

I. ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ, ГЕОЕКОЛОГІЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 551.524.36 (497.11)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6437508>

Корнус А.О., Клок С.В., Пономарьов О.М.

ТРОПІЧНІ НОЧІ У МІСТІ СУМИ

Тропічні ночі – це ночі, коли мінімальна температура повітря не опускається нижче 20°C. Крім того, що ці дні викликають професійний інтерес кліматологів, вони також впливають на комфортність життя місцевого населення. У статті аналізується повторюваність тропічних ночей у Сумах, розташованих біля підніжжя південно-західних відрогів Середньоруської височини. Дослідження базується на часових рядах вимірювань температури повітря на Сумській метеостанції та охоплює період спостережень 18 років (з 2004 по 2021 рік). Дані аналізували стандартними статистичними методами та моделювали за допомогою простої лінійної регресії. Кількісні дані, наведені на рисунках та в таблицях, показують частоту появи тропічних ночей за весь період спостережень. Аналіз показує, що кількість тропічних ночей у спостережуваний період має тенденцію незначного збільшення. Всього за 18 років зафіксовано 113 діб із тропічною ніччю, які припали на травень, червень, липень, серпень та вересень. 2010 рік визначено як пік повторюваності таких ночей, кількість яких досягла 28 випадків. У цей рік в Україні було зафіксовано найвищу температуру – 42,0°C у Луганську, тоді як у Сумах максимальна температура досягла 38,7°C, що також є рекордом за останні 100 років спостережень.

Ключові слова: тропічні ночі, чисельність, інтенсивність, тривалість, динаміка.

Постановка проблеми. Тропічні ночі є одним із основних індикаторів зміни клімату, вивчення якого запропонували Всесвітня метеорологічна організація (WMO) та Експертна група з виявлення та індексів зміни клімату (ETCCDI). Метою їх вивчення є виявлення екстремальних відхилень кліматичних явищ в умовах глобального потепління та узагальнення даних для основних регіонів і всієї земної кулі, а також здійснення відповідного порівняльного аналізу [5].

Згідно з ETCCDI [3], ночі вважаються тропічними, якщо мінімальна температура повітря вище 20°C. Такі ночі взагалі типові для низьких широт. У середніх і високих широтах тропічні ночі були рідкісними і траплялися переважно у середині літа. За сучасного клімату, регіони Південно-Східної Європи починають більше страждати від тропічних ночей. Ці регіони також демонстру-

© Корнус А. О., Клок С. В., Пономарьов О. М., 2022.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Article Info: Received: March 22, 2022;

Final revision: March 29, 2022; Accepted: April 1, 2022.

ють найбільше збільшення кількості тропічних ночей в умовах глобального потепління [atlas].

У Північно-Східній Україні такі високі температури повітря завдають шкоди здоров'ю людей, впливають на працездатність і продуктивність робітників, тому є важливими для багатьох аспектів людського життя. Для самопочуття людини важливо, щоб тіло могло охолонути після спекотного дня. У екстремально жаркі дні (коли добова максимальна температура перевищує 35°C), температура тропічних ночей перевищує 25°C . Такі умови негативно впливають на організм людини і можуть призвести до стресового теплового навантаження, яке неможливо зняти навіть за допомогою різних містобудівних та гігієнічних заходів. У ці ночі людському організму важче охолонути, особливо літнім або хворим людям.

Крім того, збільшення кількості тропічних ночей впливає на енергетику, оскільки зростає споживання електроенергії через збільшення використання кондиціонерів.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Поняття тропічних ночей було введено у 2005 р. при визначенні індикаторів кліматичних змін у ході роботи групи експертів в рамках проєкту CLIVAR з встановлення, моніторингу та визначення індикаторів кліматичних змін («Climate Change Detection, Monitoring and Indices» – ETCCDMI) [5]. Загалом із понад 40 запропонованих індексів 27 було взято у якості базових. Вони ґрунтуються на добових значеннях температури або добовій кількості опадів. Деякі з них засновані на фіксованих порогових значеннях, які мають відношення до конкретних застосувань. У цих випадках пороги однакові для всіх метеостанцій. Інші індекси засновані на порогових значеннях, які відрізняються від місця до місця. У цих випадках пороги зазвичай визначаються як проценти відповідного ряду даних (так, робоча група I Міжурядової групи експертів з кліматичних змін [2] визначає теплі ночі як ночі, коли температура повітря перевищує 90-й процентиль температури).

