

УДК [502.3 : 504.7]: 551.577 (477.85-25)

## ЗМІНИ РЕЖИМУ ТЕМПЕРАТУР ПОВІТРЯ ТА АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ В МІСТІ ЧЕРНІВЦІ ПІД ВПЛИВОМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

*Николаєв А.М.*

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

Встановлено тенденції змін режиму середніх річних температур повітря і річних сум атмосферних опадів в Чернівцях під впливом глобального потепління.

**Ключові слова:** середня річна температура повітря, атмосферні опади, глобальне потепління, різницева інтегральна крива.

Постановка проблеми. Наприкінці ХХ століття з'явилися стійкі ознаки змін клімату. Першим проявом глобального потепління було підвищення середньорічної температури повітря. Наслідків глобального потепління є багато: це - підвищення рівня Світового океану, зміни напрямків океанічних течій, зміщення границь природних зон, збільшення кількості теплових хвиль, катастрофічних природних явищ кліматичного характеру, тощо. Наслідки глобального потепління даються взнаки на глобальному, регіональному і локальному рівнях. На перших двох вони детально досліджуються провідними науковцями, зміни ж на місцевому рівні поки що досліджені недостатньо. На підставі результатів вивчення змін локального клімату можливий прогноз змін у навколишньому середовищі і його соціально-економічних наслідків.

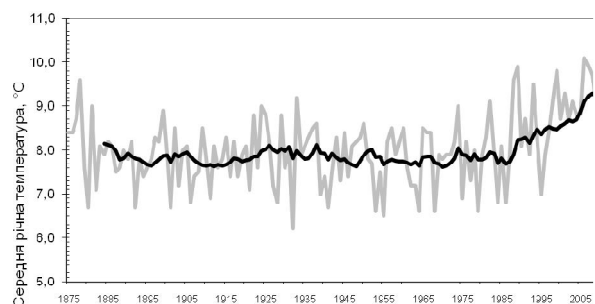
Аналіз останніх досліджень. Зміни клімату України в цілому і режиму окремих метеоелементів під впливом глобального потепління проаналізовані у працях ряду авторів, зокрема - [2-10]. Особливостям змін клімату Чернівецької області і міста Чернівці наразі присвячено небагато праць, серед яких можна виділити дослідження В.С.Антонова [1].

Методика досліджень. У кліматичних дослідженнях для вивчення динаміки метеоелементів зазвичай використовують метод ковзних середніх, суть якого полягає у згладженні рядів (частковому чи повному), виключенні короткоперіодних коливань і виявленні коливань більш стійких і тривалих, тобто тренду. У даному дослідженні, крім ковзних середніх, використані різницеві інтегральні криві, які дозволяють не тільки більш точно виявити тенденції змін метеорологічних параметрів, але й кількісно їх оцінити.

Виклад основного матеріалу. На рис.1 представлено графік ходу середніх річних температур повітря в Чернівцях за весь існуючий (1876-2011 рр.) період спостережень, на ньому ж наведений хід 10-річних ковзних температур. З рис.1 видно, що протягом періоду спостережень постійно відбувались зміни середніх річних температур повітря, амплітуди коливань яких

складали від кількох десятих до 2,3°C. Загалом, протягом 135 минулих років, середня річна температура повітря в Чернівцях змінювалась від 6,2°C у 1933 до 10,1°C у 2007 році. Найхолоднішими, в які середня річна температура становила 6,2-6,9°C, були 1881, 1891, 1902, 1912, 1929, 1933, 1942, 1954, 1956, 1965, 1969, 1976, 1980, 1987 роки. Найтеплішими, у які середні річні температури становили 9,0-10,1°C, були 1879, 1882, 1925, 1975, 1988, 1990, 1994, 1999, 2000, 2002, 2004, 2007, 2008, 2009 роки.

