

ДОСЛІДЖЕННЯ ХВИЛЬ ТЕПЛА ЛІТНЬОГО СЕЗОНУ, ЩО СПОСТЕРІГАЛИСЯ В КИЄВІ ЗА ПЕРІОД 1911–2010 РР.

В статті розглянуто випадки хвиль тепла в Києві за столітній період. Проаналізовано їх часову динаміку, тривалість та інтенсивність. Встановлено, що хвиля тепла липня–серпня 2010 р. була найпотужнішою та найтривалішою за досліджуваний період. Охарактеризовано синоптичні процеси, що призвели до її формування та температурний режим в Києві в цей період.

Ключові слова: хвиля тепла, інтенсивність хвилі тепла, тривалість хвилі тепла, синоптичні процеси.

Вступ. Прояв хвиль тепла (ХТ) – тривалих періодів аномально теплої погоди – в літній період завжди супроводжується негативними наслідками для здоров'я людей та економіки. Під час таких періодів, в першу чергу, погіршується самопочуття найбільш вразливих категорій населення – людей похилого віку, дітей та людей, що мають хронічні захворювання. В окремих випадках тривала спека може призвести навіть до значних людських жертв – як це трапилося під час потужних ХТ 2003 та 2006 рр. у Європі, 1996 р. – в Сполучених Штатах, 2010 р. – в Росії, що й привернуло значну увагу до цього атмосферного явища. Вивчення ХТ в Україні переважно сфокусовані на дослідженні хвилі тепла липня–серпня 2010 р. [7, 9]. Проте, як свідчать дослідження зарубіжних вчених [12], інтенсивні ХТ в країнах центральної Європи спостерігалися не лише протягом останніх десятиліть, але й раніше. В Києві (найбільшому місті держави), з кількомільйонним населенням, під час прояву хвиль тепла, їх негативного впливу зазнає величезна кількість людей. Детальне вивчення частоти прояву хвиль тепла, їх характеристик та синоптичних передумов виникнення, дасть змогу наблизитися до розв'язання проблеми прогнозування даного атмосферного явища та мінімізації його негативного впливу на людину як біологічну істоту та її господарську діяльність.

Аналіз останніх досліджень. Вивчення та аналіз зарубіжних літературних джерел, присвячених хвилям тепла, що передували даному дослідженню [8], показав, що цій проблемі на сьогоднішній день приділяється значна увага практично в усіх європейських країнах, а також у Сполучених Штатах Америки. Потужна хвиля тепла влітку 2010 р. на території Росії стала причиною посилення інтересу до цього явища також російських вчених [4-6]. Окремі дослідження присвячені розгляду повторюваності випадків хвиль тепла за кілька десятиліть чи століття на певних територіях, багато робіт висвітлюють вплив цього явища на живі організми. Ноек та ін. [10] і Johnson та ін. [11] розглядають взаємозв'язки між хвилями тепла та рівнем забруднення атмосферного повітря.

Матеріали та методи досліджень. Літній сезон обмежується датами стійкого переходу середньодобової температури повітря через 15°C в період її підвищення навесні і зниженні восени, проте, оскільки в різні роки такий перехід може значно варіюватися (наприклад, в Києві, літо може розпочинатися як на 15 днів раніше від середньої дати, так і на 30 днів пізніше неї), в даному дослідженні літній період має фіксовані часові рамки – 1 червня – 31 серпня.

Для проведення дослідження було використано матеріали щоденних спостережень за температурою повітря на метеорологічній станції Київ за червень–серпень 1911–2010 рр.

На сьогодні не існує єдиного універсального визначення хвиль тепла, що використовувалося б як критерій для виявлення цієї аномалії у всіх без винятку дослідженнях. У [8] обґрунтовано зручність використання визначення ХТ, що рекомендоване ВМО, для дослідження проявів цього явища на території України. Отже, в даному дослідженні хвилею тепла вважалися випадки, що відповідали наступним критеріям: період, протягом якого максимальна добова температура повітря понад 5 послідовних днів перевищує середню максимальну температуру повітря за цей день за період 1961–1990 рр. на 5 °С.

