

УДК: 551.524.36

## ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПЕРІОДИ ХОЛОДНОЇ ПОГОДИ В УКРАЇНІ

**В. М. Хохлов**, д-р геогр. н., проф.,  
**К. С. Сіріченко**, магістр,  
**О. В. Уманська**, аспірант

*Одеський державний екологічний університет,  
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, khokhlovv@odeku.edu.ua*

У статті розглядаються холодні дні та періоди холодної погоди (ПХП) в різних регіонах України протягом 1951–2010 років. Аналіз здійснюється для усіх днів розглянутого періоду, коли середньодобова температура була нижчою за 10-ту перцентиль. Найбільша кількість холодних днів спостерігалась у центральній частині, а найменша – на сході та півдні України; найбільша кількість періодів холодної погоди мала місце на заході України. Взагалі, кількість ПХП після 1980 р., у період глобального потепління, різко зменшується.

**Ключові слова:** зміна клімату, аномалії температури, періоди холодної погоди, Україна.

### 1. ВСТУП

Разом з хвилями тепла періоди холодної погоди (ПХП) є дуже важливими явищами клімату Європи й істотно впливають на природне навколишнє середовище і суспільство. Періодами холодної погоди традиційно вважаються декілька послідовних днів, коли температура повітря набагато менша за нормальну. Так само, як і для випадків хвиль тепла, за ПХП також спостерігається підвищена смертність, негативний вплив на умови вирощування сільськогосподарських рослин тощо [1].

В останні роки досліджувались періоди холодної погоди в Європі в цілому [2], причому особлива увага приділялась аномальній зимі 2009–2010 років, яка була 13-ю найхолоднішою зимою в Європі, починаючи з 1949 року [3]. Взагалі ж через те, що аномально холодні зими виявлялися найяскравіше в середині ХХ століття, а в останні роки спостерігаються надзвичайно рідко [2], періодам холодної погоди приділяється набагато менше уваги, ніж хвилям тепла. Більш-менш докладний аналіз ПХП в Україні з урахуванням останніх десятиріч не робився, на відміну, наприклад, від хвиль тепла [4].

У зв'язку з тим, що глобальні зміни клімату проявляються в Україні у збільшенні кількості різноманітних аномальних явищ погоди [5, 6], виникає нагальна потреба докладного вивчення цих явищ, визначення їх кліматичних характеристик. Особливістю території України є зокрема те, що кліматичні умови у різних її регіонах можуть суттєво відрізнятися одні від інших. Наприклад, зимова погода у прибережних областях, внаслідок впливу Чорного моря, відрізняється від погоди північних і східних областей.

Тому дослідження характеристик клімату, зокрема ПХП, потрібно робити з урахуванням зонального та меридіонального розподілу кліматичних характеристик в Україні.

Метою цієї статті є оцінка впливу змін клімату на повторюваність і просторовий розподіл періодів холодної погоди в Україні. Відповідно до поставленої мети потрібно виявити особливості повторюваності ПХП у різних регіонах України та встановити вплив змін клімату на просторово-часові характеристики ПХП.

### 2. ВХІДНА ІНФОРМАЦІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для того, щоб проаналізувати повторюваність періодів холодної погоди, треба насамперед визначитися з поняттям ПХП. Зазвичай, відбір таких періодів відбувається за допомогою певних перцентилів [4, 6]. У випадку ПХП доцільно використовувати 10-ту перцентиль  $T_{10p}$  та визначити правило – усі дні, в які середньодобова температура була нижчою за  $T_{10p}$ , є холодними днями. Період холодної погоди визначається як щонайменше три поспіль холодних дні. У цій роботі розрахунок  $T_{10p}$  здійснювався для періоду з 1951 по 2010 на основі даних про середньодобову температуру з порталу Berkley Earth [7].

Перцентилі розраховувались для вузлів сітки, розташованих коло кожного градуса із заходу на схід вздовж  $48,5^\circ$  півн. ш. (17 вузлів) та з півдня на північ вздовж  $33,5^\circ$  сх. д. (9 вузлів). Відповідно, ці вузли перетинали всю Україну у двох напрямках. Після розрахунку  $T_{10p}$  для кожного вузла визначалися дні з холодною погодою протягом досліджуваного періоду і здійснювався просторово-часовий аналіз цих даних.

