

ЗМІНИ ЕЛЕМЕНТІВ КЛІМАТУ ЧЕРНІВЦІВ ПІД ВПЛИВОМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

Николаєв А.М., Шевчук Ю.Ф.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Встановлено тенденції змін режиму середніх річних температур повітря, річних сум атмосферних опадів, меж кліматичних сезонів і напрямків вітру в Чернівцях під впливом глобального потепління.

Ключові слова: середня річна температура повітря, атмосферні опади, глобальне потепління, різницева інтегральна крива, кліматичні сезони, напрямки вітру.

Постановка проблеми. Наприкінці ХХ століття стали спостерігатись стійкі ознаки змін клімату. Найпомітнішим проявом глобального потепління є підвищення середньорічної температури повітря. Вже зараз спостерігається вплив змін клімату на рівень Світового океану, природні екосистеми, біологічне різноманіття, водні ресурси, частоту повеней і посух. Зміни клімату впливають на різні сектори економіки, включаючи водне, сільське і лісове господарство, туризм.

Наслідки змін клімату даються взнаки на глобальному, регіональному і локальному рівнях. Для перших двох вони детально досліджуються провідними науковцями, зміни на місцевому рівні поки що досліджені недостатньо. На підставі результатів вивчення змін локального клімату можливий прогноз стану навколишнього середовища 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 - [2-6, 9, 10, 12, 13]. Особливостям змін клімату Чернівецької області і міста Чернівці присвячено, наразі, небагато праць [1, 7, 8, 11].

Метою дослідження є оцінка змін елементів клімату Чернівців (середньої річної температури повітря, річних сум атмосферних опадів, напрямків вітру), їх деяких проявів під впливом глобального потепління.

Методика досліджень. В кліматичних дослідженнях для вивчення динаміки метеоелементів зазвичай використовують метод ковзних середніх, суть якого полягає у згладженні рядів, виключенні короткоперіодних коливань і виявленні коливань більш стійких і тривалих, тобто тренду. У даному дослідженні, крім ковзних середніх, використані різницева інтегральні криві, які дозволяють не тільки більш точно виявити тенденції змін метеорологічних параметрів, але й кількісно їх оцінити. Зміни у напрямках вітрів встановлювались шляхом порівняння роз вітрів, побудованих для різних часових проміжків.

Виклад основного матеріалу. Для досліджуваного періоду (1876-2013 рр.) були характерні

постійні зміни середніх нічних температур повітря, амплітуди коливань яких складали від кількох десятків до 2,3°C, рис.1.

Загалом, протягом 137 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 вона становила 6,2-6,9°C, були 1881, 1891, 1902, 1912, 1929, 1933, 1942, 1954, 1956, 1965, 1969, 1976, 1980, 1987 роки. Найтеплішими, в 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, 2011-2013 роки. Навіть простий якісний аналіз такої вибірки показує, що найчастіше високі середньорічні температури повітря спостерігались протягом 1990-2013 років. Хід 10-річних ковзних температур (рис.1) показав, що досліджуваний період складається з декількох періодів підвищення і зниження температур, амплітуда коливань яких становила близько 1,5°C. Тривалість таких періодів складала від 3-4 до 17 років. Не аналізуючи їх характеру, що зроблено, зокрема, в [4, 5, 7, 9], вкажемо на те, що за періодом потепління зазвичай спостерігався період похолодання. Стійка тенденція підвищення середніх річних температур повітря почала проявлятися після 1989 року і простежується по 2013 рік включно. Більш наочно характер впливу глобального потепління на температурний режим Чернівців демонструє різницева інтегральна крива, рис.2.

Період потепління, що триває вже 24 роки, не є монотонним. Він може бути поділений на дві частини меншої тривалості: 1989-1994 та 1998-2013 рр., межею яких є 3-річний (1995-1997 рр.) період похолодання. Детальний аналіз ходу річних температур повітря в Чернівцях протягом 1987-2013 років дозволяє зробити припущення відносно можливості існування кореляційного зв'язку величин середніх річних температур повітря з часом їх спостереження. З рис. 3 видно, що залежність стала чітко простежуватись протягом 1996-2013 років.

