

ЛЯЛЬКО

Вадим Іванович – академік НАН України, доктор геолого-мінералогічних наук, професор, директор Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України»

КУЛЬБІДА

Микола Іванович – кандидат географічних наук, директор Українського гідрометеорологічного центру

ЄЛІСТРАТОВА

Леся Олександрівна – кандидат геологічних наук, науковий співробітник відділу енергомасообміну в геосистемах Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України»

АПОСТОЛОВ

Олександр Анатолійович – молодший науковий співробітник відділу енергомасообміну в геосистемах Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України»

СУЧАСНІ ЗМІНИ КЛІМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПАЛЮВАЛЬНОГО ПЕРІОДУ НА ПРИКЛАДІ м. КИЄВА ТА ВИЯВЛЕННЯ МОЖЛИВИХ ТРЕНДІВ У МАЙБУТНЬОМУ

У статті розглянуто динаміку кліматичних характеристик опалювального періоду в Києві за 1900–2013 рр. з використанням даних метеорологічних спостережень. У результаті статистичних розрахунків і аналізу виявлено, що в зазначений період суми від'ємних температур опалювальних сезонів зменшуються, водночас спостерігається скорочення тривалості опалювального періоду. У цілому сучасне потепління клімату сприяє зменшенню витрат комунального господарства на опалення приміщень у холодний період року.

Ключові слова: температура повітря, тривалість опалювального періоду, тренди.

Одним із головних завдань сучасної науки є кількісна оцінка взаємодії людської цивілізації і навколишнього середовища. Починаючи з середини ХХ – початку ХХІ ст. дедалі актуальнішою стає проблема змін клімату, різні аспекти якої обговорюються все частіше, в тому числі роль діяльності людини в цих змінах. Зокрема, розглядають питання щодо обсягів споживання енергії і наслідків для біосфери та світової економіки, до яких може призвести очікуване зростання температури, передбачене численними прогнозами. Успішність соціально-економічної політики України також залежить від багатьох таких чинників, зокрема, сьогодні одне з перших місць посідають проблеми паливно-енергетичного комплексу [1, 2].

Кліматичні характеристики опалювального періоду досить широко використовують у виробничій діяльності та комунальному господарстві. На їх основі розробляють нормативи запасів і витрат палива в тому чи іншому географічному районі, встановлюють режим роботи енергетичних служб підприємств, орієнтованих на забезпечення діяльності господарських об'єктів і задоволення потреб населення. Особлива актуальність про-

блеми зумовлена необхідністю обґрунтування стратегії функціонування і розвитку паливно-енергетичного комплексу на сучасному етапі розвитку ринкових відносин з урахуванням погодних-кліматичних особливостей майбутнього року. Своєчасний правильний прогноз початку, тривалості та інших характеристик опалювального періоду на майбутній сезон або найближчу перспективу може сприяти прийняттю оптимальних рішень щодо реалізації енергетичних ресурсів і цінової політики.

До середини 1963 р. опалювальний період визначали за кількістю днів зі стійкою середньою добовою температурою повітря, нижчою за 5°C . З 1 липня 1963 р. Постановою Ради Міністрів СРСР опалювальний період почали розраховувати за датами переходу середньої добової температури повітря через позначку 8°C і нижче. У лікувальних закладах, дитячих дошкільних установах, школах та інших соціальних організаціях опалювання слід починати і закінчувати за більш високої температури повітря [3].

Нині погодні умови характеризуються значною мінливістю і нестабільністю, що зумовлено глобальним потеплінням. Зростання температури повітря спричинює зміни у просторово-часовому розподілі, збільшуючи повторюваність помірно теплих та помірно холодних аномалій температури повітря. Це впливає, зокрема, і на кліматичні характеристики опалювального періоду.

Наявні публікації щодо опалювального періоду в Україні [4–6] оперують переважно даними 70-х років ХХ ст. Серед новіших праць слід відзначити роботу В.М. Бабіченко, Н.В. Ніколаєвої та С.Ф. Рудішиної [7], в якій висвітлено кліматичні характеристики опалювального періоду до 2005 р. включно.

