуха на территории Украины возникает при преобладающем антициклоническом режиме атмосферной циркуляции. Формирование антициклона здесь чаще всего связано с распространением отрога азорского антициклона на Украину и вторжением сухих быстро прогреваемых над континентом арктических масс воздуха.

Ранее уже предпринимались попытки выявить связь короткопериодной составляющей флуктуаций осадков и урожайности пшеницы с несезонным колебанием атмосферной циркуляции - квазидвухлетней цикличностью ветра в экваториальной стратосфере (quasi-biennial oscillation, QBO) [например, 6]. Многие авторы исследовали связь засух, урожайности в условиях комбинированного влияния QBO и других циркуляционных индексов [7; 8].

Регулярные наблюдения за скоростями стратосферных ветров и сменой направления западных ветров восточными, и наоборот (происходящей примерно через 28 месяцев, т.к. имеются сбои цикличности), осуществляются в различных точках экваториальной зоны с 1953 г. [5]. Используемые в статье ежегодные значения индекса засухи, а также суммы осадков и данные по урожайности озимой пшеницы были дифференцированы по фазам QBO, рассмотрены их изменения внутри западной и восточной фазы. При отнесении каждого года периода с 1953 г. к различным фазам квазидвухлетнего колебания за основу было взято направление скорости экваториального стратосферного ветра на высоте 30 Мб в период с апреля по июнь.

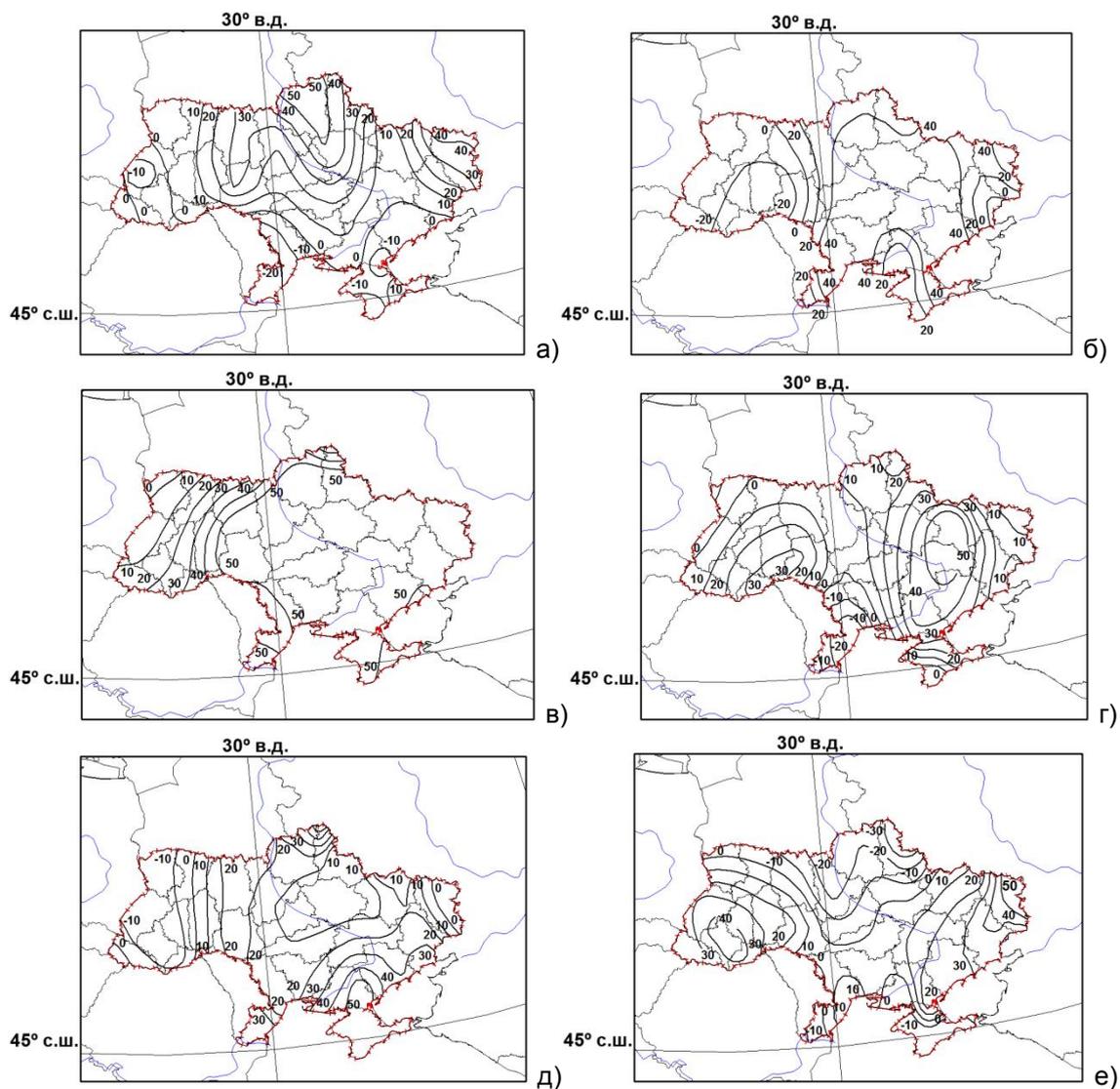
При исследовании связи осадков и засух с урожайностью озимой пшеницы временной интервал был ограничен периодом 1953-1990 гг. с доступными данными областной урожайности на территории Украины.