Підтвердження існування такого зв'язку і встановлення його статистичних параметрів

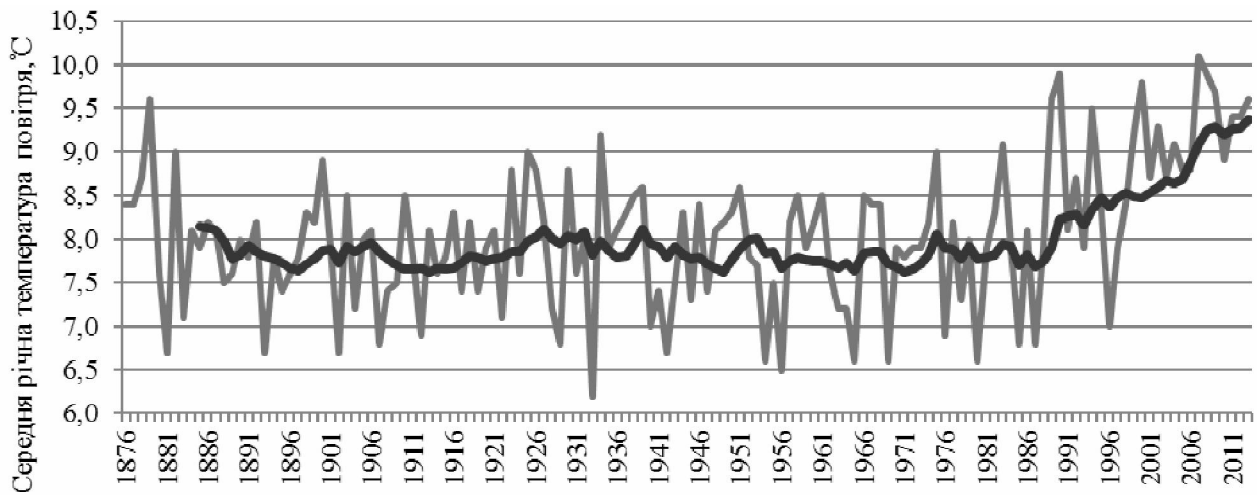


Рис.1. Хід середніх річних температур повітря в м.Чернівці (1886-2013рр.).

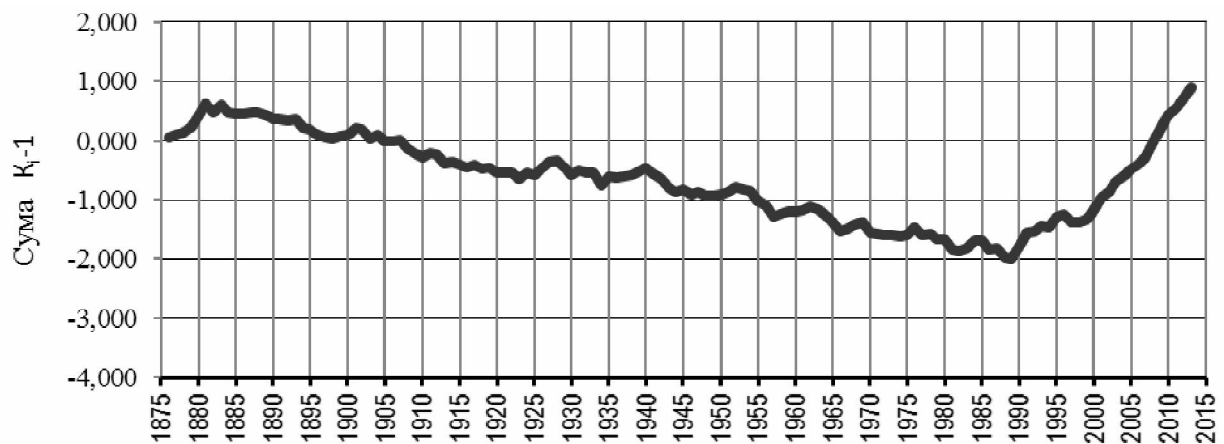


Рис.2. Різницева інтегральна крива модульних коефіцієнтів середніх річних температур повітря в м.Чернівці (1876-2013рр.).