Отже, зараз постала необхідність продовжити дослідження опалювального періоду в умовах сучасного клімату та нових економічних реалій з метою вирішення питання раціонального використання потенціалу паливно-енергетичного комплексу і його адаптації до кліматичних умов, що змінилися. Доцільно провести комплексне вивчення статистичних

властивостей рядів кліматичних характеристик опалювального періоду і з'ясувати можливі тенденції у найближчому майбутньому.

У цій статті наведено результати дослідження кліматологічних характеристик опалювального періоду на прикладі гідрометеорологічної станції «Київ» за період 1900–2013 рр.

Основними кліматичними характеристиками опалювального періоду є такі:

- дата початку опалювального періоду восени ($D_{\text{п}}$);
- дата закінчення опалювального періоду навесні ($D_{\text{к}}$);
- тривалість опалювального періоду від дати його початку до кінця грудня (L_1);
- тривалість опалювального періоду від початку січня до дати закінчення (L_2);
- загальна тривалість опалювального періоду $L = L_1 + L_2$;
- середня температура T за період L .

Початок опалювального періоду зазвичай відраховують з того моменту, коли восени спостережувана середньодобова температура знижується до $+8^{\circ}\text{C}$ або нижче і протягом 4 днів не піднімається вище $+8^{\circ}\text{C}$. Опалювальний період закінчується навесні, коли середньодобова температура підвищується до $+8^{\circ}\text{C}$ або вище і протягом 4 днів не стає нижчою за $+8^{\circ}\text{C}$. Вибір 4-денного періоду ґрунтується на середній тривалості природних синоптичних процесів [8].

На практиці [9, 10] оцінки $D_{\text{п}}$, $D_{\text{к}}$, L , T отримують за непрямыми формулами, які враховують зв'язок $D_{\text{п}}$, $D_{\text{к}}$, L , T із середньою температурою попереднього та наступного місяців з переходом у бік $T < +8^{\circ}\text{C}$ або $T > +8^{\circ}\text{C}$ відповідно. Під час розрахунків щорічних оцінок опалювального періоду за непрямыми формулами можуть виникати випадкові помилки внаслідок неврахування реального річного ходу.

Для отримання зазначених вище оцінок ми використовували щорічні середні добові температури, розраховані за щорічними середніми місячними температурами за допомогою їх лінійної інтерполяції на кожен календарну добу.

З огляду на тенденції до потепління клімату, важливо провести порівняння всіх характе-

ристик опалювального періоду за різні періоди усереднення, а саме:

- за весь період спостережень 1900–2013 рр.,
- за індустріальну епоху 1975–2013 рр., коли і в глобальному, і регіональному масштабах процес потепління відбувався інтенсивніше, ніж у попередні роки;
- період 2000–2013 рр., коли в Україні спостерігалися високі темпи потепління;
- за останні 7 років 2006–2013 рр., коли в Україні продовжувалася позитивна аномалія температури повітря.

Отримані нами результати підтверджують процес потепління, який відбувається в Україні, про що свідчить зміна динаміки всіх 4 параметрів опалювального періоду. У період максимального потепління починаючи з 2000 р. середня дата початку опалювального періоду спостерігається на 7 днів пізніше. Дата закінчення опалювального періоду зміщується на 9–10 днів раніше. Отже, опалювальний період починається пізніше, а закінчується раніше.