Об'єднавшись з іншими фахівцями, спільна група експертів з виявлення та індексів зміни клімату (CCI/CLIVAR/JCOMM Expert Team on Climate Change Detection and Indices – ETCCDI) визначила тропічні ночі, як доби, коли мінімальна температура повітря (TN) $> 20^{\circ}\text{C}$. Кількість тропічних ночей протягом року (TR) є одним із 27 названих вище індексів кліматичних змін, розроблених ETCCDI [3].

Тропічні ночі, звісно, цікавлять, перш за все, кліматологів, але їх активно вивчають й інші фахівці. Так, зміни клімату впливають на туризм, який вважається одним із найбільш вразливих видів економічної діяльності [6], крім того, високі мінімальні добові температури мають великий вплив на сільське госпо-

дарство [4]. Деякі дослідження показують, що очікується, що гірські райони будуть зазнавати більшого впливу підвищення температури, ніж нижчі регіони [1], а зростання мінімальних добових температур відбувається більш швидко, ніж максимальних. Внаслідок змін температурного режиму та режиму опадів, пов'язаних із глобальним потеплінням, спостерігаються помітні тенденції трансформації окремих ландшафтів.

Формулювання мети і завдань дослідження. Україна – територія, де глобальне потепління є досить відчутним [7, 8]. Дана стаття є логічним продовженням вищезгаданих досліджень, а територія Сумської області у цьому відношенні є досить показовою. До 2000 р. тропічні ночі були великою рідкістю [2], проте у XXI столітті вони стали звичним явищем. У центрі уваги нашої роботи – виникнення і повторюваність таких метеорологічних явищ, як тропічні ночі у Сумах протягом 2004-2021 років.

Метою статті є узагальнення даних про тропічні ночі, як кліматичні явища в умовах потепління клімату Північно-Східної України, а також проведення відповідного порівняльного аналізу. У статті наведено результати досліджень щодо структури, інтенсивності, тривалості та динаміки чисельності тропічних ночей на території м. Суми. Це розширює наші знання про реакцію місцевого клімату на глобальне потепління.

Виклад основного матеріалу. За 2004-2021 рр. було зафіксовано 113 тропічних ночей, у середньому 6 на рік. Тропічні ночі траплялися в травні, червні, липні, серпні та вересні (табл. 1). Місяцем з найбільшою зареєстрованою кількістю тропічних ночей є липень – загалом 46 випадків, за ним слідує червень із 35 випадками, 28 тропічних ночей було зафіксовано в серпні, 3 тропічні ночі були в травні та одна – у вересні 2020 року.

Таблиця 1

Середня кількість тропічних ночей на рік у певному місяці (2004-2021 рр.)

Місяць	Загальна кількість	У середньому за рік
Травень	3	0,19
Червень	35	2,19
Липень	46	2,88
Серпень	28	1,75
Вересень	1	0,06

Максимальна річна кількість тропічних ночей зафіксована у 2010 році (рис. 1) і становить 28: 4 у червні, 13 у липні та 11 у серпні, що складає 31% від загальної кількості зафіксованих тропічних ночей за весь період спостереження і у 2 рази перевищує чисельність тропічних ночей другого за їх кількістю року (2021). У окремі дні протягом цих трьох місяців максимальні температури повітря сягали $\geq 32^{\circ}\text{C}$.

Місяцями з найбільшою кількістю тропічних ночей за вказаний період спостережень були липень 2010 р. та липень 2007 р., коли максимальна температура повітря перевищувала 35°C.

Динаміку тропічних ночей було проаналізовано за допомогою лінійної регресії, де пояснювальна, незалежна змінна – змінна часу (рік спостереження). (рис. 1). Коефіцієнт нахилу 0,1827 є додатним, що свідчить про те, що кількість тропічних ночей у спостережуваному періоді демонструє тенденцію до збільшення.