## Результаты и обсуждение

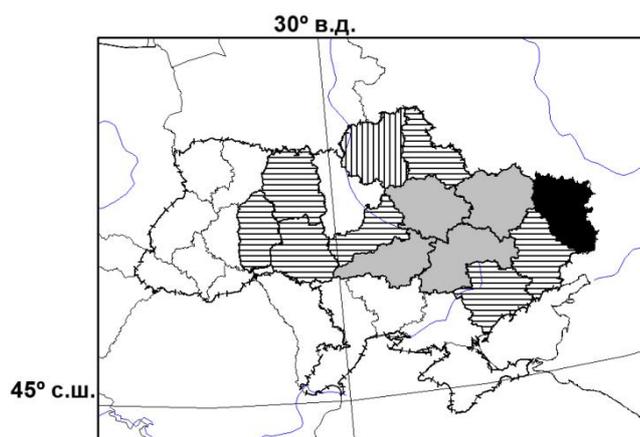
По статистике, полученной при анализе индекса Палмера в период 1953-2010 гг., в центре и в восточной части Украины число сильных засух в мае и июне варьируется от 2-3-х за столетие на севере до 10-15-ти за столетие. В период 1991-2010 гг. по сравнению с 1953-1990 гг. наиболее ощутимо частота сильных атмосферных засух в мае увеличилась на севере, юге и востоке Юго-Западного экономического района (в 2, 3 и 2 раза соответственно) и в 2.5 раза на юго-западе Южного района. На территории Донецко-Приднепровского района частота такой засухи либо не изменилась, либо уменьшилась. В июне в 1991-2010 гг. на севере, востоке и юге Юго-Западного экономического района и на севере Донецко-Приднепровского района число наблюдения сильных засух удвоилось, а на юго-западе Южного района – выросло в 2.5 раза. На остальной территории Украины частота сильной атмосферной засухи уменьшилась.

В процессе исследования установлено, что в годы западной фазы QBO с преобладающими на экваторе западными ветрами практически на всей территории Украины в мае и июне наблюдались более благоприятные условия для формирования урожайности озимой пшеницы, чем в восточную фазу квазидвухлетней цикличности ветра, когда стратосферные экваториальные ветра на высоте 30 Мб с апреля по июнь имели восточное направление. Так, осредненные за период 1953-1990 гг. западной фазы QBO декадные суммы осадков, в мае и июне превышали аналогичные суммы за годы восточной фазы (рис. 1). В апреле такая закономерность не прослеживается. Полученные результаты согласуются с выводами, полученными ранее другими исследователями на основе анализа среднемесячных осадков более коротких рядов наблюдений [3; 4]. Использование декадных сумм осадков позволило более детально проследить закономерности их территориального распределения на территории Украины в различные фазы квазидвухлетнего колебания экваториального стратосферного ветра.

Вместе с тем, из анализа рисунков 1, 2 и 3 можно сделать вывод о большей согласованности изменений урожайности озимой пшеницы в различные фазы квазидвухлетней цикличности в период 1953-1990 гг. с изменениями частоты сильной атмосферной засухи, нежели с изменениями декадных сумм осадков. Так, в годы западной фазы QBO по сравнению с его восточной фазой частота сильной засухи в мае и июне была меньше на западе, в центре и на востоке Украины и больше в ее северных и южных областях (рис.3). Полученный результат объясняет не только повышение областной урожайности озимых в Украине в годы западной фазы QBO, но и то, что наибольшее увеличение урожайности наблюдалось в Днепропетровской (11.6%), Кировоградской (12.4%), Луганской (24.9%), Полтавской (14.3%) и Харьковской (17.2%) областях (рис.2).

