

ХВИЛІ ТЕПЛА В ЦЕНТРАЛЬНИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ ЗА УМОВ СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

На основі аналізу рядів температури повітря для 10 метеорологічних станцій центральної частини території України за червень–серпень 1961–2015 рр. ідентифіковано випадки хвиль тепла, проаналізовано їхню часову динаміку, тривалість та інтенсивність. Обґрунтовано, що за досліджуваний період хвиля тепла липня–серпня 2010 р. була найпотужнішою та найтривалішою майже для всіх станцій центральних областей України.

Ключові слова: хвиля тепла, інтенсивність хвилі тепла, тривалість хвилі тепла, зміни клімату.

Постановка проблеми. Наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст. світове наукове співтовариство дійшло висновку, що на Землі відбуваються значні кліматичні зміни, які відчутно впливають на соціально-економічний розвиток, продовольчу та енергетичну безпеку, врожайність сільськогосподарських культур, якість життя, міграцію населення тощо. До основних проявів зміни клімату належать: підвищення температури повітря, зміна кількості та режиму випадання опадів, зростання частоти прояву та інтенсивності екстремальних погодних явищ [1]: сильних засух, повеней, штормів, ураганів, спекотних днів, хвиль тепла (ХТ).

Хвиля тепла (англ. Heat wave – HW) – це метеорологічний феномен, що належить до явищ синоптичного масштабу та проявляється у вигляді аномально спекотної, сухої погоди, що зберігається протягом певного періоду й охоплює значні території. Потужні хвилі тепла призводять до значної кількості людських жертв – ХТ 1995 р. в Чикаго спричинила понад 600 випадків смер-

тей [7], ХТ червня–серпня 2003 р. в Європі – 50 000 смертей [9], ХТ 2010 р. у Москві лише в липні призвела до зростання кількості смертей на 4800 осіб, порівняно з липнем 2009 р. [10]. Також ХТ негативно впливають на сільське господарство і низку інших галузей економіки.

Дослідження клімату України свідчать, що протягом останніх десятиліть температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми (усередненого значення за період 1961–1990 рр.). За даними В. О. Балабух [2] середньорічна температура повітря за останні двадцять років (1991–2010 рр.) зросла на 0,8 °С відносно кліматичної норми, при цьому зростання середньої температури літнього сезону є дещо вищим і становить 1,1 °С, зростання максимальної температури в літній період – 1,3 °С. Середні та максимальні температури повітря центральних областей України за 1991–2015 рр. також помітно підвищилися, порівняно з кліматичною нормою (табл. 1).

Таблиця 1. Середні та середні максимальні температури повітря (°С) окремих станцій центральних областей України за календарне літо

	Вінниця		Дніпро		Кропивницький		Полтава	
	сер.	сер. макс.	сер.	сер. макс.	сер.	сер. макс.	сер.	сер. макс.
1961–1990	17.7	23.5	20.6	26.1	19.3	25.3	19.4	25.0
1991–2015	19.0	24.5	21.6	27.9	20.6	26.8	20.6	26.4
Δt	1.3	1.0	1.0	1.8	1.3	1.5	1.2	1.4

Згідно з прогнозними моделями, в майбутньому зростання температури повітря на території України триватиме. За даними Н. В. Гнатюк [3], в 2011–2030 рр. очікується підвищення середньорічної температури повітря на території України на 0,4 °С, відносно 1991–2010 рр., при цьому в центральних областях середньомісячна температура влітку зросте на 0,62 °С, а максимальна температура – на 0,8 °С. В 2031–2050 рр. очікується зростання середньої та максимальної літньої температури в центральній частині України на 1,5 °С і 1,6 °С відповідно. Очікуване підвищення температури з високою ймовірністю призведе до зростання частоти прояву та інтенсивності ХТ на території України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Зростання кількості та інтенсивності хвиль тепла, а також масштабні негативні наслідки від їх прояву в останні десятиліття привернули значну увагу до цього атмосферного явища. В Україні вивчення ХТ було започатко-

вано в 2012 р. співробітниками кафедри метеорології та кліматології Київського національного університету імені Тараса Шевченка спільно з колегами з Фрайбурзького університету імені Альберта-Людвіга [11]. Дослідження хвиль тепла за багаторічний період за даними 13 метеорологічних станцій, розташованих у різних частинах території України, показало зростання частоти прояву цього атмосферного явища в Україні в останні десятиліття [11]. На фоні зростання температури повітря, що вже відбулося на території України, та прогнозованого її подальшого підвищення, стає очевидною необхідність проведення подальших детальних досліджень хвиль тепла в окремих регіонах України.

