

Шевченко О.Г.

ХАРАКТЕРИСТИКА ХВИЛІ ТЕПЛА ЛІТНЬОГО СЕЗОНУ 2010 р. НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

На основі аналізу рядів температури повітря для 13 метеорологічних станцій України за червень-серпень 1911-2010 рр. виявлено випадки хвиль тепла, розглянуто їх тривалість та інтенсивність. Обґрунтовано, що хвиля тепла 2010 р. була найпотужнішою за період спостережень для східної та південної частини території України, охарактеризовано температурний режим під час цієї метеорологічної аномалії.

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

Вступ

Хвилі тепла (ХТ – періоди аномально спекотної погоди, що проявляються на певній території) час від часу спостерігаються в різних країнах світу. Проте після дуже інтенсивних та тривалих їхніх проявів у США в 1995 р., в Європі – 2003 та 2006 рр., у Росії – в 2010 р. вони привернули до себе значну увагу. Це, перш за все, пов'язано зі зростанням дискомфорту та погіршенням самопочуття населення, а також зі збільшенням кількості смертей від перегріву. Потужні хвилі тепла є добре відомими саме завдяки значній кількості людських жертв. Наприклад, ХТ 1995 р. в Чикаго спричинила понад 600 випадків смертей [1], в Європі за період 2003 р. (червень-серпень) загальна кількість жертв перевищила 50 000 осіб [2], у Москві під час відомої хвилі тепла 2010 р. лише в липні кількість смертей порівняно з липнем 2009 р. зросла на 4800 осіб [3]. Зростання інтересу до ХТ відбувається також завдяки тому, що згідно з найпоширенішими прогнозними моделями температура повітря на планеті в найближчі десятиліття, хоч і не дуже суттєво, але все ж зростатиме і це відповідно викличе збільшення повторюваності проявів ХТ. Крім того, вже приблизно 50 % населення Землі проживає в містах і процес урбанізації триває, а як відомо, температурний режим великого міста відрізняється від навколишніх територій і характеризується дещо вищими температурами повітря, тому

жителі великих міст відчують на собі вплив проявів ХТ значно сильніше.

Вивчення та аналіз зарубіжних літературних джерел, присвячених проблемі хвиль тепла, що передував даному дослідженню [4], показав, що цій проблемі на сьогоднішній день приділяється значна увага практично в усіх європейських країнах, а також у Сполучених Штатах Америки. 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. [5] і Johnson та ін. [6] розглядають взаємозв'язки між хвилями тепла та рівнем забруднення атмосферного повітря.

Матеріали та методи досліджень

Для проведення даного дослідження було обрано 13 метеорологічних станцій, що розташовані в різних регіонах України. Використано дані про максимальну температуру повітря за три літні місяці (червень-серпень).

Таблиця 1

Тривалість періодів спостережень за температурою повітря, що були використані під час дослідження ХТ

Станція	Роки
Київ	1911-2011
Львів	1936-2011 (пропущено: серпень 1939, червень 1940, 1941-1944 рр.)
Лубни	1936-2011 (пропущено: червень-липень 1943)
Харків	1936-2011 (пропущено: 1942-1950 рр.)
Луганськ	1911-2011
Вінниця	1936-2011 (пропущено: липень-серпень 1941)
Ужгород	1946-2011
Чернівці	1944-2011 (пропущено: червень 1944)
Одеса	1911-2011 (пропущено: 1940, 1942, 1943 рр.)
Ізмаїл	1946-2011
Генічеськ	1911-2011 (пропущено: червень-липень 1944, червень-липень 1943, 1921-1922, 1942 рр.)
Керч	1936-2011 (пропущено: серпень 1941, 1942-43 рр.)
Сімферополь	1936-2011 (пропущено: 1942, 1943 рр.)