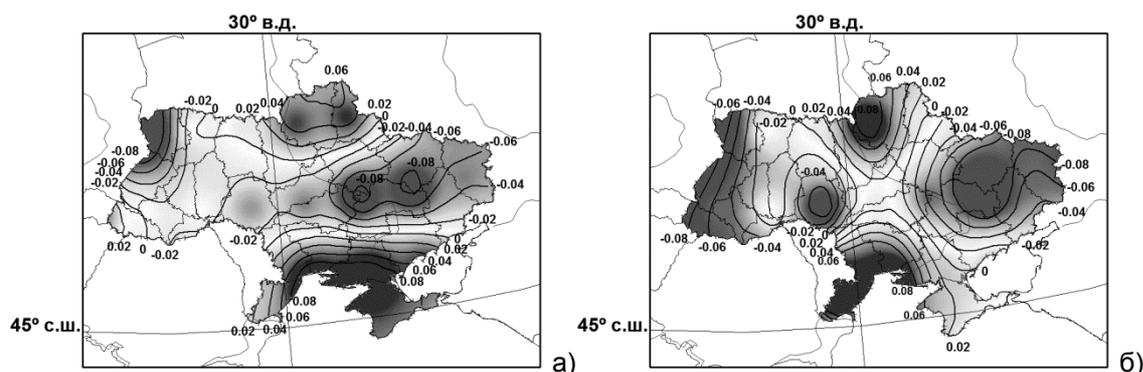


**Рис. 1.** Изменение декадных сумм осадков (%) в западную фазу QBO по сравнению с его восточной фазой в период 1953-1990 гг. в 1-ю (а), 2-ю (б) и 3-ю (в) декады мая и в 1-ю (г), 2-ю (д) и 3-ю (е) декады июня



**Рис. 2.** Изменение областной урожайности озимой пшеницы в западную фазу квазидвухлетней цикличности атмосферных процессов по сравнению с его восточной фазой в период 1953-1990 гг. на территории Украины. Черным цветом показаны области положительных изменений, превышающие 20%, серым цветом – от 10 до 20%, горизонтальной штриховкой – до 10%. Области отрицательных изменений отмечены вертикальной штриховкой

Кроме того, подтверждается важность всего рассмотренного сезонного интервала при определении влияния сильной засухи на формирование урожайности озимой пшеницы.



**Рис. 3.** Изменение частоты сильной засухи на территории Украины в западную фазу QBO по сравнению с его восточной фазой в период 1953-1990 гг.: в мае (а) и июне (б)

Отметим, что выявленные закономерности пространственного распределения декадных осадков и частоты сильных засух в мае и июне в различные фазы квазидвухлетнего колебания стратосферного экваториального ветра прослеживаются и в годы, следующие за исследованным в статье периодом вплоть до настоящего времени (рисунки не приводятся). Это позволяет сделать предположение о том, что при моделировании урожайности сельскохозяйственных культур, в особенности для Донецко-Приднепровского экономического района, введение в рассмотрение значений скоростей стратосферного экваториального ветра в качестве нового предиктора может улучшить прогностические функции модели.

### Выводы и рекомендации

Выявлены территориальные закономерности распределения декадных сумм осадков и частоты сильных атмосферных засух в мае-июне при сравнении фаз квазидвухлетнего колебания экваториального стратосферного ветра в период 1953-1990 гг. Установлено, что наилучшее согласование с пространственным распределением изменений урожайности озимой пшеницы в различные фазы квазидвухлетнего колебания демонстрирует частота засухи, а не декадные осадки.

Проведенное исследование содержит научные результаты, полезные для последующей выработки методики уточненного заблаговременного прогноза урожайности сельскохозяйственных культур в отдельных областях Украины с учетом квазидвухлетнего колебания стратосферного экваториального ветра как надежного предиктора с известными заранее достаточно устойчивым интервалом значений. Результаты исследования могут быть использованы в агрометеорологической практике и в агростраховании.