Матеріали та методи досліджень. На сьогодні не існує єдиного універсального визначення хвиль тепла. Всесвітньою метеорологічною організацією рекомендовано хвилю тепла вважати період, протягом якого максимальна добова температура повітря понад 5 послі-

довних днів перевищує середню максимальну температуру повітря на 5 °С, цей день по станції за період 1961–1990 рр. [5]. О. Г. Шевченко та С. І. Сніжко [5] обґрунтували зручність використання визначення ХТ для вивчення проявів цього явища на території України.

Для дослідження хвиль тепла в центральній частині території України були використані дані метеорологічних станцій, що розташовані у Вінницькій, Дніпропетровській, Кіровоградській, Полтавській та Черкаській областях. Для позначення цієї території, згідно з розпорядженням Державного комітету України з гідрометеорології від 20.03.1997 № 14 "Про термінологію територіального поділу України в прогнозах і попередженнях", використовують термін "центральні області". Для реалізації задач цього дослідження були використані дані Центральної Геофізичної Обсерваторії про максимальну температуру повітря за кожен день календарного літа з 1961 до 2015 рр. по метеорологічних станціях Вінниця, Гадяч, Дніпро, Кривий Ріг, Кропивницький, Лубни, Могилів-Подільський, Полтава, Умань, Черкаси.

Мета дослідження. Дослідити та ідентифікувати випадки хвиль тепла, проаналізувати їх часову динаміку, тривалість та інтенсивність.

Виклад основного матеріалу дослідження. У результаті аналізу рядів температури повітря та ідентифікації випадків ХТ було встановлено, що за дослі-

джуваний період найбільша їхня кількість спостерігалася на станціях Дніпро (36 випадків) і Кропивницький (30 випадків). На станції Лубни була зафіксована вдвічі менша кількість випадків ХТ – лише 16. На інших станціях зафіксовано від 20 до 26 випадків ХТ за досліджуваний період.

Зважаючи на те, що хвилі тепла на всіх досліджуваних станціях спостерігалися не щороку, їхню часову динаміку доцільніше розглядати, використовуючи кількість випадків ХТ за п'ять років загалом, а не за кожен окремий рік (рис. 1). Як свідчать результати дослідження динаміки кількості випадків ХТ, найменша кількість їх спостерігалася в 1976–1980 рр. У цей період лише в Кривому Розі та Дніпрі було зафіксовано по одному випадку ХТ, на інших станціях – ХТ не спостерігалися. Для більшості станцій спостерігається зростання кількості випадків ХТ в останні дві п'ятирічки (2006–2010 рр. та 2011–2015 рр.). Максимальна кількість ХТ за досліджуваний період була зафіксована в 2006–2010 рр. у Дніпрі – вісім випадків. У цей самий період спостерігалася максимальна кількість випадків ХТ у Черкасах, Полтаві, Лубнах, Гадячі, Кропивницькому, Вінниці та Умані.

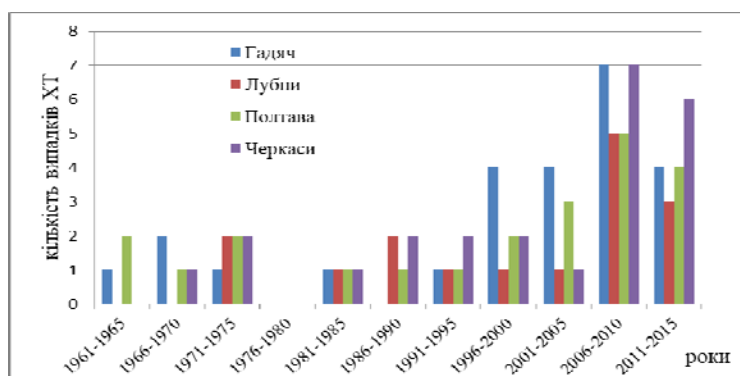
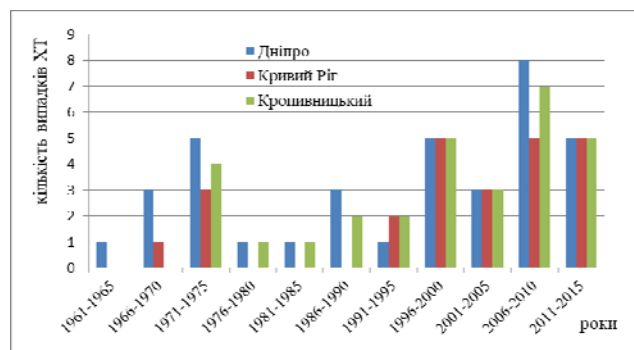
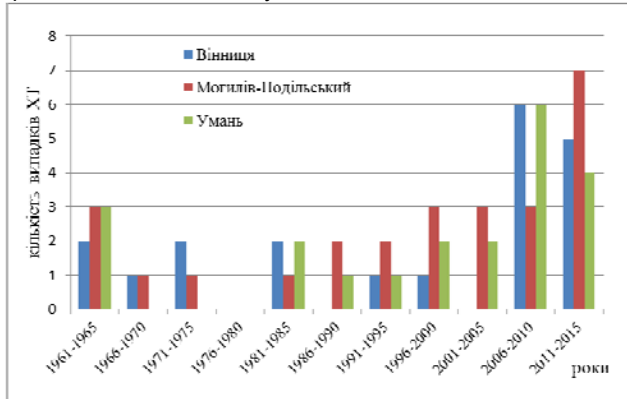