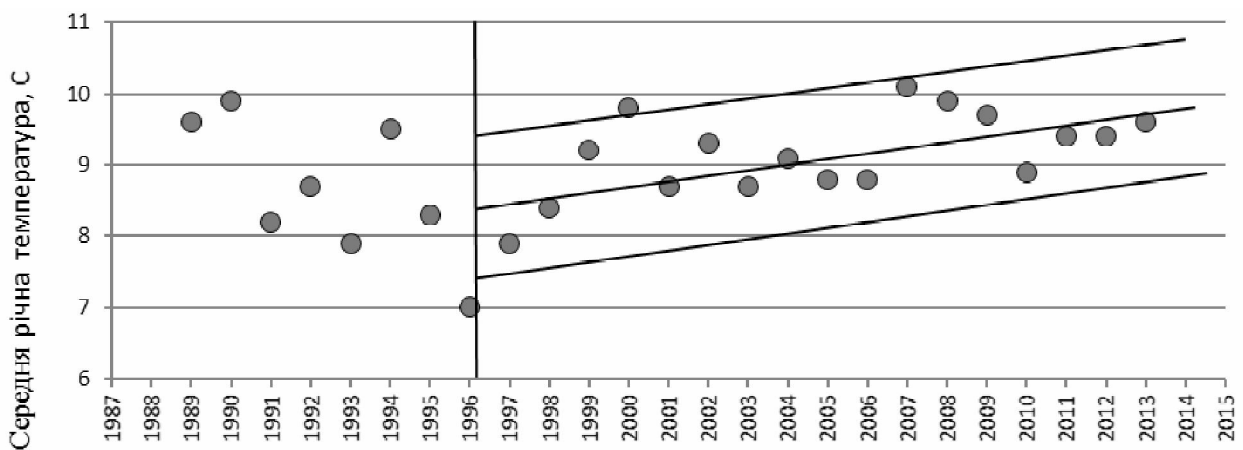


Рис.3. Хід середніх річних температур повітря в Чернівцях (1987-2013рр.)

можливе лише при подовженні числового ряду, наразі ширина смуги розсіювання точок на полі графіку становить 2?.

Кількісні показники змін термічного режиму в Чернівцях наведені у табл.1.

Згідно даних табл.1, у цілому річний градієнт зростання середньорічної температури в Чернівцях в період глобального потепління становив $0,04^{\circ}\text{C}$,

що відповідає середньому річному тренду за 100-річний період, одержаному для території України [9]. При цьому, на початку періоду потепління в Чернівцях він був майже утричі, а протягом останніх 15-ти років - удвічі більшим. Динаміка середніх річних температур відповідала тенденціям змін їх місячних і сезонних значень. Порівняння температур повітря в Чернівцях за доінду-

**Зміни середньої річної температури повітря в Чернівцях (1989-2013 рр.),
у порівнянні з середнім значенням за період 1876-1988рр.**

Період	Зміна середньорічної температури за період, °С	Тривалість періоду, років	Річний градієнт температури, °С/рік	Середня температура за період, °С
1989-2013	+1,18	25	0,05	9,02
1989-1994	+0,95	6	0,16	8,95
1998-2013	+1,40	16	0,09	9,24

стріальний (1881-1915 рр.) період і період прояву глобального потепління (1989-2013 рр.) показав, що відбулось підвищення температур повітря усіх кліматичних сезонів, табл. 2, 3.

Як видно з табл. 2, протягом останніх 24 років спостерігалось підвищення середніх значень температур усіх місяців року. Найбільш помітним було зростання температур зимових і весняних місяців, яке складало +1,5-2,5°C. Теплішими стали і літні (6-8 місяці), для яких підвищення температур становило +1,5-1,6°C. Відповідних змін зазнали і середні сезонні температури повітря, табл. 3.

З табл. 3 видно, що значно теплішими стали зими і весни, помірно потеплішали літньо-осінні сезони.

Внаслідок потепління у Чернівцях почали зміщуватись часові межі кліматичних сезонів. Зокрема, дати початку стійкого переходу середніх добових температур повітря через 0°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. Тривалість залягання стійкого снігового покриву зменшилась на 10-13 днів, він почав сходити на 10-15 днів раніше. Встановлені тенденції підтверджуються даними інших дослідників, зокрема [1-3].

Помітних змін зазнав і режим атмосферних опадів. 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 складали 806-905 мм. Хід 5-річної ковзної кривої річних сум опадів, рис. 4, наочно демонструє періодичність і тривалість посушливих і вологих періодів. Подібно ходу температур, вони змінювались одні іншими, не демонструючи тенденцій до зволоження або посушливості.

Аналіз кривих ходу опадів (ковзної і різницевої інтегральної), рис.4, 5 показав, що період з 1989 по 2013 рік був неоднорідним.

Його початок був посушливим (396 мм за 1990 рік), протягом наступних 14 років (1991-2004 рр.) річні суми опадів, змінюючись від 501 до 905 мм, складали, у середньому, 599мм, що становить 95% багаторічної норми. Тенденція до збільшення річних сум опадів почала простежуватись, починаючи від 2005 і триває, наразі, по 2013 рік включно. Важливою особливістю цього часового проміжку є співпадіння стійких тенденцій збільшення середніх річних температур повітря і річних сум атмосферних опадів. У цілому, протягом періоду метеорологічних спостережень в Чернівцях, багаторічні зміни температур повітря і кількості атмосферних опадів мали зворотний характер, рис. 6.