Найдовший ряд даних був сформований для Києва, Одеси, Луганська та Генічеська – з 1911 по 2010 рр. Для інших станцій ряди даних коротші (табл. 1), переважно всі станції мають пропуски в даних за 1941-1943 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 [4] обґрунтовано зручність використання визначення ХТ, що рекомендоване ВМО, для дослідження проявів цієї аномалії на території України. Отже, в цьому 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 період 1961-1990 рр. на 5 °С.**

Виклад основного матеріалу

У результаті аналізу даних всіх станцій було встановлено, що найбільшу кількість ХТ зафіксовано в Харкові та Луганську – 43 та 40 відповідно. Оскільки кількість випадків ХТ є не дуже великою, доцільніше розглядати часову динаміку за столітній період, використовуючи кількість випадків ХТ за декаду, а не за кожен окремий рік. У зв'язку з тим, що деякі станції мають коротші ряди даних, для представлення часової динаміки ХТ вони були поділені на три групи з однаковим періодом: 1) Київ, Одеса, Луганськ та Генічеськ з 1911 по 2010 р.; 2) Сімферополь, Харків, Керч, Лубни, Вінниця та Львів – з 1936 по 2010 р.; 3) Чернівці, Ужгород та Ізмаїл – з 1946 по 2010 р. (рис 1).

Аналіз часової динаміки кількості випадків ХТ показує, що майже для всіх станцій в останню декаду (2001-2010 рр.) кількість випадків цієї метеорологічної аномалії була найвищою. Це найкраще виражено для станцій Ізмаїл, Ужгород, Чернівці, Луганськ, Сімферополь, Харків та Вінниця. У Києві максимум випадків ХТ спостерігався протягом 1931-1940 рр., у Львові – 1991-2000 рр. Період 1961-1980 рр. характеризувався найменшою кількістю випадків ХТ, а для окремих станцій у ці роки не було зафіксовано жодної хвилі тепла (Ізмаїл, Генічеськ, Одеса). Результати досліджень J. Kyselý [7] показують, що в окремих регіонах Європи спостерігалася аналогічна ситуація: перший максимум кількості випадків ХТ в 40-х рр. – на поч. 50-х і другий, що розпочався в 90-х рр.

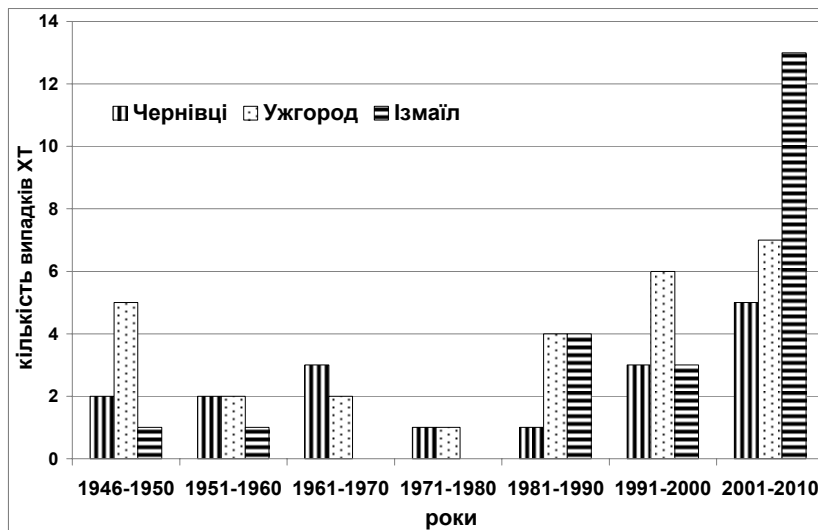
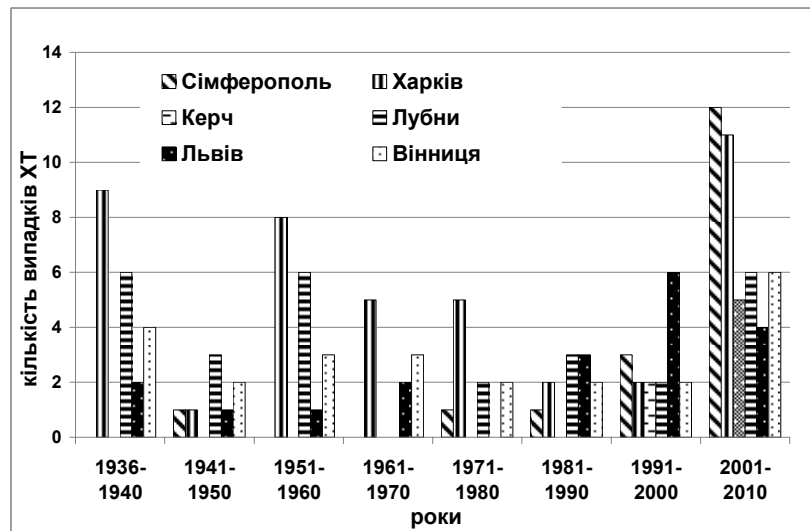
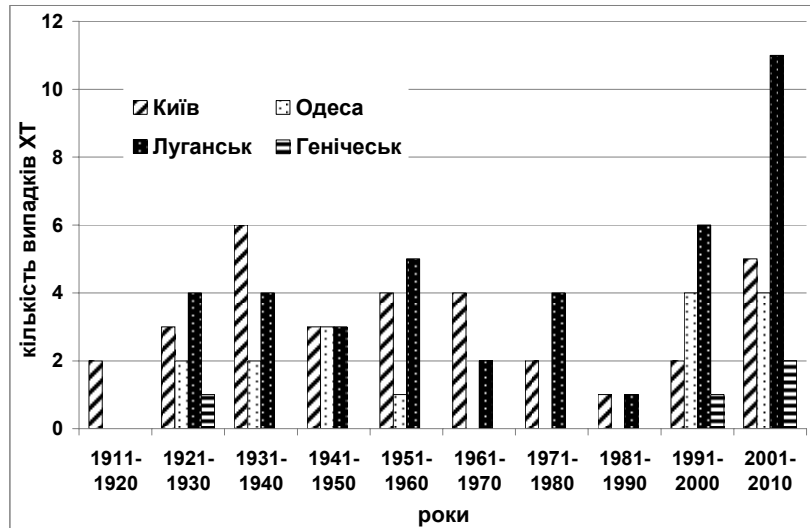