### Литература

1. Володин Е. М. О природе некоторых сверхэкстремальных аномалий летней температуры / Е. М. Володин // Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли». «Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». – М.: Триада ЛТД. 2011. – С. 48-57.
2. Золотокрылин А. Н. Динамика засух в Европейской России в ситуации глобального потепления / А. Н. Золотокрылин, В. В. Виноградова, Е. А. Черенкова // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2007. – Т. 21. – С. 160-181.
3. Золотокрылин А. Н. Реакция урожайности зерновых на короткопериодическую изменчивость климата / А. Н. Золотокрылин, С. С. Савина, Л. В. Хмелевская, Е. И. Климакова // Известия АН СССР. Сер. Геогр. – 1990. – №5. – С. 53-66.
4. Золотокрылин А. Н. Изменчивость урожайности пшеницы на европейской части СССР в условиях квазидвухлетней цикличности атмосферных процессов / А. Н. Золотокрылин // Известия АН СССР. Сер. Геогр. – 1985. – №2. – С. 59-67.
5. Baldwin M. P. The Quasi-Biennial Oscillation / M. P. Baldwin, L. J. Gray, T. J. Dunkerton, K. Hamilton, P. H. Haynes, W. J. Randel, J. R. Holton, M. J. Alexander, I. Hirota, T. Horinouchi, D.B.A. Jones, J. S. Kinnersley, C. Marquardt, K. Sato, M. Takahashi // Reviews of Geophys. – 2001. – №39. – P.179-229.
6. Bradzil B. The QBO Signal in Monthly Precipitation Fields over Europe / B. Bradzil, A. N. Zolotokrylin // Theor. Appl. Climatology. – 1995. – V.51. – Pp.3-12.
7. Garnett R. Correlates of Canadian Prairie summer rainfall: implications for crop yields / R. Garnett, N. Nirupama, C. E. Haque, T. S. Murty // Clim. Res. – 2006. – Vol. 32. – Pp. 25 – 33.
8. Malone R. W. Quasi-biennial corn yield cycles in Iowa / R. W. Malone, D. W. Meek, J. L. Hatfield, M. E. Mann, R. J. Jaquis, L. Ma // Agricultural and Forest Meteorology. – 2009. – №149. – 1087 – 1094.

9. Schubert S. D. Causes of long-term drought in the U.S. Great Plains / S. D. Schubert, M. J. Suarez, P. J. Pegion, R. D. Koster, J. T Bacmeister // J. Climate. – 2004. – №17. – Pp. 485 – 503.
10. Seager R. Modeling of tropical forcing of persistent droughts and pluvials over western North America: 1856–2000 / R. Seager, Y. Kushnir, C. Herweijer, N. Naik, J. Miller // J. Climate. – 2005. – №18. – Pp. 4065 – 4088.

**Анотація.** Е. А. Черенкова **Посухи на Україні в умовах впливу квазидвухлітньої циклічності глобальних атмосферних процесів.** За даними спостережень на метеостанціях і даними реаналізу виявлено регіональні закономірності розподілу декадних сум опадів та частоти сильних атмосферних посух в травні-червні на території України при порівнянні фаз квазидвухлітнього коливання екваторіального стратосферного вітру в період 1953-1990 рр. Встановлено, що найкраще узгодження з просторовим розподілом змін врожайності озимої пшениці в різні фази квазидвухлітнього коливання демонструє частота посухи, а не декадні опади.

На території України виявлено регіони, де частота сильної атмосферної посухи в травні та червні у двадцятиріччя на рубежі ХХ-ХХІ-го століття збільшилася в порівнянні з майже сорокарічним період з середини минулого століття.

**Ключові слова:** посуха, індекс суворості посухи Палмера, квазидвухлітня циклічність атмосферних процесів.

**Abstract.** E. A. Cherenkova **Drought in Ukraine under the influence of quasi-biennial oscillation of global atmospheric processes.** Regional patterns of distribution of decadal precipitation and frequency of strong atmospheric drought on the territory of Ukraine in May and June when compared to quasi-biennial oscillation phases of the equatorial stratospheric winds in the period 1953-1990 using observations from weather stations and reanalysis data. It was shown that a drought frequency better corresponds to the spatial distribution of winter wheat crop changes in different phases of quasi-biennial oscillation rather than a decadal precipitation.

Regions with increased frequency of severe atmospheric drought in May and June at the twenty-year period at the turn of the 20-21st centuries compared with nearly forty-year period from the middle of the last century were identified.

**Keywords:** Drought, Palmer Drought Severity Index, Quasi-biennial oscillation.

Поступила в редакцію 30.02.2014 г.