

УДК 551.583

Технічні науки

Фіалко Наталія Михайлівна

*доктор технічних наук, професор,
член-кор. НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Fialko Nataliia

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of the Department
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Тимченко Микола Петрович

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Tymchenko Mykola

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Шеренковський Юлій Владиславович

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник*

Інститут технічної теплофізики НАН України

Sherenkovskiy Julii

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**АНАЛІЗ ФЕНОМЕНУ ПІВДЕННОГО КОЛИВАННЯ
ЕЛЬ-НІНЬЙО В ФОРМАТІ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ
ANALYSIS OF THE SOUTHERN OSCILLATION PHENOMENON
EL NIÑO IN GLOBAL WARMING FORMAT**

Анотація. У статті представлено результати аналізу взаємозв'язку аномалії глобальної середньої температури поверхні Землі та одного з основних кліматоутворюючих факторів - явища Ель-Ніньйо Південного коливання в форматі глобального потепління. Розглянуто особливості поведінки даної аномалії як одного з важливих індикаторів зміни клімату. Наведено дані щодо зміни океанічного Ніньйо індексу, який відстежує поведінку природного феномена Ель-Ніньйо Південного коливання.

Ключові слова: зміна клімату, кліматична аномалія температури, глобальне потепління, Південне коливання Ель-Ніньйо, океанічний Ніньйо індекс.

Summary. The article presents the results of an analysis of the relationship between the anomaly of the global average temperature of the Earth's surface and one of the main climate-forming factors - the El Niño Southern Oscillation phenomenon in the format of global warming. The behavior features of this anomaly are considered as one of the important indicators of climate change. Data are provided on changes in the oceanic Niño index, which tracks the behavior of the natural phenomenon El Niño Southern Oscillation.

Key words: climate change, climatic temperature anomaly, global warming, El Niño Southern Oscillation, oceanic Niño index.

Постановка проблеми. Запобігання небезпеці кліматичної загрози є ключовою проблемою забезпечення умов існування і розвитку на Землі більшості сучасних біологічних видів. Питання кліматичної безпеки набувають все більшої актуальності [1; 2]. Особливо важливими вони стають з огляду на те, що певні кліматичні зміни наблизилися до

передкритичних станів, так званого «помаранчевого рівня небезпеки». Це зумовлює потребу всебічного аналізу даної проблематики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На особливу увагу заслуговує розгляд основних тенденцій сучасної зміни клімату в форматі глобального потепління [3-6]. Зокрема, важливим є аналіз поведінки аномалії глобальної середньої температури поверхні Землі, як одного з важливих індикаторів зміни клімату. При цьому актуальним є проведення даного аналізу в контексті впливу на вказану аномалію основних кліматоутворюючих факторів. До таких факторів, насамперед, відноситься явище Південного коливання Ель-Ніньйо, вулканічні виверження та викиди парникових газів антропогенного походження [3; 6-11].

В період сучасного глобального потепління можуть мати місце деякі нетипові прояви впливу кліматоутворюючих факторів на аномалію середньої температури поверхні Землі. Це зумовлює потребу у проведенні спеціальних досліджень таких нетипових проявів та аналізу масштабів їх наслідків [5; 10; 11].

Метою статті є аналіз сучасних уявлень щодо одного з основних кліматоутворюючих факторів, а саме явища Ель-Ніньйо Південного коливання (ENSO), та його впливу на аномалію глобальної середньої температури поверхні Землі.

Виклад основного матеріалу. Ель-Ніньйо Південне коливання, у відповідності з сучасними уявленнями, є природним регіональним явищем циклічного характеру з нерегулярним (до 7 років) періодом зміни температури поверхні моря, а також надповерхневих вітрів у східній тропічній частині Тихого океану (рис. 1).

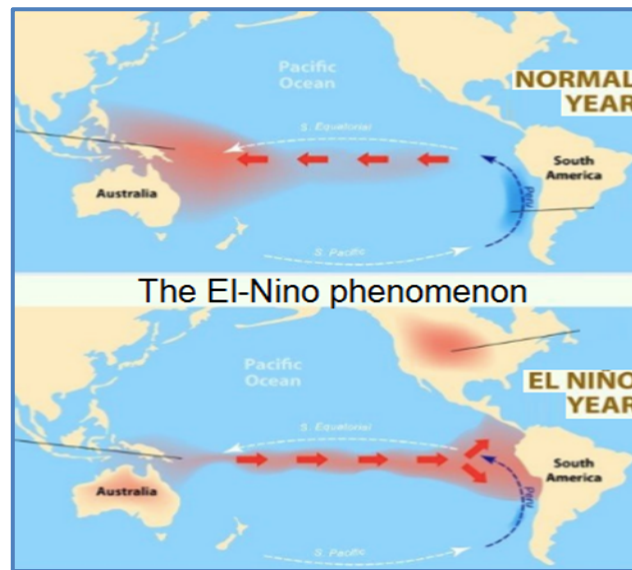


Рис. 1. Розташування і напрямок дії природного регіонального явища Південного коливання Ель-Ніньйо [3]