Зазначений підхід дозволив виділити ПХП у

різних кліматичних зонах України, причому завдяки нормалізації  $T_{10p}$ , кількість цих явищ не залежала від характерної для певного регіону температури.

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Взагалі, кількість днів з температурою нижчою за десяту перцентиль для всієї України (рис. 1) становить трохи більше 10 % від загальної кількості календарних днів, що свідчить про невелику асиметрію статистичного розподілу. Тим не менше можна відзначити різке зменшення загальної кількості холодних днів східніше та північніше від вузла з координатами  $48,5^\circ$  півн. ш.,  $33,5^\circ$  сх. ш. на межі Кіровоградської та Дніпропетровської областей. Тобто Центральна Україна виявилася тим регіоном, в якому відбуваються зміни ступеня континентальності клімату.

Дещо несподіваним є більша кількість холод-

них днів на заході України у порівнянні зі східними областями. Але треба пам'ятати, що на рис. 1 наведені не абсолютні, а відносні значення, і хоч холодні дні на сході України відзначаються «нечасто», але значення середньодобової температури при цьому, напевно, є нижчими. З іншого боку, менша кількість холодних днів на півдні України (насамперед, у Криму та Херсонській області) пояснюється впливом Чорного й Азовського морів на клімат цього регіону.

Для того, щоб визначити вплив змін клімату на повторюваність холодних днів, розглянемо окремо чотири тридцятирічних періоди (рис. 2), протягом першого з яких, 1951–1980 рр., спостерігалось незначне глобальне похолодання, а початок останнього тридцятиріччя, 1981–2010 рр., збігається з початком глобального потепління [8].

З рис. 2а видно, що у період глобального похолодання кількість холодних днів майже не змінювалась із заходу на схід України, але у по-

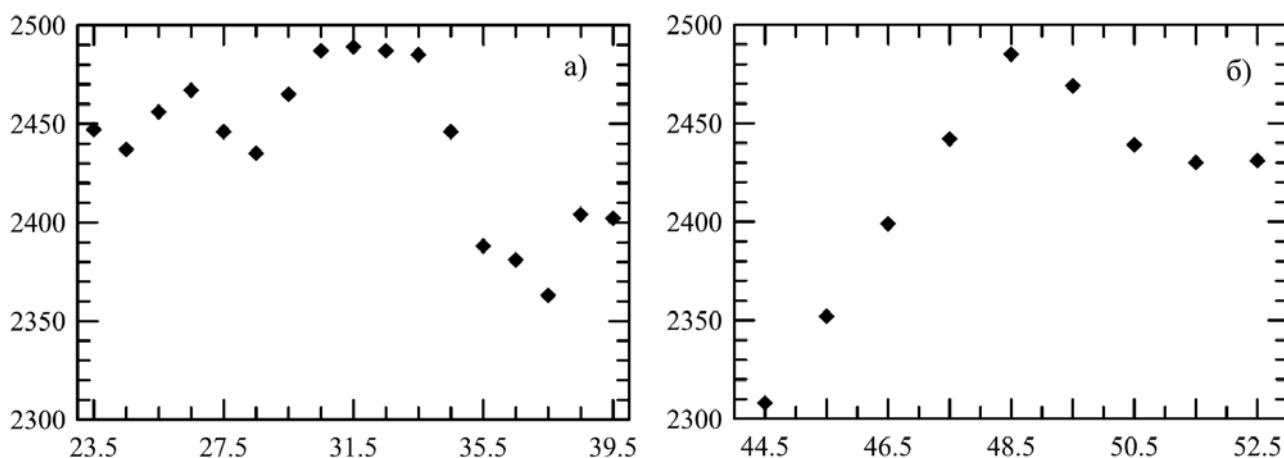


Рис. 1 – Загальна кількість днів (вісь  $Y$ ) з температурою нижчою  $T_{10p}$  для періоду 1951-2010 років із заходу на схід вздовж  $48,5^\circ$  півн.ш. (а) та з півдня на північ вздовж  $33,5^\circ$  сх.д. Вісь  $X$  – географічна довгота (а) або широта (б)