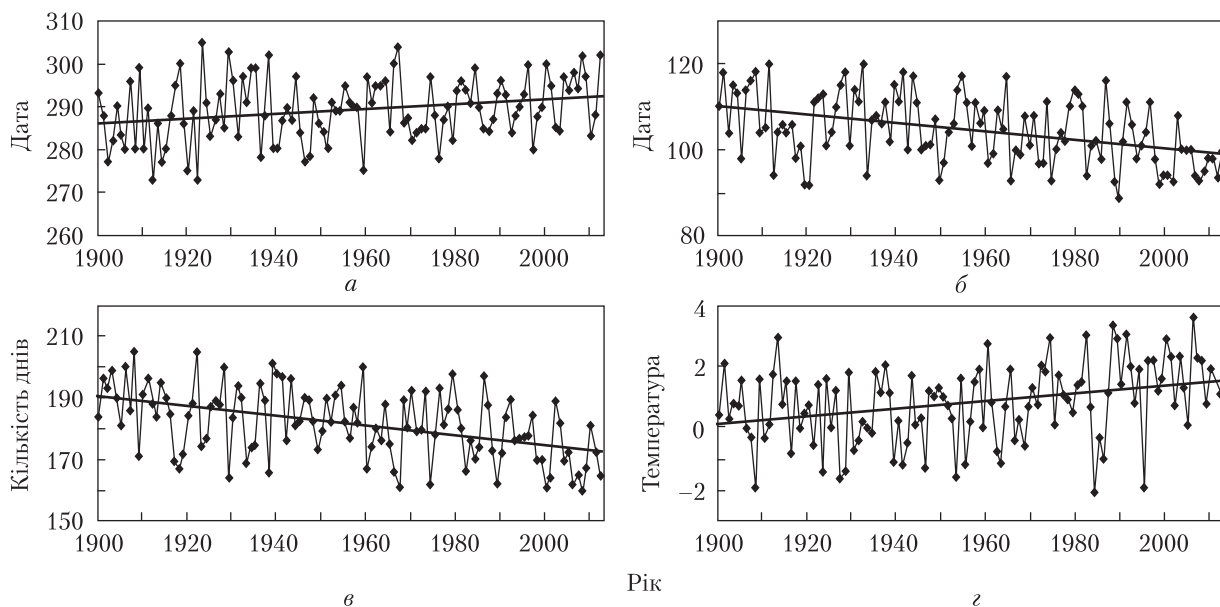
Така тенденція характерна для всіх виділених періодів (див. табл.).

Середня тривалість опалювального періоду зменшилася майже на 2 тижні (15 днів), а якщо аналізувати максимальні оцінки тривалості, – майже на 3,5 тижні (24 дні). Спостерігається підвищення температури повітря за кожен виділений період. Середня температура опалювального періоду зросла більш ніж удвічі. Це логічно, адже оскільки відбувається зростання температури, то, відповідно, скорочується тривалість опалювального періоду. Тобто ми отримали дані, які підтверджують факт глобального і регіонального потепління.

Для періоду 2006–2013 рр. було проведено порівняння результатів щорічних оцінок опалювального періоду $D_{\text{п}}$, $D_{\text{к}}$, L, T за фактичними та інтерпольованими значеннями середньодобової температури, яке показало їх добру збіжність. Усереднене розходження між добовими метеорологічними даними та даними, розрахованими за методикою, становить: $D_{\text{п}} - 1$, $D_{\text{к}} - 4$, L – 2 дні. Також було обчислено кореляцій-

Середня оцінка початку $D_{\text{п}}$ (день, місяць), закінчення $D_{\text{к}}$ (день, місяць), тривалості L (кількість днів) і середньої температури T (°C) опалювального періоду в Києві за різні періоди спостережень

Роки	Параметри	Оцінка		
		середня	мінімальна	максимальна
1900–2013	$D_{\text{п}}$	16.10	29.09	01.11
1975–2013		18.10	04.10	28.10
2000–2013		22.10	10.10	28.10
2006–2013		23.10	10.10	28.10
1900–2013	$D_{\text{к}}$	15.04	30.03	30.04
1975–2013		11.04	30.03	26.04
2000–2013		07.04	02.04	18.04
2006–2013		06.04	02.04	10.04
1900–2013	L	182	160	205
1975–2013		176	160	198
2000–2013		170	160	189
2006–2013		167	160	181
1900–2013	T	0,8	–2,1	3,6
1975–2013		1,4	–2,1	3,6
2000–2013		1,8	0,1	3,6
2006–2013		1,9	0,8	3,6



Динаміка змін кліматичних характеристик опалювального періоду: *a* – дати початку ($D_{\text{п}}$); *б* – дати закінчення ($D_{\text{к}}$); *в* – тривалість (L); *г* – середня температура (T) опалювального періоду та їх тренди

ну залежність між цими даними й отримано такі коефіцієнти кореляції (R^2): для $D_{\text{п}}$ – 0,78, $D_{\text{к}}$ – 0,32, L – 0,79. Низька кореляція між датами закінчення опалювального періоду збігається з відносно великим значенням усередненого розходження, що, на нашу думку, можна пояснити невеликим набором даних.