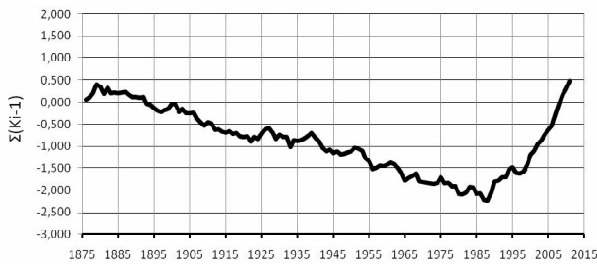
Навіть простий якісний аналіз такої вибірки показує, що найчастіше аномально високі середньорічні температури повітря спостерігались протягом 1990-2011 рр. Аналіз ходу 10-річних



**Рис.1. Хід середніх річних температур повітря в м. Чернівці (1876-2011 рр.)**

ковзних температур показав, що досліджуваний період складається з декількох періодів підвищення і зниження температур, амплітуда коливань яких становила близько 1,5°C у той чи інший бік. Тривалість таких періодів складала від 3-4 до 17 років. Не аналізуючи періоди потепління і похолодання, що зроблено, зокрема, в [4, 5, 7], вкажемо на те, що за періодом потепління зазвичай спостерігався період похолодання. Стійка тенденція до підвищення середніх річних температур повітря почала проявлятися після 1989 року і простежується по 2011 рік включно. Більш наочно характер впливу глобального потепління на температурний режим Чернівців демонструє різницева інтегральна крива, рис.2.

Період потепління, що триває вже 23 роки, не є монотонним. Він може бути поділений на дві



**Рис.2. Різницєва інтегральна крива модульних коефіцієнтів середніх річних температур повітря в м.Чернівці (1876 - 2011 рр.)**

частини меншої тривалості: 1989-1994 та 1998-2011 рр., межею яких є 4-річний (1995-1998 рр.) період похолодання. Кількісні показники змін термічного режиму в Чернівцях наведені у табл. 1.

Згідно даних табл., у цілому річний градієнт зростання середньорічної температури у Чернівцях в період глобального потепління становив  $0,04^{\circ}\text{C}$ , що відповідає середньому річному тренду за 100-річний період, одержаному для території України [7]. Протягом двох частин, виділених у складі загального періоду потепління, градієнти температур були набагато більшими (до  $0,16^{\circ}\text{C}/\text{рік}$ ).

При проведенні досліджень вдалося встановити, що внаслідок потепління у Чернівцях почали зміщуватись часові границі кліматичних сезонів. Зокрема, дати початку стійкого переходу середніх добових температур повітря через  $0^{\circ}\text{C}$  у бік підвищення (початок весняного кліматичного сезону) змістилися на більш ранні терміни, тобто спостерігалось зменшення тривалості зимового сезону. Якщо на початку п'ятдесятих років ХХ століття середня дата початку весняного кліматичного сезону в Чернівцях припадала на 17 березня, то у 2005-2010рр. – на кінець січня – початок лютого. Ця закономірність підтверджена даними інших дослідників, зокрема [1, 2].

На рис.3. показаний характер змін середніх річних температур повітря в м.Чернівці протягом 1986-2011рр. Порядок розміщення точок у полі графіку дозволив зробити припущення про існування кореляційного зв'язку середніх річних температур з часом (роками) їх спостереження, тобто  $t_{\text{сер.р.чн.}} = f(T)$ . Зв'язок апроксимується рівнянням прямої лінії. Дві групи точок для років з більш високими і низькими температурами відхиляються від загальної залежності, що дозволяє встановити ще дві залежності, для "теплих" і "холодних" років. Одержані залежності мають певні прогностичні властивості, хоча такий метод прогнозування є емпіричним і потребує подальшого суттєвого уточнення.