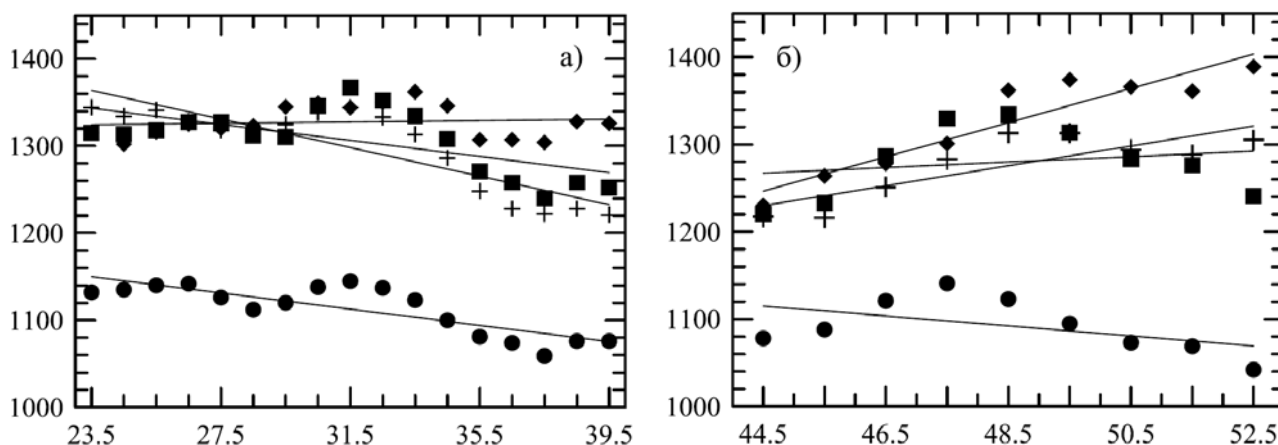


Рис. 2 – Так само, як на рис. 1, але для періодів 1951-1980 (♦), 1961-1990 (■), 1971-2000 (+) та 1981-2010 (●) років

дальшому таких днів у східних областях ставало все менше і менше у порівнянні із західними областями. Нарешті, у період глобального потепління відбулось істотне зменшення холодних днів у всій Україні. Таке ж саме істотне зменшення можна побачити й на рис. 2б.

Аналіз рис. 2 дозволяє зробити також ще один висновок – у період глобального потепління

кількість холодних днів має тенденцію до зменшення у бік більш континентального клімату (для України – із заходу на схід і з півдня на північ).

Розглянемо аналогічним чином повторюваність періодів холодної погоди (рис. 3) взагалі за період 1951–2010 років і по окремих роках для різних регіонів України (рис. 4 і 5).