Для прогнозування тривалості опалювального періоду на прикладі міста Києва до 2020 р. ми застосовували екстраполяційні оцінки трендових кривих для графіка тривалості L . З огляду на значні коливання фактичного ходу L , для прогнозу ми використовували два періоди: 1900–2013 рр. та 1975–2013 рр. Отримано прогнозні оцінки тривалості опалювального періоду за трендом: для 1900–2013 рр. – 171 день, для 1975–2013 рр. – 163 дні. Використання трендових оцінок для періодів 2000–2013 рр. та 2006–2013 рр. не дає надійних оцінок через малу кількість даних і призводить до неправильного простежування тенденції.

Отже, можна зробити такий висновок: за всіма тенденціями тривалість опалювального періоду зменшується і на 2020 р. становитиме від 157 до 171 дня (у середньому до 164 днів).

Як впливає з наведених на рисунку тенденцій, немає жодних підстав найближчим часом очікувати їх зміння.

Чинне законодавство передбачає початок опалювального сезону з 15 жовтня і закінчення 15 квітня [11]. Наші розрахунки можуть спонукати державні органи до перегляду цих дат, встановлених нормативними документами. Тенденція до зменшення тривалості опалювального періоду дає змогу зекономити природні та енергетичні ресурси і скоротити їх споживання.

Оскільки у нас немає офіційної відкритої інформації щодо споживання газу за опалювальний період на прикладі міст, районів, областей, ми скористалися відкритими інтернет-джерелами. Згідно з [12], українці в 2015 р. до настання періоду з температурою, нижчою за 8°C , споживали 40 млн m^3 газу за добу, далі, в холодний період року – 60 млн m^3 . Виходячи з наведених цифр, на опалення в холодний період ($T < +8^{\circ}\text{C}$) витрачається 20 млн m^3 газу на добу. Орієнтовна ціна газу в I кварталі 2016 р. становила близько 212 дол. США за тисячу кубометрів [13]. Таким чином за добу газу спо-

живається приблизно на 4,24 млн дол. США. Для більш детального дослідження потрібно залучати фахівців економічного профілю.

Отже, очікуване в першій половині XXI ст. потепління зумовлює помітні зміни основних кліматичних параметрів опалювального періоду на території України. Як свідчать наведені

розрахунки, фактичне скорочення опалювального сезону станом на 2013 р. для Києва становить 15–20 діб. Використання результатів нашого дослідження може посприяти економії палива у великих містах та інших населених пунктах України і, відповідно, істотному заощадженню коштів.

REFERENCES

[СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ]