Рис. 1. Динаміка кількості випадків ХТ в центральних областях України

Варто відмітити, що найнижча кількість випадків ХТ збігається з роками, коли спостерігалася деяке зниження середньої максимальної температури повітря за літо (рис. 2), а період 2006–2015 рр., протягом яко-

го зафіксовано найбільшу кількість ХТ, характеризуються найвищими за досліджуваний період максимальними температурами.

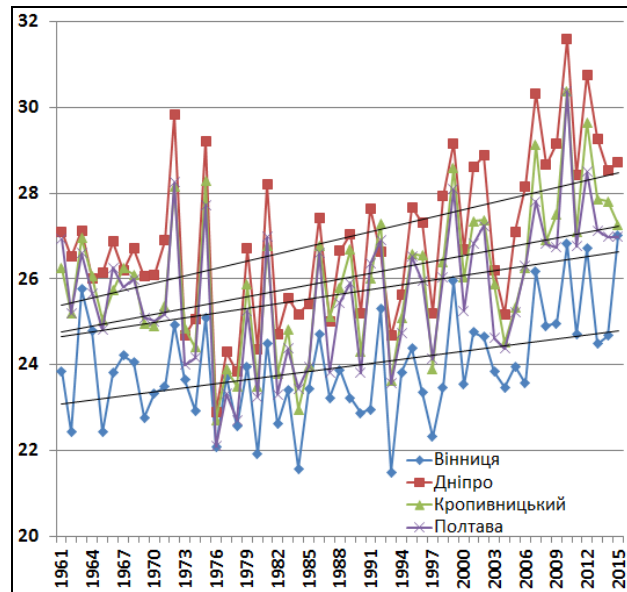


Рис. 2. Динаміка середньої максимальної температури повітря за календарне літо по окремих метеорологічних станціях центральних областей України

Кількість випадків ХТ в сучасний період (1991–2015) та за кліматичну норму суттєво відрізняється: майже на всіх досліджуваних станціях кількість випадків ХТ в сучасний період більш ніж удвічі вища (табл. 2). Крім того, слід зазначити, що порівнювані періоди децю відрізняються за тривалістю – сучасний період, у який відміча-

ється значно більша кількість ХТ, на п'ять років коротший. На станції Кривий Ріг, де за кліматичну норму спостерігалась лише 4 хвили тепла, у 1991–2015 рр. їх кількість зросла в 5 разів. На станції Гадяч кількість випадків ХТ в сучасний період зросла в 4 рази, на станціях Кропивницький, Умань та Черкаси – у 3 рази.

Таблиця 2. Повторюваність випадків ХТ у літні місяці за базовий період для визначення кліматичної норми (1961-1990 рр.) та за сучасний період (1991–2015 рр.)

Станція	Кількість випадків ХТ	
	1961-1990 рр.	1991-2015 рр.
Вінниця	7	13
Гадяч	5	20
Дніпро	14	22
Кривий Ріг	4	20
Кропивницький	8	22
Лубни	5	11
Могилів-Подільський	8	18
Полтава	7	15
Умань	6	15
Черкаси	6	18

Середня тривалість хвили тепла протягом досліджуваного періоду на різних станціях становила від 6,8 до 8,8 днів, максимальна – від 12 (Могилів-Подільський) до 24 днів (Дніпро). (табл. 3).

Найзручнішою [8] характеристикою інтенсивності ХТ є кумулятивна та середня T_{max} протягом окремої хвили тепла. Зазвичай кумулятивну T_{max} розраховують як су-

му різницю між максимальною добовою температурою повітря та певним граничним значенням, що залежить від визначення хвиль тепла, яке використовується [8].