Рис. 1. Динаміка кількості випадків ХТ в Україні

Окремі дослідження максимальної температури повітря для території України [8] свідчать, що в липні та серпні середня максимальна температура за місяць за період 1991-2005 рр. була вищою ніж в 1961-1990 рр.(табл. 2), що підтверджує отримані нами результати, які свідчать, що в останні роки літо стає теплішим, частішають прояви ХТ.

Таблиця 2

Середньомісячний максимум температури повітря (°C) в різні періоди (за В.М. Бабіченко [8])

Період	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII
Роки	Київ			Львів			Луганськ		
1991-2005	23,4	26,0	24,8	22,3	24,2	23,7	26,4	29,2	28,0
1961-1990	23,5	24,5	24,0	21,3	22,7	22,4	26,5	28,4	27,7
Різниця	-0,1	1,5	0,8	1,0	1,5	1,3	-0,1	0,8	0,3

Цікавим є те, що на станції Керч не спостерігалось жодного випадку ХТ до липня 1996 р. Для станції Сімферополь протягом періоду 1936-1990 рр. спостерігалось лише 3 випадки ХТ, за десятиліття 1991-2000 рр. – 3 випадки ХТ, а за 2001-2010 рр. – 12 випадків прояву цієї метеорологічної аномалії. Це свідчить про стрімке зростання кількості випадків хвиль тепла в Криму за останні 20 років.

Тривалість та інтенсивність ХТ є дуже важливою характеристикою цієї метеорологічної аномалії. З метою характеристики тривалості ХТ досить поширеним є використання Індексу тривалості хвилі тепла (ІТХТ) (Heat Wave Duration Index (HWDI)) у днях. ІТХТ – це максимальна тривалість окремо взятої хвилі тепла. Залежно від обраного визначення хвилі тепла, критерії ІТХТ можуть відрізнятися для різних досліджень. Під час використання ІТХТ, як правило, розраховують його значення для кожного року, а потім аналізують зміни тривалості ХТ за певний часовий проміжок. Проте такий метод є результативним за наявності значної кількості випадків ХТ. Оскільки, в процесі дослідження не виявлено їх необхідної кількості, то було розраховано лише середню та максимальну тривалість хвиль тепла за весь період спостережень по кожній станції.

Середня тривалість ХТ протягом досліджуваного періоду становила від 6,9 у Львові до 8,9 днів у Києві (табл. 3). Дещо вища середня тривалість ХТ у Києві порівняно з іншими станціями може бути пояснена

розмірами міста та наявністю острова тепла в цьому місті. Встановлено, що температура в Києві, як правило, є дещо вищою ніж на околицях [9].