Виклад основного матеріалу. *Кліматичні особливості літнього сезону в Києві.* Київ розташований в центральній частині України на берегах річки Дніпра, його висота над рівнем моря становить 167 метрів. Географічне положення міста відіграло важливу роль у формуванні кліматичних умов і мікрокліматичних особливостей окремих його районів. Територія міста розділена Дніпром на правобережну та лівобережну частини. Клімат Києва є помірно-континентальним із м'якою зимою і теплим літом. В табл. 1 представлено значення середніх температур повітря у місті протягом року.

Таблиця 1 – Значення середньомісячної температури повітря у м. Києві

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня $t_{\text{пов.}}, ^\circ\text{C}$	-5,6	-4,2	0,7	8,7	15,2	18,2	19,3	18,6	13,9	8,1	2,1	-2,3	7,7

В літній сезон в Києві визначальними є вплив радіаційного чинника та діяльної поверхні. Суттєву роль у формуванні погодних умов також відіграє трансформація повітряних мас в областях підвищеного тиску. Циклонічна діяльність представлена слабо вираженими циклонами та улоговинами. На початку літа погода, як правило, має відносно нестійкий характер – можуть спостерігатися похолодання, пов'язані з вторгненням повітря з півночі та північного заходу. В другій половині літа переважає антициклоніальний тип погоди і тривалий час зберігається малоохмарна, жарка, суха погода.

Найтеплішим місяцем літа (як і року загалом) є липень, хоча в 30 % років найтеплішим буває серпень. Високі температури повітря формуються при надходженні

сухого континентального повітря помірних широт або тропічного повітря з нижнього Поволжя та Середньої Азії, або в умовах малорухомих термічних депресій, які виникають в результаті тривалого інтенсивного нагріву повітря. За даними [2], у Києві абсолютний максимум температури $+35^{\circ}\text{C}$ та вище може спостерігатися з червня до серпня, його ймовірність становить 10-15 %.

Також слід зазначити, що у великих містах, до яких належить Київ, як правило спостерігається температурна аномалія, що характеризується підвищеною порівняно з периферією температурою повітря – так званий острів тепла. Однією з основних причин його формування є те, що матеріали, якими складена поверхня міста, мають значення альбедо нижчі, ніж природні. Міські поверхні поглинають більше короткохвильової сонячної радіації, тому нагріваються швидше і повітря над ними відповідно прогрівається також швидше. Заасфальтовані поверхні й стіни будинків у світлий час доби запасують певну кількість тепла, а вночі віддають його навколишньому повітрю. Природні процеси ще більше спотворюються в умовах міста завдяки малому випаруванню, адже, в сільській місцевості вранці сонячна енергія витрачається на випаровування роси, процес гутації у рослин, тощо, у місті ж вона безпосередньо поглинається будинками та асфальтом [3]. Крім того, на території міста внаслідок забруднення повітряного басейну знижене ефективне випромінювання та нічне вихолоджування. В результаті дослідження проведеного Н.П. Гребенюк та М.Б. Барабаш [1] було зафіксовано існування відмінностей в температурному режимі Києва від навколишніх територій (станцій, розташованих на відстані 40–80 км) ще з 20-х років ХХ століття. Дослідження охопило період 1926–1995 р. Перевищення середньорічної температури повітря в Києві протягом обраного періоду в різні п'ятирічки становило від $0,2$ до $0,7^{\circ}\text{C}$ [1].

Дослідження хвиль тепла в Києві. В результаті аналізу рядів температури повітря було встановлено, що за період 1911–2010 рр. в Києві спостерігалось 32 випадки ХТ, що відповідали критеріям визначення цього явища, яке використано в даному дослідженні (табл. 2).