Середня T_{max} протягом окремої ХТ – це усереднене значення різниць між максимальною добовою температурою повітря та певним граничним значенням температури.

Таблиця 3. Хвили тепла центральних областей

Станція	Кількість випадків ХТ	Середня тривалість (дні)	Максимальна тривалість ХТ (дні)	Середня інтенсивність (°C)	Максимальна інтенсивність (°C)
Вінниця	20	6,8	13	2,7	33,6
Гадяч	25	8,4	19	3,2	111,0
Дніпро	36	8,8	24	3,1	122,6
Кривий Ріг	24	7,4	19	2,7	82,8
Кропивницький	30	7,8	18	2,9	97,8
Лубни	16	7,9	18	2,9	103,2
Могилів-Подільський	26	7,6	12	3,1	49,8
Полтава	22	8,1	19	3,0	108,4
Умань	21	7,6	18	3,0	72,7
Черкаси	24	7,4	18	2,8	85,1

Майже на всіх досліджуваних станціях (крім Вінниці та Могилів-Подільського) найінтенсивнішою була ХТ кінця липня-серпня 2010 р. з максимальною кумулятивною T_{max} від 72,7 °С (Умань) до 122,6 °С (Дніпро) (табл. 4). На території центральних областей (та й усієї України [6]) вона розпочалася 26 липня зі станції Дніпро, а вже 31 липня охопила інші станції. Під час цієї потужної ХТ у цьому регіоні середньодобові температури були дуже високими й суттєво перевищували кліматичну норму, максимальні температури в денні години сягали +32–37 °С. Найвища максимальна температура

повітря була зафіксована на станції Дніпро 8 серпня і становила +40,9 °С. На інших станціях досліджуваного регіону максимальні добові температури за цей період також були аномально високими: на станціях Гадяч та Кривий Ріг – +39,6 °С (2 та 8 серпня відповідно), Лубни – +39,5 °С (8 серпня), Кропивницький та Полтава – +39,4 °С (8 серпня), Черкаси – +38,1 °С (8 серпня), Могилів-Подільський – +37,4 °С (13 серпня), Умань – +37,0 °С (7 серпня), Вінниця – +34,8 °С (13 серпня). Завершилась ця ХТ майже одночасно на всіх досліджуваних станціях (17–18 серпня).

Таблиця 4. Характеристика інтенсивності ХТ центральних областей України протягом досліджуваного періоду

Станція	Найвища кумулятивна T_{max} (°С)	Дати та тривалість (дні)	Середня T_{max} (°С) під час цієї ХТ	Середня T_{max} (°С) за усі ХТ станції
Вінниця	33,6	12.06–24.06.1964 (13)	2,6	2,7
Гадяч	111,0	31.07–18.08.2010 (19)	5,8	3,2
Дніпро	122,6	26.07–18.08.2010 (24)	5,1	3,1
Кривий Ріг	82,8	31.07–18.08.2010 (19)	4,4	2,7
Кропивницький	97,8	31.07–17.08.2010 (18)	5,4	2,9
Лубни	103,2	31.07–17.08.2010 (18)	5,7	2,9
Могилів-Подільський	49,8	16.07–25.07.2007 (10)	5,0	3,1
Полтава	108,4	31.07–18.08.2010 (19)	5,7	3,0
Умань	72,7	31.07–17.08.2010 (18)	4,0	2,9
Черкаси	85,1	31.07–17.08.2010 (18)	4,7	2,7

Аналіз синоптичної ситуації над територією України з 25 липня до 20 серпня 2010 р. [4] свідчить, що протягом більшої частини цього періоду (а саме: від його початку й до 15 серпня) територія України перебувала під впливом тилової частини антициклону, центр якого розташовувався над Європейською частиною Росії та несуттєво змінював своє положення.

Висновки з даного дослідження та перспективи подальших досліджень. За досліджуваний період найбільша кількість ХТ у центральних областях України була зафіксована на станціях Дніпро (36 випадків) і Кропивницький (30 випадків). Аналіз часової динаміки показав, що кількість ХТ для всіх досліджуваних станцій була найвищою у 2006–2010 рр. Суттєво відрізняється кількість випадків ХТ в сучасний період та за кліматичну норму: майже на всіх досліджуваних станціях кількість випадків ХТ в сучасний період більш ніж удвічі вища, на окремих станціях (Гадяч, Кривий Ріг) в 1991–2015 рр. спостерігалось в 4 та 5 разів більше ХТ, ніж за кліматичну норму. Середня тривалість ХТ протягом досліджуваного періоду на різних станціях становила від 6,8 до 8,8 днів, максимальна – від 12 (Могилів-Подільський) до 24 днів (Дніпро). Найтривалішою та найінтенсивнішою ХТ за літній сезон за 1961–2015 рр. майже для всіх станцій центральних областей України була ХТ кінця липня-серпня 2010 р.