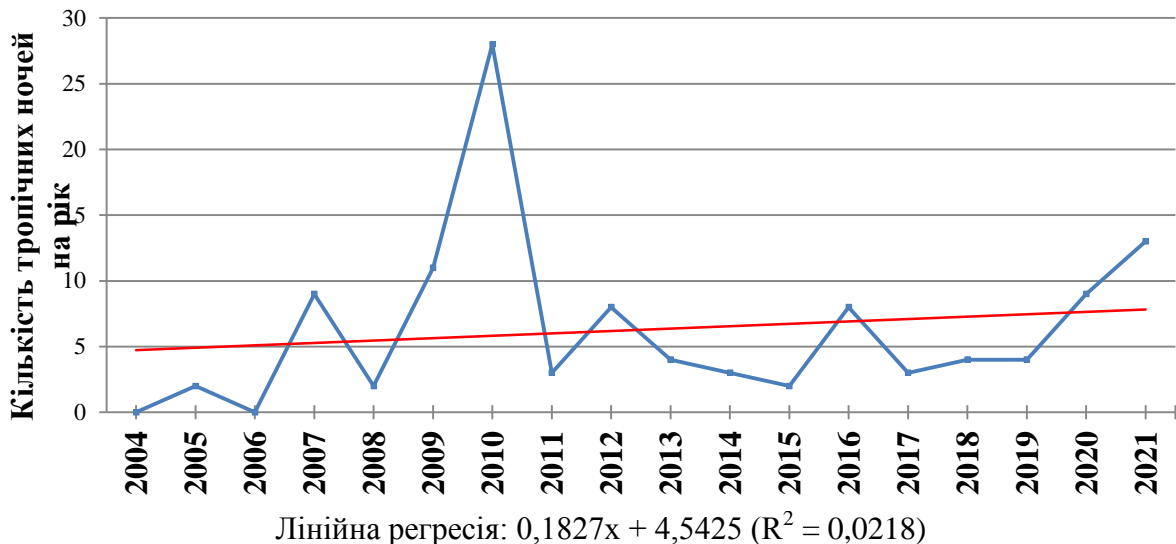


Рис. 1. Кількість тропічних ночей на рік

На рис. 1 показано кількість тропічних ночей на рік, а також лінію тренду, яка вказує, що варто очікувати збільшення їх кількості. Можна помітити, що кількість тропічних ночей є нестабільною, а частота їх повторюваності збільшується до кінця періоду. Абсолютний максимум, пік, значно вищий за інші значення, становить 28 ночей і був зафіксований у 2010 році.

Три роки з найбільшою річною кількістю тропічних ночей за період спостережень 2004-2021 наведені в таблиці 2. На ці три роки припадає 57,6% від загальної кількості тропічних ночей за весь період.

Таблиця 2

Роки з найбільшою кількістю тропічних ночей за період 2004-2021 рр.

Рік	Кількість тропічних ночей	Частка у загальній кількості (%)	Місяць з найбільшою кількістю тропічних ночей	Кількість тропічних ночей протягом за місяць з максимальним їх значенням
2010	28	24.8	Липень	13
2021	13	11.5	Червень	7
2009	11	9.7	Липень	6

Період, протягом якого нами проводилося дослідження кількості тропічних ночей, можна розділити на два підперіоди по дев'ять річних спостережень.

У перший підперіод (2004-2012), як уже зазначалося, були роки з 11 і навіть 28 тропічними ночами і в той же час протягом цього підперіоду було два роки (2004 і 2006) без тропічних ночей. Протягом останнього підперіоду (2013-2021) взагалі не було років без тропічних ночей, разом з тим, відбувається повільне збільшення річної кількості тропічних ночей до кінця другого підперіоду.

Висновки. Незважаючи на те, що в даній роботі проаналізовано дані лише однієї метеостанції, клімат Сум має важливе значення для відстеження кліматичних змін у регіоні, а також для місцевого населення та економіки. Проведено аналіз виникнення тропічних ночей з 2004 по 2021 рік. З отриманих даних видно, що за 18-річний період спостережень майже в усі роки (94%) фіксувалися випадки тропічних ночей і лінія тренду відображає збільшення їх кількості протягом періоду спостережень.

Усього за 2004-2021 рр. було зафіксовано 113 тропічних ночей, з найбільшою кількістю випадків у 2009, 2010 та 2021 роках. Абсолютного максимуму було досягнуто в 2010 році, – 28 тропічних ночей, що становить чверть від загальної кількості випадків цих метеорологічних явищ.

Зважаючи на тенденції глобального потепління, кількість тропічних ночей зростатиме. Проведене дослідження розширює наше уявлення про зміну клімату Північно-Східної України у ході глобального потепління. Висновки, що описують зміни в кількості тропічних ночей, дозволяють політикам та управлінцям вживати своєчасних заходів для мінімізації несприятливих наслідків кліматичних змін.