При середньому багаторічному значенні у 629мм, річні суми опадів в Чернівцях складали від

297 у надзвичайно посушливому 1882 до 1000 мм у надлишково вологому 2010 році. Найсухішими, крім 1881, були 1943, 1945, 1982, 1990 рр., коли сума опадів становила 380-397 мм. До найвологіших, крім 1955, відносились 1911, 1965, 1969, 1970, 1974, 1978, 1991, 2010 роки, за які суми опадів склали 806-905 мм.

На рис.4. зображено графік ходу річних сум опадів у Чернівцях протягом наявного періоду спостережень.

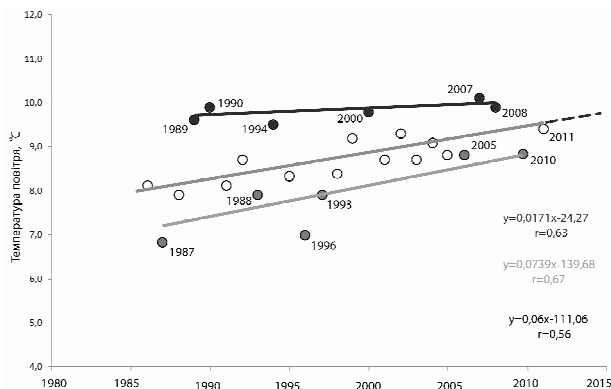
Хід 5-річної ковзної кривої річних сум опадів наочно демонструє наявність, періодичність і тривалість посушливих і вологих періодів. Подібно ходу температур, вони змінювались одні другими, не демонструючи тенденцій до зволоження або посушливості. Аналіз кривих ходу опадів (ковзної і різницєвої інтегральної), рис.4, 5 показав, що період з 1989 по 2011 рік був неоднорідним. Початок цього періоду був посушливим (396мм за 1990 рік), протягом наступних 14 років (з 1991-2004 рік) річні суми опадів, змінюючись від 501 до 905 мм, склали, у середньому, 599мм, що становить 95% багаторічної норми.

Тенденція до збільшення річних сум опадів почала простежуватись, починаючи від 2005, і захопила 2010 рік. Відмітимо, що наразі не можна стверджувати, що в м.Чернівці період стійкого підвищення температури повітря відповідає період стійкого збільшення кількості атмосферних опадів. Разом з тим, останній 23-річний період, протягом якого клімат Чернівців зазнав впливу потепління, характеризувався річними сумами опадів, які на 12% перевищували багаторічну норму. Окремо може бути виділений період 2005-2011 років, протягом якого річні суми опадів перевищували норму на 28%.

Висновки. Початком прояву впливу глобального потепління на клімат міста Чернівці можна вважати 1989 рік. За останні 23 роки середня річна температура повітря у Чернівцях підвищилася на  $0,94-1,26^{\circ}\text{C}$ . Нижня межа діапазону розрахована по відношенню до середньої багаторічної температури за 1876-2011 рр. (з врахуванням періоду потепління). Середній багаторічній температурі, розрахованій без врахування періоду потепління, буде відповідати верхня межа вказаного діапазону. Період потепління був неоднорідним. Він складався з двох проміжків часу, що розділяються 4-річним періодом похолодання. Перша частина періоду, що тривала з 1989 по 1994 рік, характеризувалася середньорічною температурою  $8,94^{\circ}\text{C}$ , з градієнтом її зростання  $0,04^{\circ}\text{C}$  на рік. Друга частина періоду триває з 1998 по теперішній час. Середня річна температура повітря за 1998-2011 рік складала  $9,26^{\circ}\text{C}$ , середньорічний градієнт під-

**Зміни середньорічної температури повітря в Чернівцях 1989-2011 рр.,  
у порівнянні з середнім значенням за період 1876-1988рр.**

Період	Зміна середньорічної температури, °С	Тривалість періоду, років	Річний градієнт температури, °С/рік	Середня температура за період, °С
1989-2010	+0,94	23	0,04	8,94
1989-1994	+0,95	6	0,16	8,95
1998-2010	+1,26	13	0,10	9,26