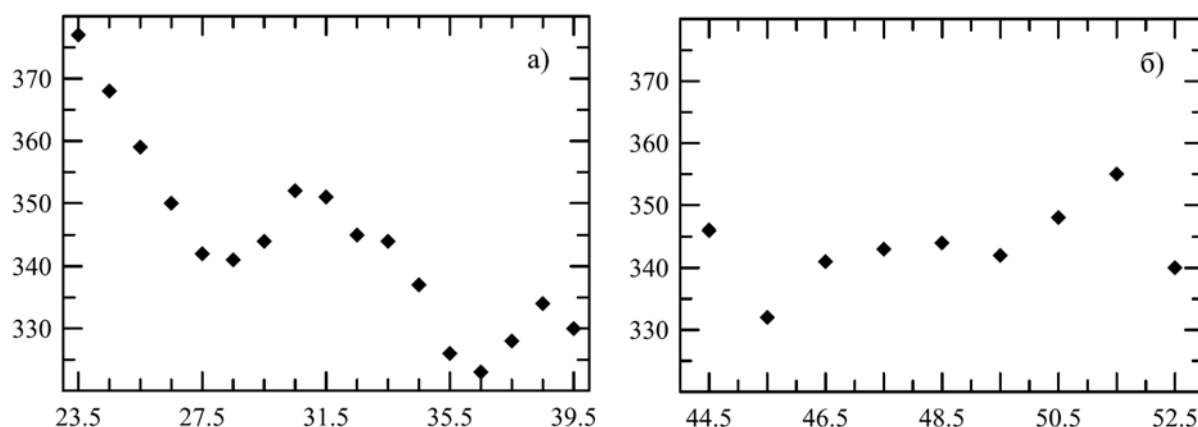


Рис. 3 – Кількість періодів холодної погоди (вісь  $Y$ ) для періоду 1951–2010 років із заходу на схід вздовж  $48,5^\circ$  півн.ш. (а) і з півдня на північ вздовж  $33,5^\circ$  сх.д. Вісь  $X$  – географічна широта

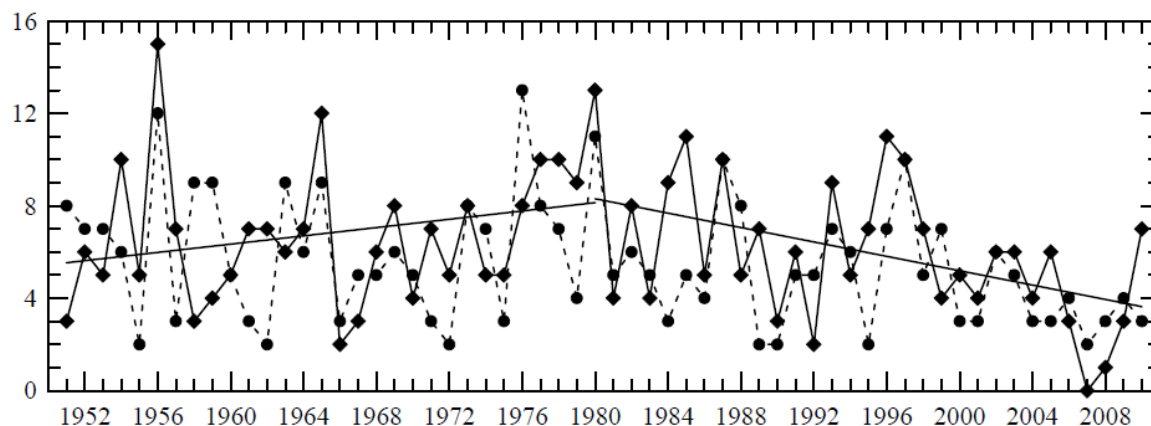


Рис. 4 – Кількість ПХП (вісь  $Y$ ) періодів холодної погоди протягом року (вісь  $X$ ) на заході (♦) та сході (●) України