За результатами досліджень змін характеру циркуляції атмосфери в Атлантико-Європейському регіоні, до якого відноситься Україна, було встановлено, що територія країни більш, ніж раніше почала зазнавати впливу Атлантики. В останнє 12-річчя відбулося зміщення на схід (до 20°) центрів дії атмосфери - Сибірського та Азорського максимумів. Ці процеси зумовлюють позитивні аномалії температур повітря у холодний період року, особливості змін режимів зволоження і вітру [9].

Для встановлення можливих змін напрямків вітрів у Чернівцях були використані дані за 3 періоди: 1896-1915, 1946-2000 і 2001-2012 рр. Протягом двох перших клімат Чернівців не зазнавав впливу глобального потепління, протягом останнього періоду його вплив міг дещо змінити риси вітрового режиму. Характер змін вітрового режиму в Чернівцях був простежений за розою вітрів, побудованою за середньорічними даними для трьох зазначених періодів, рис. 7.

Аналіз рис. 7 показує, що протягом останнього 13-річного періоду на 5-7% зменшилась кількість випадків вітрів північно-західного напрямку, проте суттєво - на 10-12% збільшилась кількість вітрів північного і південного напрямків. Взагалі протягом року більша частка випадків стала припадати на вітри сектору північ - північний захід. Ще більш відчутні зміни відбулись у південно-

Середні місячні температури повітря в Чернівцях, 1881-1915 і 1989-2013 рр.

Місяць	Період осереднення, роки		Різниця між температурами періодів осереднення, °С
	1881-1915	1989-2013	
1	-5,1	-2,6	+2,5
2	-2,9	-1,3	+1,6
3	1,6	3,9	+2,3
4	8,1	10,7	+2,6
5	14,6	15,9	+1,3
6	17,6	18,7	+1,1
7	19,4	21	+1,6
8	18,5	20	+1,5
9	14,3	14,6	+0,3
10	8,2	9,1	+0,9
11	1,9	4,5	+1,6
12	-2,3	-1,6	+0,7
Рік	7,82	9,4	+1,58

Таблиця 3

Середні сезонні температури повітря в Чернівцях, 1881-1915 та 1989-2013 рр.

Календарний сезон	Період осереднення, роки		Різниця між температурами періодів осереднення, °С.
	1881-1915	1989-2013	
Зима, XII-II	-3,4	-1,5	+1,9
Весна, III-V	8,2	10,2	+2,0
Літо, VI-VIII	18,5	19,9	+1,4
Осінь, IX-XI	8,1	9,4	+1,3

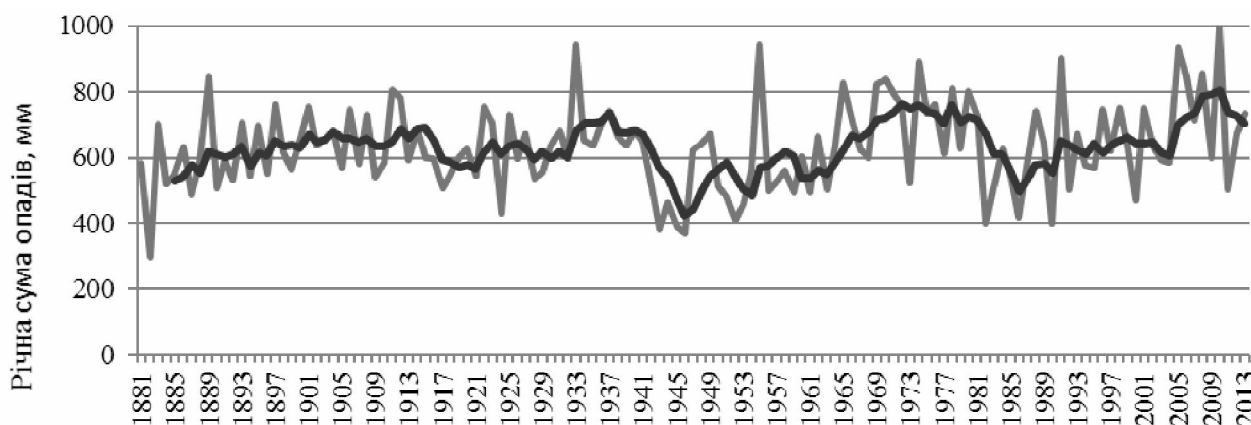


Рис. 4. Хід річних сум опадів в Чернівцях 1881-2013рр.