Незважаючи на невелику кількість випадків ХТ протягом досліджуваного періоду, це явище спостерігалось щодаки (десять років) (рис. 1). Часова динаміка кількості випадків ХТ за останні сто років характеризується двома максимумами – в 1931–1940 і 2000–2010 рр. В ці періоди зафіксовано 6 і 5 випадків хвиль тепла, відповідно. Найнижча кількість ХТ за декаду була зафіксована в 1981–1990 рр. – один випадок. Як видно з табл. 2 тривалість хвиль тепла, що спостерігалися протягом досліджуваного періоду в Києві в більшості випадків є незначною: 10 випадків (31 %) ХТ мають тривалість лише 6 днів (така тривалість є мінімальною згідно визначення, що використовується в даному дослідженні); 9 випадків (28 %) ХТ – понад 10 днів і лише 2 випадки (6 %) – більше 15 днів. Хвилі тепла з максимальною тривалістю були зафіксовані в 2010 р. (тривалість 18 днів) та 1946 р. (16 днів). Середня тривалість ХТ в Києві за період 1911–2010 рр. становила 8,9 дня.

Таблиця 2 – Випадки хвиль тепла в м. Києві за останнє сторіччя та їх тривалість

Рік	Дата	Тривалість ХТ	Рік	Дата	Тривалість ХТ
1910	11.06–17.06	7	1956	03.06–08.06	6
1917	17.06–25.06	9	1959	14.07–24.07	11
1921	01.06–06.06	6	1963	25.07–31.07	7
1924	13.06–18.06	6	1963	03.08–10.08	8
1929	17.08–26.08	10	1964	16.06–24.06	9
1936	02.07–07.07	6	1968	15.06–21.06	7
1936	19.07–02.08	15	1972	15.07–29.07	15
1938	30.06–05.07	6	1975	16.06–23.06	8
1938	21.08–31.08	11	1985	26.08–31.08	6
1939	13.06–18.06	6	1999	07.06–20.06	14
1939	14.08–21.08	8	2000	17.08–23.08	7
1943	24.08–29.08	6	2001	20.07–28.07	9
1946	10.06–15.06	6	2002	08.07–22.07	15
1946	10.08–25.08	16	2010	08.06–14.06	7
1951	10.07–18.07	9	2010	14.07–24.07	11
1954	14.08–19.08	6	2010	31.07–17.08	18

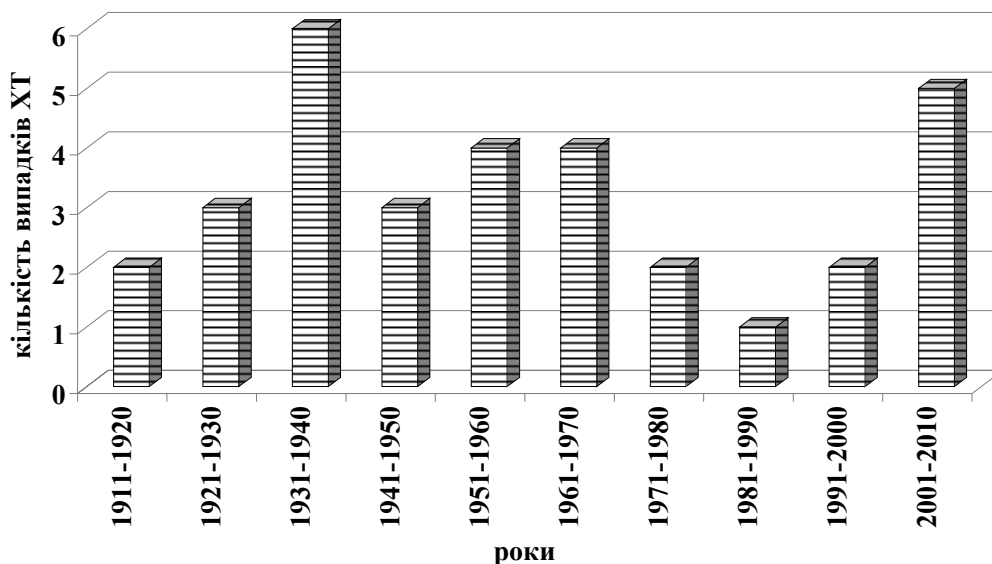


Рис. 1 – Динаміка кількості випадків ХТ в Києві за 1911–2010 рр.