Таблиця 3

Тривалість (дні) хвиль тепла

Станція	Середня тривалість ХТ (дні)	Найтриваліша ХТ (дні)	Дати
Київ	8,9	18	31.07– 17.08.2010
Львів	6,9	10	25.07 – 03.08.1994
	6,9	10	03.06 –12.06.1998
Лубни	8,2	18	31.07 –17.08.2010
Харків	7,2	20	30.07 –18.08.2010
Луганськ	8,0	24	26.07 –18.08.2010
Вінниця	8,0	15	19.07 – 02.08.1936
	8,0	15	10.08 – 24.08.1946
Ужгород	7,4	19	22.07 – 09.08.1994
Чернівці	7,3	14	09.08 – 22.08.1946
Одеса	8,4	12	13.08 – 24.08.2008
	8,4	12	05.08 –16.08.2010
Ізмаїл	7,3	13	05.07 –17.07.2002
	7,3	18*	31.07–17.08.2010
Генічеськ	7,0	7	13.06 –19.06.1924
	7,0	7	30.07 – 05.08.1998
	7,0	7	24.07 – 30.07.2001
	7,0	7	24.08 – 30.08.2007
Керч	8,3	19	31.07 – 18.08.2010
Сімферополь	8,1	20	30.07 –18.08.2010

* – у 2010 р. в Ізмаїлі спостерігалася дуже тривала ХТ, проте в цей час зафіксовано один день з температурою нижче граничного значення для ХТ відповідно до визначення, що використовується в цьому дослідженні. Проте згідно з погодними умовами, що спостерігалися тоді на інших станціях, та з синоптичною ситуацією для всього регіону можна стверджувати, що це була одна тривала ХТ, а не дві короткочасні

Найвища тривалість ХТ дуже відрізняється на різних станціях. Наприклад, для Луганська вона становлять 24 дні, для Генічеська – 7 днів.

Найдовша ХТ спостерігалася в Луганську наприкінці липня – на початку серпня 2010 р. Ця станція розташована на сході України, неподалік від Росії, де в той час спостерігалася дуже потужна хвиля тепла. Власне, тоді було зафіксовано найтривалішу ХТ не лише в Луганську, але на всіх станціях, що розташовані на Лівобережній Україні, а також на деяких інших станціях. Це була потужна хвиля тепла, що охопила значні території, проте найвиразніше вона проявлялася на сході країни.

Найтривалішу ХТ в Ужгороді було зафіксовано в 1994 р. (тривалістю 19 днів). Тоді ж спостерігалася хвиля тепла також у Львові. Прояв ХТ влітку 1994 р. на цих двох метеорологічних станціях можна пояснити синоптичною ситуацією, що спостерігалася в той період і призвела до потужних ХТ в Центральній та Східній Європі. Було зафіксовано період тривалої спекотної погоди в Східній Словаччині (22 дні) [7].

На інших станціях найтриваліші ХТ фіксувалися в різні роки. На окремих з них найтриваліші ХТ було зафіксовано досить давно: в Генічеську, Вінниці та Чернівцях в 1924, 1936 та 1946 рр. відповідно.

Для характеристики інтенсивності ХТ, як правило, використовується кумулятивна T_{MAX} протягом окремої ХТ. Jan Kysel'у [7] 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.

Найсудовіші хвилі тепла в Україні (за літній сезон) спостерігалися протягом двох періодів:

- 1) Наприкінці 30-х – в 40-і рр.;
- 2) Середина 90-х– 2000-і рр.

Найвищу кумулятивну T_{MAX} було зафіксовано в Луганську та Харкові – 127,8 та 117°C відповідно (табл. 4). Найпотужніша ХТ в Києві, Харкові, Луганську, Лубнах, Одесі, Керчі та Сімферополі спостерігалася в 2010 р., у Вінниці та Чернівцях – у 1946, у Львові – у 1938 р., в Ужгороді – у 1994р., в Ізмаїлі – у 2007 р., у Генічеську – у 2001 р.

Отримані результати про найінтенсивніші ХТ було порівняно з датами, в які зафіксовано абсолютні максимуми температури для окремих метеостанцій (за даними [8]). Абсолютні максимуми температури повітря та найінтенсивніші ХТ помічено в один і той же час на 7 станціях (Керчі,

Києві, Лубнах, Луганську, Одесі, Сімферополі та Харкові). Для інших станцій – в роки, коли зафіксовано абсолютний максимум температури повітря, спостерігалися потужні хвилі тепла.