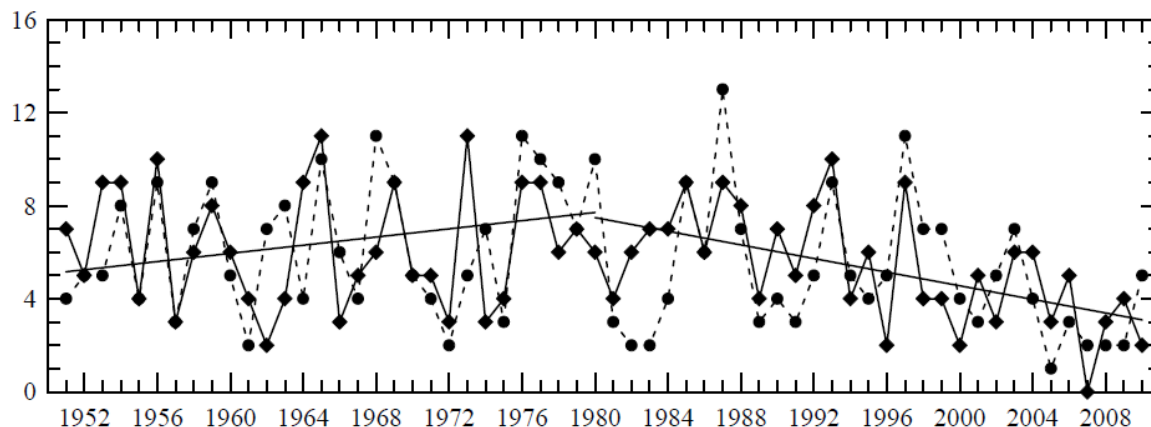
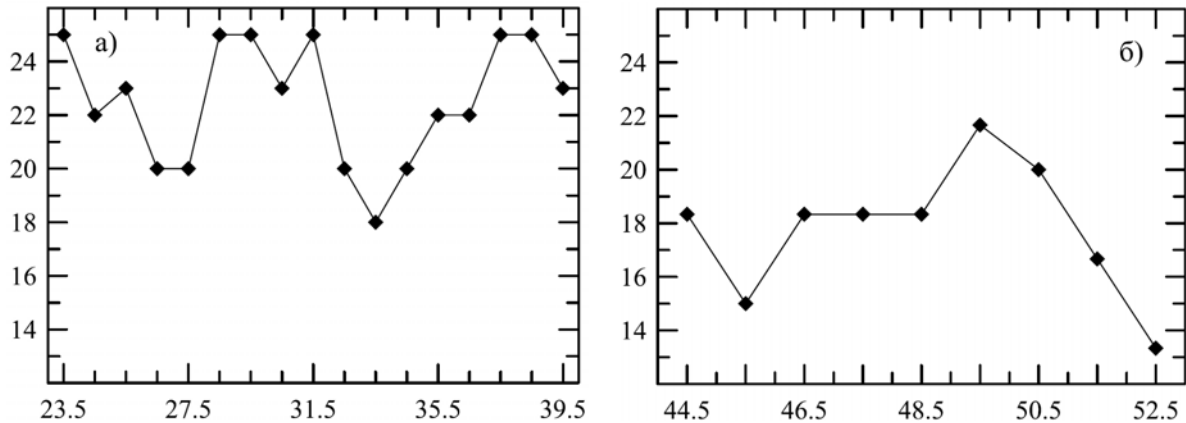


Рис. 5 – Кількість ПХП (вісь  $Y$ ) періодів холодної погоди протягом року (вісь  $X$ ) на півдні (♦) та півночі (●) України



**Рис. 6** – Відсоток періодів холодної погоди (вісь Y), які спостерігались у теплу пору року для періоду 1951-2010 років із заходу на схід вздовж 48,5° півн.ш. (а) та з півдня на північ вздовж 33,5° сх.д. Вісь X – географічна довгота (а) або широта (б)

На відміну від кількості холодних днів, найбільша повторюваність ПХП спостерігається на заході України, після чого різко зменшується, сягаючи мінімуму у східних областях. Але найбільш яскравим є поступове збільшення річної кількості ПХП приблизно до 1980 року. При цьому у деякі роки на заході та сході України вона становила 12 і більше. Після 1980 року відбулось різке зменшення річної кількості ПХП в усіх регіонах України. Більше того, починаючи з 1998 року, річна кількість ПХП не перевищувала восьми, а у 2007 році на заході та півдні України періоди холодної погоди взагалі не спостерігались. Таке істотне зменшення можна пояснити впливом глобального потепління.

На рисунках, наведених вище, кількість холодних днів розраховувалась для всього року, не розрізняючи окремі його пори. Проте певний інтерес викликають не тільки зимові похолодання, а й літні, коли температура може знижуватись до «аномальних» значень. З цією метою було розраховано відсоток періодів холодної погоди, які спостерігались протягом умовно теплої (з 16 жовтня по 15 квітня) та холодної (з 16 квітня по 15 жовтня) пори року. На рис. 6 показано відсоток ПХП для теплої половини року в різних регіонах України.