1. Lyalko V.I. (ed.). *Greenhouse effect and climate changes in Ukraine: assessments and consequences*. (Kyiv: Naukova Dumka, 2015).
[Лялько В.І. (ред.). *Парниковий ефект і зміни клімату в Україні: оцінки та наслідки*. К.: Наук. думка, 2015].
2. Groisman P., Lyalko V. (eds.). *Earth Systems Change over Eastern Europe*. (Kyiv: Akadempriodyka, 2012).
3. *Handbook on the climate of USSR*. Issue 10. Part 2. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1967).
[*Справочник по климату СССР*. Вып. 10. Ч. 2. Л.: Гидрометеоздат, 1967].
4. Sakali L.I. (ed.). *The climate of Kyiv*. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1980).
[Сакали Л.І. (ред.). *Клімат Києва*. Л.: Гидрометеоздат, 1980].
5. Lipinsky V.M., Dyachuk V.A., Babichenko V.M. (eds.). *The climate of Ukraine*. (Kyiv: Rajewski Publishing, 2003).
[Ліпінський В.М., Дячук В.А., Бабіченко В.М. *Клімат України*. К.: Вид-во Раєвського, 2003].
6. Kolesnik P.I. General features of the air temperature conditions and the duration of the heating season in Ukraine. *Bulletin of Kyiv University*. 1967. **22**: 130.
[Колісник П.І. Загальні риси температурного режиму повітря і тривалість опалювального сезону на Україні. *Вісник Київ. ун-ту*. 1967. Вип. 22. С. 130–135].
7. Babichenko V.M., Nikolaeva N.V., Rudishina S.F. The climatic characteristic of a heating season in the territory of Ukraine. *Ukrainian geographical journal*. 2007. (1): 20.
[Бабіченко В.М., Ніколаєва Н.В., Рудішина С.Ф. Кліматична характеристика опалювального періоду на території України. *Український географічний журнал*. 2007. № 1. С. 20–27].
8. Kobysheva N.V., Klyueva M.V., Aleksandrova A.A., Bulygina O.N. Climatic Characteristic of a Heating Period in Administrative Districts of the Russian Federation at Present and in the Future. *Meteorology and hydrology*. 2004. (8): 46.
[Кобышева Н.В., Ключева М.В., Александрова А.А., Булыгина О.Н. Климатические характеристики отопительного периода в субъектах Российской Федерации в настоящем и будущем. *Метеорология и гидрология*. 2004. № 8. С. 46–52].
9. Isaev A.A., Sherstyukov B.G. Fluctuations of climatic characteristics of the heating period and an assessment of opportunities of their superlong-term forecast (Moscow as an example). *Vestnik of Moscow University*. Series 5. 1996. (2): 68.
[Исаев А.А., Шерстюков Б.Г. Колебания климатических характеристик отопительного периода и оценка возможностей их сверхдолгосрочного прогноза (на примере Москвы). *Вестн. Моск. ун-та*. Сер. 5. 1996. № 2. С. 68–75].
10. Perevedentsev Yu.P., Gimranova A.B., Sharipova M.M., Aukhadeev T.R. Contemporary changes in the climate characteristics of the heating season in Kazan. *Sci. Proc. of Kazan University*. Natural Sci. Series. 2014. **156**(4): 123.
[Переведенцев Ю.П., Гимранова А.Б., Шарипова М.М., Аухадеев Т.Р. Современные изменения климатических характеристик отопительного периода в Казани. *Учен. зап. Казан. ун-та*. Сер. Естеств. науки. 2014. Т. 156, № 4. С. 123–130].
11. http://ukr.lb.ua/news/2015/03/03/297452_kabmin_zminiv_termini_opalyvalnogo.html.
12. <http://www.pravda.com.ua/news/2015/10/12/7084603/>.
13. <http://fakty.ua/210801-stala-izvestna-cena-rossijskogo-gaza-dlya-ukrainy-na-pervyj-kvartal-2016-goda>.

Стаття надійшла 08.04.2016.

*V.I. Lyalko*¹, *N.I. Kulbida*², *L.A. Elistratova*¹, *A.A. Apostolov*¹

¹ Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth
of the Institute of Geological Science of National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv)

² Ukrainian Hydrometeorological Center (Kyiv)

MODERN CHANGES OF CLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE HEATING PERIOD
ON THE EXAMPLE OF KYIV AND IDENTIFICATION OF POSSIBLE TRENDS IN THE FUTURE

The dynamics of climatic characteristics of the heating period in Kyiv for 1900–2013 with use of meteorological supervision data is considered. As a result of the statistical calculations and the analysis it is revealed, that during the considered period the sums of negative temperatures of the heating seasons decrease, reduction of duration of the heating period for the same time is observed. On the whole, modern warming of climate promotes reduction of expenses of municipal services on heating of rooms during the cold period of year.

Keywords: heating period, air temperature, duration of the heating period, trends.