Для характеристики інтенсивності ХТ, як правило, використовується кумулятивна T_{MAX} протягом окремої ХТ. Jan Kysel'у [12] зазначає, що ця

характеристика є найзручнішою для вирішення такої задачі. Зазвичай кумулятивну T_{MAX} протягом окремої ХТ розраховують як суму різниць між максимальною добовою температурою повітря та певним граничним значенням, що залежить від визначення хвиль тепла, що використовується. В даному дослідженні також була розрахована середня T_{MAX} протягом окремої ХТ – усереднене значення різниць між максимальною добовою температурою повітря та певним граничним значенням температури (табл. 3).

Таблиця 3 – Найпотужніші ХТ в Україні протягом досліджуваного періоду

Рік	Дата	Кумулятивна T_{MAX}	Середня T_{MAX}	Рік	Дата	Кумулятивна T_{MAX}	Середня T_{MAX}
1910	11.06–17.06	22	3,1	1956	03.06–08.06	10	1,7
1917	17.06–25.06	6,5	0,7	1959	14.07–24.07	22	2,0
1921	01.06–06.06	25,4	4,2	1963	25.07–31.07	10,7	1,5
1924	13.06–18.06	29,9	5,0	1963	03.08–10.08	16,1	2,0
1929	17.08–26.08	38,8	3,9	1964	16.06–24.06	18,8	2,1
1936	02.07–07.07	15,4	2,6	1968	15.06–21.06	10,8	1,5
1936	19.07–02.08	74	4,9	1972	15.07–29.07	24,1	1,6
1938	30.06–05.07	20,5	3,4	1975	16.06–23.06	19,3	2,4
1938	21.08–31.08	26,5	2,4	1985	26.08–31.08	9,8	1,6
1939	13.06–18.06	18,5	3,1	1999	07.06–20.06	32,6	2,3
1939	14.08–21.08	13,9	1,7	2000	17.08–23.08	26,1	3,7
1943	24.08–29.08	25	4,2	2001	20.07–28.07	25,4	2,8
1946	10.06–15.06	25,3	4,2	2002	08.07–22.07	28,1	1,9
1946	10.08–25.08	90,5	5,7	2010	08.06–14.06	23,1	3,3
1951	10.07–18.07	28	3,1	2010	14.07–24.07	35,1	3,2
1954	14.08–19.08	23,2	3,9	2010	31.07–17.08	108,6	6,0

Найвища кумулятивна T_{MAX} була зафіксована в 2010 та 1946 рр. і становила 108,6°C і 90,5°C – відповідно, найвища середня T_{MAX} була зафіксована в 1924, 1946 та 2010 рр. і становила 5,0°C, 5,7°C та 6,0°C – відповідно. Хвиля тепла червня 1924 р. була нетривалою проте, інтенсивною, а ХТ 1946 та 2010 рр. характеризувалися не лише значною інтенсивністю, але й тривалістю.

Характеристика хвилі тепла липня–серпня 2010 р. в Києві. Отже, аналіз тривалості та інтенсивності ХТ, що спостерігалися в 1911–2010 рр. дав змогу встановити, що хвиля тепла липня–серпня 2010 р. була найпотужнішою для м. Києва за столітній період. Вона розпочалася 31 липня і тривала до 17 серпня. В цей період середньодобові температури перевищували норму на 7–11°. Максимальна температура була зафіксована 8 серпня і становила 39,2°C (рис.2). Температура вночі становила 21–24°C, вдень 36–39°C. 3–9 та 12–15 серпня були перевищені на 0,2–5,2° абсолютні значення

максимальних температур для цих днів; а ночі з 2 по 10, 12–13 та 15–16 серпня виявилися найтеплішими за всі роки спостережень.