**Рис.3. Зміни середніх річних температур повітря в м. Чернівці протягом 1985-2011рр.**

вищення температур дорівнював 0,10°С. При величині встановленого градієнту критична межа підвищення середньої річної температури на 2°С для території Чернівецької області буде перевищена орієнтовно через 18 років, тобто у 2029-2030рр. Аналіз ходу річних сум опадів в Чернівцях показав, що тенденція до їх збільшення почала простежуватись, починаючи від 2005 року і захопила 2008, який відмітився катастрофічним паводком у Карпатському регіоні. Наразі не можна стверджувати, що період стійкого підвищення температури повітря відповідає період стійкого підвищення кількості атмосферних опадів.

#### Список літератури

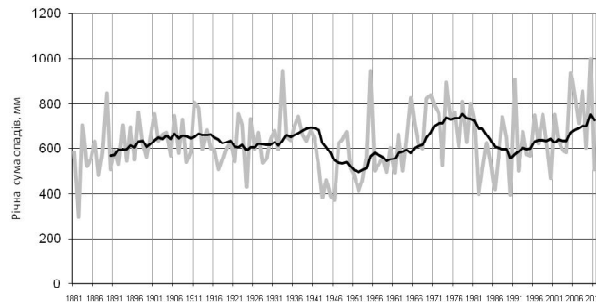
1. Антонов В. С. Як змінився клімат Чернівців за останні 50 років / В. С. Антонов. – Чернівці : Місто, 2002. – 44 с.
2. Бойченко С. Г. Глобальне потепління та його наслідки на території України / С. Г. Бойченко, В. М. Волощук, Г. А. Дорошенко // Український географічний журнал. – 2000. – № 3. – С. 59–68.

**Николаев А. Изменения режима температур воздуха и атмосферных осадков в городе Черновцы под влиянием глобального потепления.** Установлены тенденции изменений режима средних годовых температур воздуха и годовых сумм атмосферных осадков в Черновцах под влиянием глобального потепления.

**Ключевые слова:** средняя годовая температура воздуха, атмосферные осадки, глобальное потепление, разностная интегральная кривая.

**Nikolaev A. Changes of a mode of air temperatures and an atmospheric precipitation in the city of Chernovtsy under the influence of a global warming.** Tendencies of changes of a mode of average annual air temperatures and the annual sums of an atmospheric precipitation in Chernovtsy under the influence of a global warming are established.

**Key words:** average annual air temperature, atmospheric precipitation, global warming, raznostny integrated curve.



**Рис.4. Хід річних сум опадів в місті Чернівці (1881-2011 рр.)**

3. Винников К. Я. Эмпирическая модель современных изменений климата / К. Я. Винников, П. Я. Гройсман // Метеорология и гидрология. – 1979. – № 3. – С. 25–36.
4. Волощук В. М. Про можливі зміни середньорічного температурного режиму України в першій половині ХХІ століття / В. М. Волощук // Доповіді НАНУ. – 1993. – № 12. – С. 105–111.
5. Волощук В. М. Реакція сезонного ходу приземної температури України на глобальне потепління клімату / В. М. Волощук, С. Г. Бойченко // Доповіді НАНУ. – 1997. – № 9. – С. 113–118.
6. Глобальный климат / под ред. Дж. Т. Хотона. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 501 с.
7. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
8. Ліпінський В. М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України / В. М. Ліпінський // Матер. Міжнар. конф. “Інвестиції та зміна клімату: можливості для України”. – К., 2002. – С. 177–185.
9. Проблеми і стратегія виконання Україною Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату / В. Я. Шевчук, І. В. Трофимова, О. М. Трофимчук та ін. – К., 2001. – 95 с.
10. Трофимова І. В. Изменения режима осадков на Украине / И. В. Трофимова // Метеорология и гидрология. – 1988. – № 1. – С. 24–33.