Як можна побачити, тільки від 14 до 25 % усіх ПХП відзначалось у тепле півріччя, причому не існує якоїсь залежності повторюваності літніх ПХП від регіону України. Тут є цікавим сам факт такої невеликої кількості періодів холодної погоди влітку. З іншого боку, беручи до

уваги результати на рис. 4 і 5, це свідчить про те, що у період глобального потепління істотно зменшується кількість аномально холодних зим.

#### 4. ВИСНОВКИ

Під впливом змін глобального клімату в різних регіонах світу відбуваються істотні зміни у повторюваності аномальних явищ погоди. У більшості випадків, увага наукового співтовариства приділяється аномальній спеці влітку (так звані хвилі тепла), посухам тощо. У той же час існують певні зміни й у повторюваності явищ погоди, пов'язаних з холодною погодою.

Наведений у цій статті аналіз повторюваності холодних днів і періодів холодної погоди в різних регіонах України показав, що існують певні відмінності у просторово-часовому розподілі цього явища погоди. Так, кількість періодів холодної погоди істотно зменшується із заходу на схід України, причому у період глобального потепління кількість холодних днів має тенденцію до зменшення у бік більш континентального клімату. Але найяскравішою рисою є істотне зменшення річної кількості ПХП в усіх регіонах України. Більше того, такі зміни зумовлені більшою мірою зменшенням кількості аномально холодних зим.

Подальший аналіз періодів холодної погоди може бути пов'язаний з дослідженням синоптичних ситуацій, які їх спричиняють, а також регіональних причин зазначеного вище істотного зменшення холодних днів внаслідок глобального потепління.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Menzel A., Seifert H., Estrella N. Effects of recent warm and cold spells on European plant phenology. *International Journal of Biometeorology*, 2011, vol. 55, issue 6, pp. 921–932.
2. Kyselý J. Influence of the persistence of circulation patterns on warm and cold temperature anomalies in Europe: analysis over the 20th century. *Global and Planetary Change*, 2008, vol. 62, issue 1–2, pp. 147–163.
3. Cattiaux J., Vautard R., Cassou C., Yiou P., Masson-Delmotte V., Codron F. Winter 2010 in Europe: a cold extreme in a warming climate. *Geophysical Research Letters*, 2010, vol. 37, issue 20, pp. L20704.
4. Shevchenko O., Lee H., Snizhko S., Mayer H. Long-term analysis of heat waves in Ukraine. *International Journal of Climatology*, 2014, vol. 34, issue 5, pp. 1642–1650.
5. Балабух В. О., Лавриненко О. М., Ягодинець С. М., Малицька Л. В., Базалєєва Ю. О. Зміна інтенсивності, повторюваності та локалізації небезпечних явищ погоди в Україні та їх регіональні особливості // Системи контролю оточуючої середовища. 2013. Вип. 19. С. 189–198.
6. Хохлов В. Н. Количественное описание изменений климата Европы во второй половине XX века // Український гідрометеорологічний журнал. 2007. № 2. С. 35–42. <http://uhmj.odeku.edu.ua/category/2007/02/>
7. <http://berkeleyearth.org/data/> (accessed 01.11.2017).
8. Stocker T. F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (Eds). *IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 1535 .

## REFERENCES

1. Menzel A., Seifert H., Estrella N. Effects of recent warm and cold spells on European plant phenology. *International Journal of Biometeorology*, 2011, vol. 55, issue 6, pp. 921–932.
2. Kyselý J. Influence of the persistence of circulation patterns on warm and cold temperature anomalies in Europe: analysis over the 20th century. *Global and Planetary Change*, 2008, vol. 62, issue 1–2, pp. 147–163.
3. Cattiaux J., Vautard R., Cassou C., Yiou P., Masson-Delmotte V., Codron F. Winter 2010 in Europe: a cold extreme in a warming climate. *Geophysical Research Letters*, 2010, vol. 37, issue 20, pp. L20704.
4. Shevchenko O., Lee H., Snizhko S., Mayer H. Long-term analysis of heat waves in Ukraine. *International Journal of Climatology*, 2014, vol. 34, issue 5, pp. 1642–1650.
5. Balabukh V. O., Lavrynenko O. M., Yahodynets S. M., Malyska L. V., Bazalieieva Y. O. Changes in severity, frequency and location of extreme weather events in Ukraine and their regional features. *Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy* [Environmental Control Systems], 2013, vol. 19, pp. 189–198. (In Ukrainian)
6. Khokhlov V. N. Quantitative description of European climate change during second half of XX century. *Ukr. gidrometeorol. ž.* [Ukr. hydrometeor. j.], 2007, no. 2, pp. 35–42. <http://uhmj.odeku.edu.ua/category/2007/02/>. (In Russian)
7. <http://berkeleyearth.org/data/> (accessed 01.11.2017).
8. Stocker T. F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (Eds). *IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 1535 .