Література

1. Bradley, R.S., Vuille, M., Diaz, H.F. & Vergara, W. (2006). Threats to Water Supplies in the Tropical Andes. *Science*, 312 (5781), 1755-1756.
2. ETCCDI Climate Change Indices. URL: http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml
3. IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
4. Peng, S., Huang, J., Sheehy, J.E., Laza, R.C., Visperas, R.M., Zhong, X., Centeno, G.S., Khush, G.S. & Cassman, K.G. (2004). Rice Yields Decline with Higher Night Temperature from Global Warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101 (27), 9971-9975. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.0403720101>
5. Peterson, T.C. (2005). Climate Change Indices. *WMO Bulletin*, 54 (2), 83-86.
6. Pons, M. (2014). Climate Change Impacts on Winter Tourism in the Pyrenees and Adaptation Strategies. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, PhD theses. URL: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/95549/TMPP1de1.pdf>
7. Корнус, А. О. Линок, Д. В. (2017). Гідротермічні особливості мезоклімату Північно-Східного регіону України за результатами спостережень 2005–2016 років. *Наукові записки СумДПУ імені А. С. Макаренка. Географічні науки*. 8, 14-18. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6428530>

8. Малицька, Л.В., Балабух, В.О. (2020). Ймовірні зміни кліматичних умов України до середини XXI ст. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 1(56), 94-100. doi: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.1.10>

Summary

Kornus A. O., Klok S. V., Ponomariov O. M. **Tropical Nights in Sumy.**

Tropical nights are, as defined, nights when the minimum temperature does not fall below 20°C. Apart from being of interest for climate scientist, these days also impact the comfort of life of the local population. The paper analyzes the occurrence of tropical nights in Sumy, situated at the foothill of south-west slope of Seredniorus'ka highland. The research is based on the time series from the Sumy meteorological station of Ukrainian Hydrometeorological Service and it covers the period of 18 years of observations, from 2004 to 2021. Data were analyzed using standard statistical methods and modeled using simple linear regression. Quantitative data are given in figures and tables, showing the frequency of the occurrence of tropical nights for the whole period of observations. Analysis shows that the number of tropical nights in the observed period has a trend of slight increase. In total, 113 days with tropical night were recorded, which occurred in May, June, July, August and September. Year 2010 is identified as a peak of data sequence, reaching 28 occurrences of tropical nights.

Keywords: tropical nights, number, intensity, duration, dynamics.

УДК 911.2.556.53(477.52)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6465145>

Данильченко О.С., Клок С.В., Карнаушенко Д.П.

ДИНАМІКА ВОДНОСТІ РІЧКИ СУЛИ ЗА ДАНИМИ ГІДРОЛОГІЧНОГО ПОСТА МІСТА РОМНИ У ПЕРІОД З 1979 ПО 2019 РОКИ

Стаття присвячена дослідженню динаміки водності річки Сули за даними гідрологічного поста міста Ромни у період з 1979 по 2019 роки. У статті проаналізовано головну кількісну характеристику стоку: витрати води (середньорічні, максимальні та мінімальні). Встановлено, що для середньорічних витрат води річки Сули характерна стійка тенденція до зниження, маловодні роки переважають над багатоводними, а з 1989 року триває маловодна фаза; значення показника максимальних витрат води різко знижується, 65,9% даних вибірки мають значення менше 75,1 м³/с, лише у 1980 році зафіксовано аномально високий показник 540 м³/с; динаміка мінімальних витрат води річки Сули показує також тенденцію до зниження, а за останні 10 років показник мінімальних витрат води значно знизився і середнє його значення за період 2010-2019 рр. становить 0,7 м³/с. У висновку автори зазначають, що тенденція, яку констатують вчені про внутрішньорічний перерозподіл стоку, для річки Сули з 2010 року не прослідковується, наявні всі ознаки маловоддя: зменшуються усі досліджувані кількісні показники стоку.

Ключові слова: річка Сула, водність, середньорічна, максимальна, мінімальна витрата води.

© Данильченко О.С., Клок С.В., Карнаушенко Д.П., 2022.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Article Info: Received: March 30, 2022;

Final revision: April 20, 2022; Accepted: April 15, 2022.