східному секторі, де напрямок переважаючих вітрів, у порівнянні з п'ятдесятима роками минулого століття, змінився майже на 30°. Так, якщо наприкінці 50-х років минулого століття у цьому секторі переважали вітри східного і південно-східного напрямків, то в останнє 13-річчя почали переважати вітри південного і південно-східного напрямків. Таким чином, було встановлено, що протягом періоду, коли клімат Чернівців зазнав впливу глобального потепління, переважаючими напрямками вітрів стали північні -

північно-західні та південні - південно-східні. Згадана вище ситуація більш, або менш чітко проявляється в усі місяці року. Разом з тим зауважимо, що отримані результати потребують підтвердження і подальшого поглибленого аналізу. Зокрема, це стосується врахування деформацій вітрового потоку в районі метеостанції Чернівці-Університет за рахунок насаджень дендропарку.

Висновки. Початком прояву впливу глобального потепління на клімат міста Чернівці можна вважати 1989 рік. За останні 23 роки середня річна

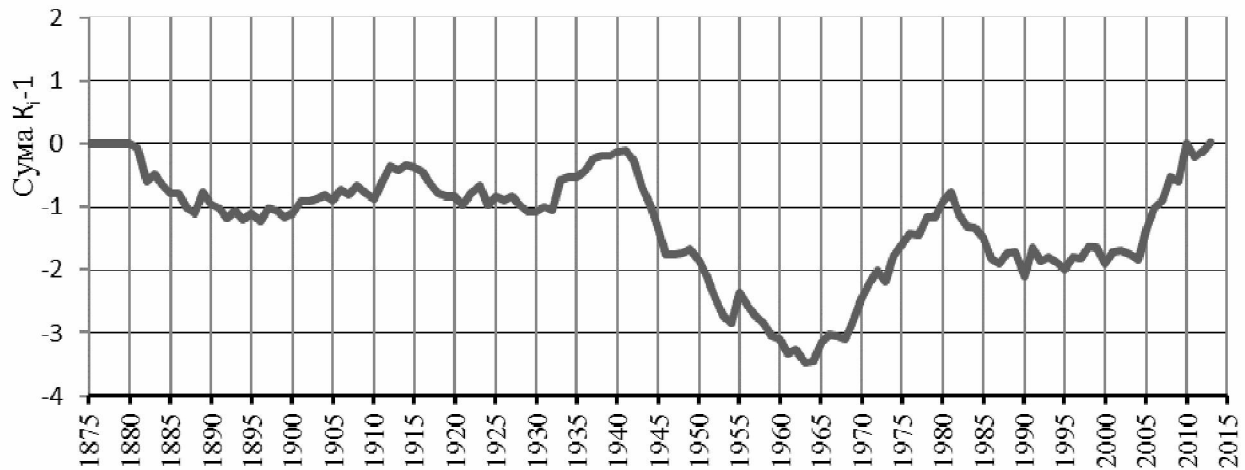


Рис.5. Різниця інтегральна крива модульних коефіцієнтів річних сум опадів в м.Чернівці (1876-2013рр.)

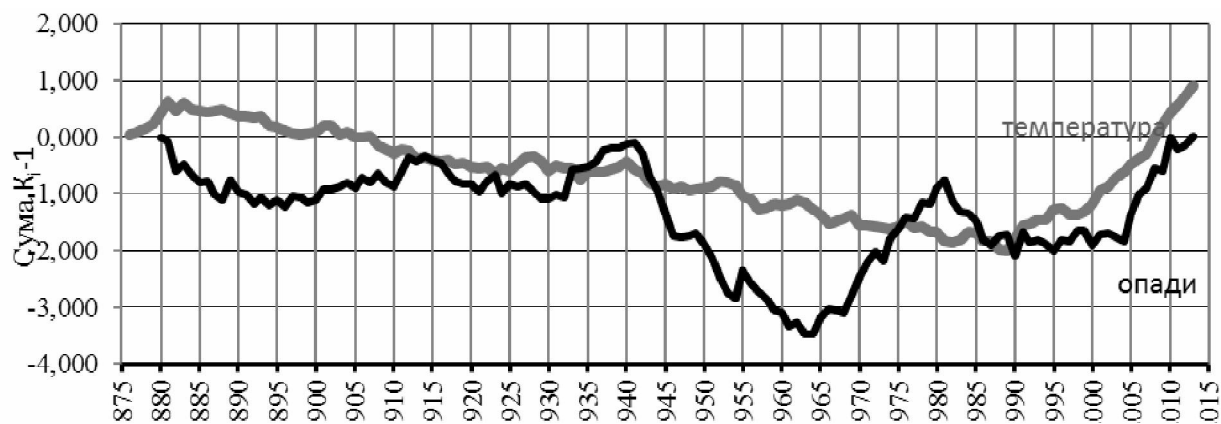


Рис.6. Зміни середніх річних температур повітря і річних сум атмосферних опадів в Чернівцях протягом 1876-2013рр.