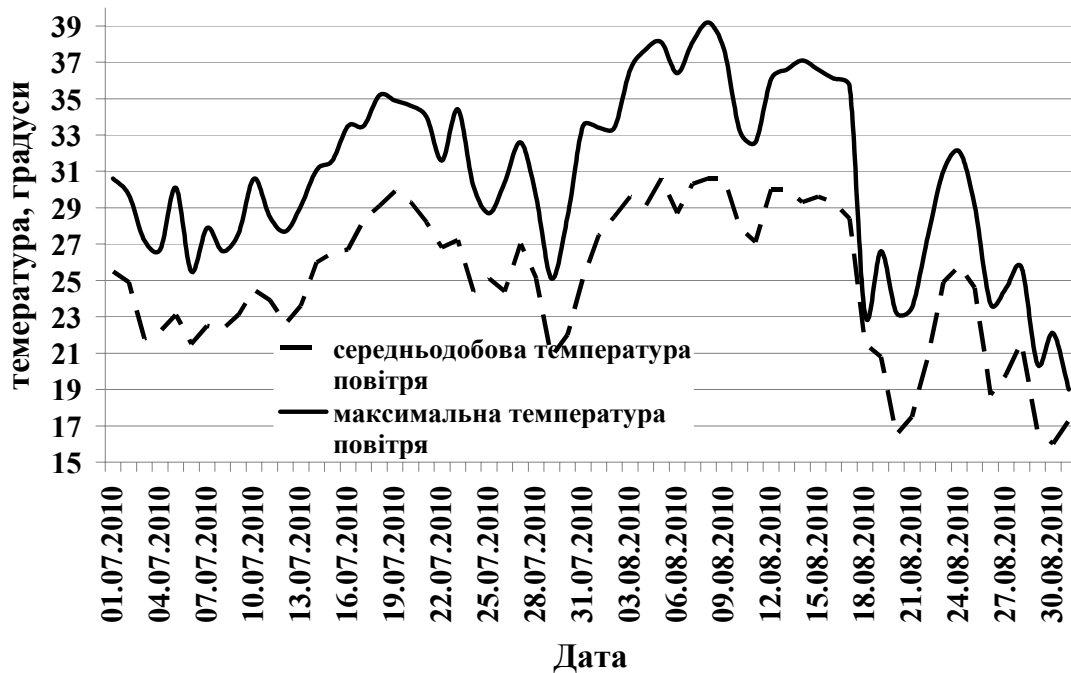


Рис. 2 – Графік ходу середньодобової та максимальної температури повітря в м. Києві за липень–серпень 2010 р.

Аномально високі температури в цей період були спричинені тим, що територія України перебувала під впливом тилової частини антициклону, центр якого розташовувався над Європейською частиною Росії і несуттєво змінював своє положення (від початку хвилі тепла і до 15 серпня). Це було високе, добре розвинене баричне утворення, що сформувалося ще в другій декаді липня і відстежувалася до рівня ізобаричної поверхні 700 гПа. На рівні 500 гПа антициклону відповідав потужний гребінь тепла, вісь якого була спрямована з Малої Азії в бік Європейської частини Росії. Таке положення центру антициклону спричинило зміну напрямку повітряних потоків над Україною з західних на південні, південно-східні, а трохи пізніше – на південно-західні. Конфігурація повітряних потоків спільно з потужним осередком тепла на Близькому Сході зумовила адвекцію тепла на територію України. Втягування теплої повітряної маси в тилу частину антициклону тривало до 14 серпня включно, після чого він почав руйнуватися. В цей же час над західною Європою активізувався циклон, просуванню якого на схід до цього перешкоджав антициклон над Росією, а в район Баренцева моря з півночі змістився циклон. Таким чином, вже 19 серпня антициклон повністю зруйнувався, адвекція тепла змінилася адвекцією холоду, про що свідчить різке зниження температури на рівні 850 гПа і біля земної поверхні; висотна фронтальна зона, яка до цього проходила вздовж 70 ° с.ш. опустилася до 50 ° пн.ш. і над усією Європою відновилося переважаюче західне перенесення повітряних мас.