ENSO безпосередньо впливає на кліматичні і погодні умови більшої частини тропіків та субтропіків і непрямим чином у цілому на всю кліматичну систему Землі [3]. Для відстеження поведінки ENSO використовується океанічний Ніньйо індекс (ONI). Він розраховується як ковзна 3-місячна аномалія середньої температури – відхилення від середнього значення температури у поверхневих водах східно-центральної тропічної частини Тихого океану поблизу міжнародної лінії дат (зона виміру ONI). Зазвичай виділяються дві фази (епізоди) ENSO. Перша (фаза Ель-Ніньйо) відповідає підвищенню температури океану, друга – Ла-Нінья – його охолодженню. Значення індексу $ONI \geq 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ вказують на Ель-Ніньйо, значення $ONI \leq -0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ відповідають Ла-Нінья. (рис. 2, лінії 1, 2). Між ними може знаходитися нейтральна фаза, температури якої відповідають умові $-0,5^\circ\text{C} < ONI < 0,5^\circ\text{C}$. ONI є основним кліматичним індексом як при відстеженні океанської частини ENSO, так і дослідженні її кліматичної моделі [7; 8]. Звичайно епізоди Ель-Ніньйо та Ла-Нінья трапляються кожні два-сім років і тривають 9 – 12 місяців.

На рис.2 представлена картина накладених на єдину вісь часу температурних показників двох основних природних кліматоутворюючих факторів, характерних для 20 – 21 століть. Найбільш помітним природним впливом на світовий клімат вважається феномен Південного коливання Ель-Ніньйо.

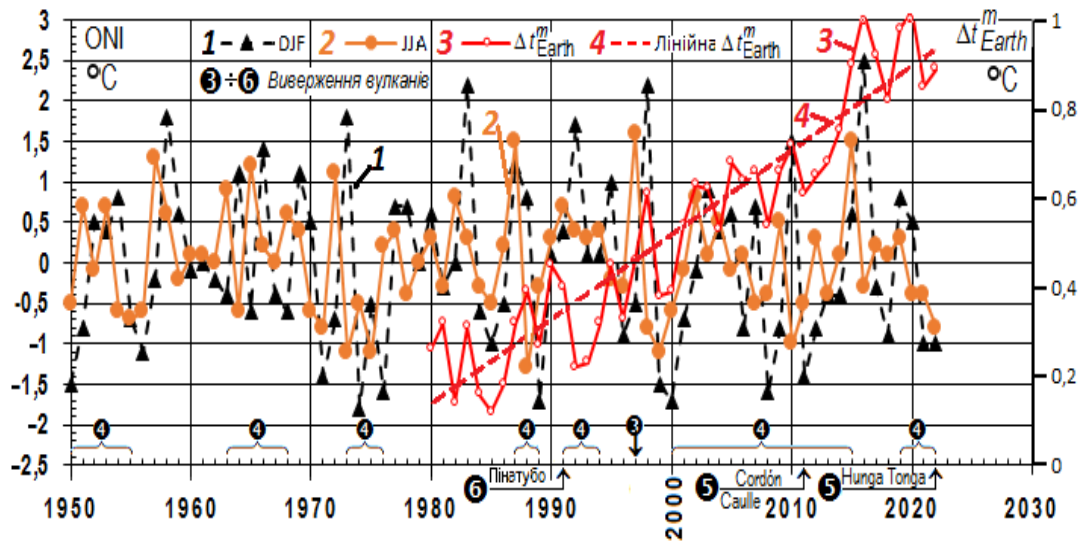


Рис. 2. Зміна в часі інтенсивності океанічного індексу Ніньйо ONI (1 – зима, 2 – літо), аномалії глобальної середньої температури поверхні Землі Δt^m_{Earth} (3) і лінії її тренду (4)