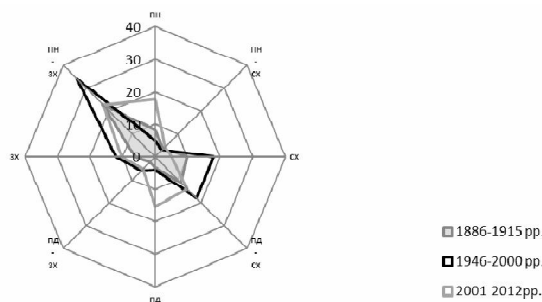


Рис. 7. Річні рози вітрів в Чернівцях

температура повітря у Чернівцях підвищилася на 0,94-1,26 °С. При існуючій величині річного градієнту критична межа підвищення середньої річної температури на 2°С для території Чернівецької області буде перевищена, орієнтовно, через 18 років, тобто у 2029-2030 рр. Протягом останніх 24 років спостерігалось підвищення середніх температур усіх місяців року, найбільш помітно - зимових і весняних. Зменшилась кількість днів зі стійким сніговим покривом, його схід став спостерігатись на 10-15 днів раніше. Тенденція до

збільшення сум атмосферних опадів почала простежуватись, починаючи від 2005 року і захопила 2013. Особливістю цього періоду є співпадіння тенденцій збільшення температур повітря і кількості атмосферних опадів, їх середя річна сума перевищувала багаторічне значення на 28%. Наслідком прояву глобального потепління стали і зміни місцевої циркуляції атмосфери, їх основними рисами стало переважання протягом року північних - північно-західних та південних - південно-східних напрямків вітру.

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.
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

- XXI 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. Глобальний клімат / под ред. Дж. Т. Хогана. - Л.: Гидрометеоздат, 1987. - 501 с.
 7. Киналь О. Тенденції кліматичних змін у Чернівцях на початку XXI століття (2000 - 2010 рр.) / О. Киналь, А. Ванзуряк, Г. Козак, Л. Семенчук // Наук. вісник Чернівецького університету: Зб. наук. праць: Географія. - Вип. 587 - 588. - Чернівці: Рута. - 2011. - С. 107 - 111.
 8. Киналь О. Вікові зміни температури й кількості опадів у Східно-Карпатському регіоні / О. Киналь, М. Білик // Наук. вісник Чернівецького університету: Зб. наук. праць: Географія. - Вип. 672 - 673. - Чернівці: Рута. - 2013. - С. 25 - 27.
 9. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. - К.: Вид-во Раєвського, 2003. - 343 с.
 10. 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.
 11. Николаєв А.М. Зміни режиму температури повітря та атмосферних опадів в м. Чернівці під впливом глобального потепління / А.М. Николаєв // Наук. вісник Чернівецького університету: Зб. наук. праць: Географія. - Вип. 633 - 634. - Чернівці: Рута. - 2012. - С. 42 - 44.
 12. 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.
 13. Трофимова И. В. Изменения режима осадков на Украине / И. В. Трофимова // Метеорология и гидрология. - 1988. - № 1. - С. 24-33.

Николаев А.Н., Шевчук Ю.В. Изменения элементов климата Черновцов под влиянием глобального потепления.

Установлены тенденции изменений режима средних годовых температур воздуха и годовых сумм атмосферных осадков и направлений ветра в Черновцах под влиянием глобального потепления.

Ключевые слова: средняя годовая температура воздуха, атмосферные осадки, глобальное потепление, разностная интегральная кривая, климатические сезоны, направления ветра.

A. Nikolaev, Y. Shevchuk. Changes of elements of Chernivtsi climate influenced global warming. The tendencies of regime change in mean annual air temperature and annual precipitation and wind direction in Chernivtsi under the influence of global warming.

Key words: mean annual temperature, precipitation, global warming, the difference integral curve, the climatic seasons, the wind direction.