Список використаних джерел:

1. Адаптація до змін клімату в Україні: проблеми і перспективи [Електронний ресурс] : аналітична записка Нац. інст. Стратегічних досліджень / С. П. Іванюта // Аналітичні матеріали відділу енергетичної та

техногенної безпеки. – 2016, квітень. – № 32, Серія "Національна безпека". Режим доступу : <http://www.niss.gov.ua/articles/2223/>

2. Балабух В. О. Тенденції зміни частоти та інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ на території Донецької області [електронний ресурс] В. О. / Балабух. – Режим доступу: <https://www.slideshare.net/AxiMixa/ss-27772005> - назва з екрану.

3. Гнатюк Н. В. Проекції температури та кількості опадів в Україні в ХХІ столітті: дис. ... канд. геогр. наук. – К., 2016. – 180 с.

4. Шевченко О. Г. Характеристика синоптичних процесів над територією України во время волн тепла в июле-августе 2010 г. / О. Г. Шевченко, Е. В. Самчук, С. И. Снижко // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2013. – № 29. – С. 85–94.

5. Шевченко О. Г. Хвилі тепла та основні методологічні проблеми, що виникають при їх дослідженні / О. Г. Шевченко, С. И. Снижко // Український гідрометеорологічний журнал. – 2012. – № 10. – С. 57–63.

6. Шевченко О. Г. Характеристика хвилі тепла літнього сезону 2010 р. на території України / О. Г. Шевченко // Праці УкрНДГМІ. – 2012. – Вип. 262. – С. 59–70.

7. Dematte J. E. Near-Fatal Heat Stroke during the 1995 Heat Wave in Chicago / J. E. Dematte, K. O'Mara, J. Buescher [et al.] // Annals of Internal Medicine. – 1998. – № 129 (3). – P. 173–181.

8. Kysely J. Temporal fluctuations in heat waves at Prague-Klementinum, the Czech Republic, from 1901–97, and their relationships to atmospheric circulation / J. Kysely // International Journal of Climatology. – 2002. – № 22. – PP. 33–50.

9. Larsen J. Setting the record straight: More than 52 000 Europeans died from heat in summer 2003. Earth Policy Institute. [Online] / J. Larsen. – Available at: <http://www.earth-policy.org/Updates/2006/Update56.htm> – назва з екрану.

10. Rahmstorf S. Increase of extreme events in a warming world / S. Rahmstorf, D. Coumou // PNAS – 2011. – Vol. 108 (44) [Online]. – Available at: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1101766108 – назва з екрану.

11. Shevchenko O. Long term analysis of heatwaves in Ukraine / O. Shevchenko, H. Lee, S. Snizhko, H. Mayer // International Journal of Climatology. – 2013. – DOI: 10.1002/joc.3792.

Надійшла до редколегії 29.03.18

С. Снижко, д-р геогр. наук, проф.,

О. Шевченко, канд. геогр. наук, доц.,

А. Свиницкая, асп.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

ВОЛНЫ ТЕПЛА В ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЯХ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

На основании анализа рядов температуры воздуха для 10 метеорологических станций центральной части территории Украины за июнь-август 1961–2015 гг. идентифицированы случаи волн тепла, проанализирована их временная динамика, продолжительность и интенсивность. Обосновано, что за исследуемый период волна тепла июля-августа 2010 г. была самой мощной и длительной почти для всех станций центральных областей Украины.

Ключевые слова: волна тепла, интенсивность волны тепла, длительность волны тепла, изменения климата.

S. Snizhko, Doctor of Science in Geography, Professor,
O. Shevchenko, PhD in Geography, Associate Professor,
H. Svintsitska, Phd Student
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

HEAT WAVES IN CENTRAL REGIONS OF UKRAINE UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

On the basis of 10 selected stations of the meteorological network heat wave episodes for Central regions of Ukraine in the summer months June to August in 1961–2015 have been identified. Duration, intensity and temporal variability of heat wave cases are analyzed. It is proved that the heat wave observed at the end of July – the first part of August 2010 was the longest and the most intense nearly for all stations of the Central regions of Ukraine during the research period.

Keywords: heat wave, heat wave duration, heat wave intensity, climate change.