Слід зазначити, що Ель-Ніньйо 2015-2016 років було одним з найсильніших за всю історію спостережень, а 2016 рік – найспекотнішим. Саме з цього року відмічаються щорічні рекорди абсолютних максимумів Δt^m_{Earth} , амплітуда яких модулюється температурами відповідних фаз ENSO. У 2022 році був зафіксований черговий глобальний річний температурний максимум. Цей рік, за оцінками Всесвітньої метеорологічної організації, став восьмим роком поспіль, коли глобальна температура підвищилася щонайменше на 1 °C вище доіндустріального рівня. При цьому 2022 рік вважається четвертим (за іншими наборами даних п'ятим або навіть шостим) найтеплішим роком за всю історію інструментальних кліматичних спостережень. Тільки через дію

охлаждувального ефекту фази Ла-Нінья, яка до того ж непередбачено тривала три роки поспіль (рідкісне явище triple-dip, або потрійного, Ла-Нінья), 2022 рік не став найтеплішим за всю історію спостережень. Всесвітня метеорологічна організація офіційно оголосила, що у червні 2023 року розпочалася фаза Ель-Ніньйо. Взимку 2023-2024 років очікується її повний розвиток. За прогнозами Всесвітньої метеорологічної організації на цій фазі Ель-Ніньйо можуть бути перевищені усі минулі температурні рекорди [11].

Найбільш розповсюдженою думкою про «Ель-Ніньйо Південне коливання» як кліматичного явища в цілому є те, що – це феномен внутрішньої мінливості клімату, а не результат зміни клімату на фоні глобального потепління. Поряд з тим є певні підстави щодо досить високої вірогідності наявності позитивного зворотного зв'язку між підвищенням $\Delta t^m_{\text{Earth}}$ через парникові гази антропогенного походження й природним циклічним характером ENSO.

Висновки. Виконано аналіз взаємозв'язку температури поверхні Землі та одного з основних кліматоутворюючих факторів - явища Південного коливання Ель-Ніньйо в форматі глобального потепління. Проаналізовано поведінку аномалії глобальної середньої температури поверхні Землі в аспекті дії феномена Ель-Ніньйо. Наведено дані щодо зміни океанічного Ніньйо індексу, який відстежує поведінку Ель-Ніньйо. Відмічається, що дане явище наразі інтерпретується як результат внутрішньої мінливості клімату, а не результат його зміни.

Література

1. Tymchenko N., Fialko N. Global warming as a critical factor for sustainable development. *International Scientific Journal “Internauka”*. 2021. № 13. P. 64-67. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2021-13-7536>.

2. Халатов А., Фіалко Н., Тимченко М. Енергокліматична безпека і енергозабезпечення житлового сектору. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2023. 48(1). С. 20-27. doi: <https://doi.org/10.31472/ttpe.1.2023.3>.
3. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023. P. 35-115. doi: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
4. Gulev S.K., Thorne P.W., J. Ahn et al. Changing State of the Climate System. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani et al, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 2021. P. 287–422. doi: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.004>.
5. von Schuckmann K., Minière A., Gues F et al. Heat stored in the Earth system 1960–2020: where does the energy go? *Earth Syst. Sci. Data*. 2023. 15. P. 1675–1709. doi: <https://doi.org/10.5194/essd-15-1675-2023>.
6. Hansen J.E., Lacis A.A. Sun and dust versus greenhouse gases: An assessment of their relative roles in global climate change. *Nature*. 1990. 346. P. 713-719. doi: <https://doi.org/10.1038/346713a0>.
7. Cold & Warm Episodes by Season. *National Weather Service*. URL: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php (дата звернення: 25.11.2023).
8. Hansen J., Sato M., Ruedy R., Simons L. El Nino Fizzles. Planet Earth Sizzles. Why? 2023. <https://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2023/EINinoFizzles.13October2023.pdf> (дата звернення: 25.11.2023).

9. Rafferty J. P. World's major volcanoes. *Encyclopedia Britannica*. 2023. URL: <https://www.britannica.com/topic/worlds-major-volcanoes-2226816> (дата звернення: 25.11.2023).
10. Lenssen N. & National Center for Atmospheric Research Staff (Eds). The Climate Data Guide: Global surface temperature data: GISTEMP: NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS) Surface Temperature Analysis. 2022. URL: <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/global-surface-temperature-data-gistemp-nasa-goddard-institute-space-studies-giss> (дата звернення: 25.11.2023).
11. WMO Global Annual to Decadal Climate Update (Target Years: 2023 and 2023-2027). *Reliefweb Response*. 2023. 24 p. URL: <https://reliefweb.int/report/world/wmo-global-annual-decadal-climate-update-target-years-2023-2027> (дата звернення: 25.11.2023).