Таблиця 4

Найпотужніші ХТ в Україні протягом досліджуваного періоду

Станція	Найвища кумулятивна T_{MAX} °С	Дата	Тривалість (дні)
Київ	108,6	31.07-17.08.2010	18
Львів	35,8	28.06-03.07.1938	6
Лубни	103,2	31.07-17.08.2010	18
Харків	117,0	30.07-18.08.2010	20
Луганськ	127,8	26.07-18.08.2010	24
Вінниця	75,5	10.08-24.08.1946	15
Ужгород	45,1	22.07-09.09.1994	19
Чернівці	70,1	09.09-22.08.1946	14
Одеса	46,4	05.08-16.08.2010	12
Ізмаїл	46,3	16.07-25.07.2007	10
Генічеськ	23,0	24.07-30.07.2001	7
Керч	35,3	31.07-18.08.2010	19
Сімферополь	70,7	30.07-18.08.2010	20

Таким чином було встановлено, що за літній сезон за 1911-2010 рр. хвиля тепла 2010 р. була найпотужнішою та найтривалішою для східних та південних регіонів України. Аномальна спека була спричинена так званим «блокуючим антициклоном», що сприяв збереженню стійкого характеру погоди. Спекотне літо 2010 р. в Росії вважається однією з найбільших у світі кліматичних аномалій того року [10]. Головною кліматичною особливістю цього літнього сезону була наявність двох областей аномальної спеки – в Європейській частині Росії (ЄЧР) та в Східному Сибіру. У [10] зазначається, що в ЄЧР дуже інтенсивна спека розпочалася з третьої декади червня. Середньодобові температури повітря перевищували кліматичну норму на 7-11°C, максимальні температури в денні години сягали +33-38 °С. У всіх федеральних округах ЄЧР липнева середньомісячна температура повітря сягнула абсолютного максимуму. Липень 2010 р. став найтеплішим місяцем у Москві з початку сучасних

метеорологічних спостережень (була перевищена попередня рекордна температура, що зафіксована в 1938 р., на 2,5 °С). Найвищі значення на карті аномалій температури приземного повітря на території Росії в липні для ЄЧР в районі Курська, Воронежа, Осколу, Волгограду, тобто в безпосередній близькості до території України.

На території України ХТ кінця липня-серпня 2010 р. розпочалася 26 липня з Луганська, 30-31 липня охопила всі інші станції східної та південної частини території України (за винятком Одеси – тут лише з 5 серпня). Завершилася ХТ 17-18 серпня, в Одесі – 16 серпня. Значно менша тривалість ХТ в Одесі (12 днів, тоді як на інших станціях 18-23), очевидно, пов'язана з територіальним віддаленням від епіцентра ХТ та пом'якшуючим впливом моря.

Хвиля тепла 2010 р., більша частина якої спостерігалася на території України в серпні, призвела до того, що різниця між середньою температурою повітря серпня 2010 р. та середньою температурою серпня за 1961-1990 р. була аномально високою (табл. 5). Для окремих станцій це перевищення становило більш ніж 5 °С: для Києва – 8,3 °С, Харкова – 6,6 °С, Лубен – 6,1 °С.

Таблиця 5

Різниця між середньою температурою серпня за окремі роки та за 1961-1990 рр.

Станції	2009	2010	2011
Ізмаїл	1,4	4,7	1,7
Керч	-0,6	4,5	1,5
Київ	2,4	8,3	2,4
Лубни	-0,4	6,1	0,6
Луганськ	-0,8	5,1	0,5
Одеса	1,0	5,0	1,2
Сімферополь	0,4	4,8	1,0
Харків	-0,5	6,6	1,5

Найвищу абсолютну максимальну температуру було зафіксовано в Луганську – +42,1°С. На інших станціях максимальні добові температури в окремі дні також були аномально високими: у Харкові – +39,8 °С, Сімферополі – +39,5 °С, Одесі – +38,0 °С, Лубнах – +39,5 °С, Керчі – +35,8 °С, Ізмаїлі – +37,5 °С, Києві – +39,2 °С.