Висновки. Отже, в Києві, клімат якого є помірно-континентальним з м'якою зимою та теплим літом, за період 1911–2010 рр. було зафіксовано 32 випадки ХТ. Максимальна їх кількість спостерігалася в десятиліття 1931–1940 і 2000–2010 рр. – 6 і 5 випадків, відповідно. Близько третини ХТ, що спостерігалися протягом досліджуваного періоду мають тривалість лише 6 днів, середня тривалість становить – 8,9 дня, максимальна – 18 днів (2010 р.). За інтенсивністю найпотужнішими були ХТ 1924, 1946 та 2010 р. Хвиля тепла, що спостерігалася в липні–серпні 2010 р. була найтривалішою та найінтенсивнішою за останні сто років і характеризувалася аномально високими температурами повітря – середньодобові температури перевищували норму на 7–11°. Причиною її формування було те, що територія України в цей час перебувала під впливом тилової частини антициклону, центр якого розташовувався над Європейською частиною Росії.

Список літератури

1. Гребенюк Н.П., Барабаш М.Б. Про зміни температури повітря в містах України в процесі урбанізації // Праці УкрНДГМІ. – 2004. – Вип. 253. – С. 148–154.
2. Клімат Києва / за ред. Осадчого В.І., Косовця О.О., Бабіченко В.М. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 320 с.
3. Ландсберг Г.Е. Клімат города; пер. с англ. Фредман А. Я.. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.
4. Локощенко М.А. Катастрофическая жара 2010 года в Москве по данным наземных метеорологических измерений // Известия РАН. Серия: Физика атмосферы и океана. – 2012. – Т. 48. – № 5. – С. 523–537.
5. Мохов И.И. Особенности формирования летней жары 2010 г. на Европейской территории России в контексте общих изменений климата и его аномалий // Известия РАН. Серия: Физика атмосферы и океана. – 2011. – Т. 47. – № 6. – С. 709–717.
6. Шакина Н.П., Иванова А.Р., Бирман Б.А., Скриптунова Е.Н. Блокирование: условия лета 2010 года в контексте современных знаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://method.hydromet.ru/publ/2010/block.pdf> – Назва з екрану.
7. Шевченко О., Снежко С. Волна тепла в июле–августе 2010 г. на территории Украины // Тезисы докладов Международной конференции по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды. Россия, Казань, 2–5 октября 2012 г. – С. 227–228.
8. Шевченко О.Г., Снежко С.І. Хвилі тепла та основні методологічні проблеми, що виникають при їх дослідженні // Український гідрометеорологічний журнал. – 2012. – № 10. – С. 57–63.
9. Шевченко О.Г. Характеристика хвилі тепла літнього сезону 2010 р. на території України // Праці УкрНДГМІ. – 2012. – Вип. 262. – С. 59–70.

10. Hoek G., Brunekreef B., Verhoeff A., van Wijnen J., Fischer P. Daily mortality and air pollution in the Netherlands // Journal of the Air and Waste Management Association. – 2000. – № 50 (8). – PP. 1380–1389.
11. Johnson H., Kovats R.S., McGregor G., Stedman J., Gibbs M., Walton H., Cook L., Black E. The impact of the 2003 heat wave on mortality and hospital admissions in England // Health Statistics Quarterly. – 2005. – № 25. – PP. 6–11.
12. Kysely J. Temporal fluctuations in heat waves at Prague–Klementinum, the Czech Republic, from 1901–97, and their relationships to atmospheric circulation // International Journal of Climatology. – 2002. – № 22. – PP. 33–50.

Исследование волн тепла летнего сезона, которые наблюдались в Киеве в период 1911–2010 гг. Шевченко О.Г.

В статье рассмотрено случаи волн тепла в Киеве за столетний период. Проанализировано их временную динамику, длительность и интенсивность. Установлено, что волна тепла июля–августа 2010 г. была самой мощной и длительной за период исследования. Дана характеристика синоптических процессов, которые стали причиной ее формирования, а также термического режима в Киеве в этот период.

Ключевые слова: волна тепла, интенсивность волны тепла, длительность волны тепла, синоптические процессы.

The research of heat waves of summer period, which observed in Kiev during 1911–2010.

O. Shevchenko

The article deals with heat waves cases in Kyiv during one hundred years. It was analyzed their temporal dynamics, duration and intensity. It was found that heat wave in July–August 2010 was the most powerful and longest during the study period. It was characterized synoptic processes that led to its formation and temperature regime in Kiev at this time.

Keywords: heat wave, heat wave duration, heat wave intensity, synoptic processes.