## CLIMATE CHANGE IMPACT ON COLD SPELLS IN UKRAINE

V. M. Khokhlov, Dr Sci (Geogr.),

K. S. Sirichenko, MSc,

O. V. Umanska, PhD student

*Odessa State Environmental University,*

*15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, [khokhlov@odeku.edu.ua](mailto:khokhlov@odeku.edu.ua)*

Cold spells (CS) are very important phenomena of European climate and have a significant impact on the environment and society. Cold spells are traditionally considered to be several consecutive days with the air temperature much lower than normal. The global climate change is revealed as increasing the various extreme weather phenomena, and there is an urgent need to study in detail these phenomena and to determine their variability. Typically, the CS is defined by using certain percentiles. It is advisable to use a 10th percentile and determine the rule - all the days with daily temperatures lower than 10th percentile are cold days. The cold spell is defined as at least three consecutive cold days. In this work, the calculation of 10th percentile was carried out for daily temperatures during the period from 1951 to 2010.

In general, the number of cold days for Ukraine is slightly more than 10% of the total number

of calendar days, indicating a small asymmetry of statistical distribution. Nevertheless, it can be noted a sharp decrease in the total number of cold days eastward and northward of Central Ukraine. During the period of global cooling (1951-1980), the amount of cold days almost did not change from west to east of Ukraine, but in the following decades the cold days in eastern regions became lesser and lesser in comparison with the western regions. Finally, during the global warming, there was a significant reduction in cold days throughout Ukraine.

The greatest frequency of CSs is observed in western Ukraine, after which it sharply decreases, reaching the minimum in the eastern regions. The most prominent feature is the gradual increase in the annual number of CSs by about 1980 and their sharp decrease starting from the 1980 in all regions of Ukraine. Moreover, since 1998 the annual number of PCPs has not exceeded eight, and in 2007 the CSs have not been totally observed in the western and southern regions of Ukraine. This fact can be explained by the impact of global warming.

Only up to 25% of all CSs were registered in the summer period. Such a small number of cold spells during the summer can be an indicator that the number of abnormally cold winters is significantly reduced during the period of global warming.

**Keywords:** Climate change, temperature anomalies, cold spells, Ukraine.

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ПЕРИОДЫ ХОЛОДНОЙ ПОГОДЫ В УКРАИНЕ**

**В. Н. Хохлов**, д-р геогр. н., проф.,  
**К. С. Сиріченко**, магистр,  
**О. В. Уманская**, аспирант

*Одесский государственный экологический университет,  
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, [khokhlovv@odeku.edu.ua](mailto:khokhlovv@odeku.edu.ua)*

В статье рассматриваются холодные дни и периоды холодной погоды (ПХП) в разных регионах Украины на протяжении 1951–2010 годов. Анализ производился для всех дней указанного периода, когда среднесуточная температура была ниже 10-той процентиля. Наибольшее количество холодных дней наблюдалось в центральной части, а наименьшее на востоке и юге Украины; наибольшее количество периодов холодной погоды имела на западе Украины. В целом, количество ПХП после 1980 г., в период глобального потепления, резко уменьшается.

**Ключевые слова:** Изменения климата, аномалии температуры, периоды холодной погоды, Украина.

*Дата першого подання: 11. 10. 2017*

*Дата надходження остаточної версії: 14. 11. 2017*

*Дата публікації статті: 30. 11. 2017*