Висновки

Отже, за результатами проведеного аналізу випадків хвиль тепла за тривалістю та інтенсивністю встановлено, що для центральної, східної та південної частини території України хвиля тепла літнього сезону 2010 р. була найтривалішою та найінтенсивнішою, тоді як на окремих станціях західного регіону влітку 2010 р. ХТ взагалі не було зафіксовано. Причиною аномальних температур був так званий «блокуючий антициклон» над Росією, що сприяв збереженню стійкого характеру погоди. Це призвело до формування аномально високих максимальних (в Луганську – +42,1°C) та середньодобових температур на сході та півдні України. ХТ тривала 18-23 дні (на всіх станціях, за винятком Одеси). Високі температури та значна тривалість ХТ стали причиною того, що різниця між середньою температурою серпня 2010 р. та середньою температурою серпня за стандартний кліматичний період (1961-1990 р.) була аномально високою (для окремих станцій понад 5 °С).

* *

1. Dematte J.E. Near-Fatal Heat Stroke during the 1995 Heat Wave in Chicago / J.E. Dematte, K. O'Mara, J. Buescher, C.G. Whitney, S. Forsythe, T. McNamee, R.B. Adiga, I. M. Ndukwu // *Annals of Internal Medicine*. – 1998. – № 129 (3). – P. 173-181.
2. Larsen J. Setting the record straight: More than 52 000 Europeans died from heat in summer 2003. Earth Policy Institute. [електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.earth-policy.org/Updates/2006/Update56.htm> – назва з екрану.
3. Rahmstorf S., Coumou D. Increase of extreme events in a warming world. *PNAS* – 2011. – Vol. 108 (44) [електронний ресурс] – режим доступу: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1101766108 – назва з екрану.
4. Шевченко О.Г., Сніжко С.І. Хвилі тепла та основні методологічні проблеми, що виникають при їх дослідженні // Український гідрометеорологічний журнал. – 2012. – № 10. – С. 57-63.
5. Hoek G, Brunekreef B, Verhoeff A, van Wijnen J, Fischer P. 2000. Daily mortality and air pollution in the Netherlands. *Journal of the Air and Waste Management Association*. 50 (8): 1380-1389.
6. Johnson H, Kovats RS, McGregor G, Stedman J, Gibbs M, Walton H, Cook L, Black E. 2005. The impact of the 2003 heat wave on mortality and hospital admissions in England. *Health Statistics Quarterly*. 25: 6-11.

7. Kysely J. 2002. Temporal fluctuations in heat waves at Prague-Klementinum, the Czech Republic, from 1901-97, and their relationships to atmospheric circulation. *International Journal of Climatology* 22: 33-50.
8. Бабіченко В.М., Адаменко Т.І., Бондаренко З.С., Ніколаєва Н.В., Рудишина С.Ф., Гущина Л.М. Екстремальна температура повітря на території України в умовах сучасного клімату // Матеріали міжнар. конф. Глобальні і регіональні зміни клімату. К., 16-19 листоп. 2010 р. [електронний ресурс]. – режим доступу: http://www.uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/oral_1/Babichenko_et_al.pdf.
9. Шевченко О.Г., Самчук Є.В., Сніжко С.І. Особливості термічного режиму граничного шару атмосфери над Києвом // Вісник Харківського нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна, сер. Геологія – Географія – Екологія. – № 987, Вип. 36. – 2012 р.
10. Аномальная жара 2010 г. в Докладе Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2010 г. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://global-climate-change.ru/index.php/ru/heat-rf-2010>.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Шевченко О.Г.

Характеристика волны тепла летнего сезона 2010 г. на территории Украины

На основе анализа рядов температуры воздуха для 13 метеорологических станций Украины за июнь-август 1911-2010 гг., выявлено случаи волн тепла, рассмотрено их длительность и интенсивность. Обосновано, что волна тепла 2010 г. была самой длительной и мощной за период исследования для восточных и южных регионов Украины. Описаны температурные отклонения во время этой метеорологической аномалии.

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

O. Shevchenko

Characteristic of heat wave of summer period of 2010 on the territory of Ukraine

After analyses air temperatures series for 13 Ukrainian stations during June-August 1911-2010, was found heat wave cases, reviewed it duration and severity. Substantiated, that heat wave of 2010 was the longest and the most intensive for eastern and southern areas of the territory of Ukraine and Crimea peninsula. Temperature anomalies were characterized during this meteorological phenomenon.

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