

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ МЕТЕОРОЛОГІЇ ТА КЛІМАТОЛОГІЇ

УДК 911: 502.51 (477)

Холявчук Д. І.

Чернівецький національний
університет ім. Юрія Федьковича

КЛІМАТИЧНА МІНЛИВІСТЬ ЛАНДШАФТІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Ключові слова: Українські Карпати, кліматична мінливість, інтегральні криві, трендовий аналіз

Вступ. Постановка проблеми.

Дослідження кліматичної мінливості – одне з ключових питань при поясненні еволюції природного середовища. Доповіді міжнародної міжурядової комісії зі змін клімату (IPCC 2007, 2013, 2014) свідчать про неоднозначність трактування динаміки кліматичних елементів у глобальному масштабі та, відповідно, складність адаптації до кліматичних змін [16]. Регіональні дослідження кліматичних змін містять чіткіші сигнали мінливості чи трендів [9, 10, 16-18]. Згідно з останньою доповіддю [21], кліматичні зміни в Європі відзначаються з 1960-х років зростанням температур, практично статистично незначним трендом часового розподілу опадів та збільшенням ймовірності екстремальних подій, зокрема циркуляційних генезису.

Локальні варіації кліматичної динаміки та еволюції – ще складніші та екстремальніші. Передусім, вони стосуються областей із неоднорідною та глибоко розчленованою поверхнею. Водночас, для таких територій характерні найнижчі значення параметрів кліматичного тренду кількадесятилітнього часового масштабу. Тому гірські, височинні та долинні простори виступають важливими еталонними об'єктами для пошуку екстремальних проявів мінливості та інваріантних властивостей динаміки геосистем. З-поміж сигнальних індикаторів меж мінливості наводять ряд кліматичних параметрів екстремальності та швидкість багаторічної зміни фізичних характеристик повітряного компоненту. Пошук комплексної методики для означення та пояснення кліматичної мінливості та еволюції ландшафтів регіонального та локального масштабів залишається питанням на часі.

Відповідно завданнями нашої роботи виступають: 1) аналіз наукових напра-

цювань з теорії динаміки компонентних та емерджентних проявів клімату, 2) пошук можливих форм пояснення кліматичної мінливості; 3) обґрунтування кліматичної мінливості ландшафтів Українських Карпат; 4) визначення чи припущення щодо екстремальних, циклічних та інваріантних проявів еволюції кліматів гірських та передгірських ландшафтів.

Аналіз попередніх досліджень.

Динамічні та еволюційні властивості природного середовища та його компонентів – невід'ємна складова визначення параметричного поля географічного простору. Теоретичні основи та методика таких досліджень відображені у працях ландшафтознавців та фізико-географів М. Гродзинського, В. Петліна та В. Пашенка. Останній вказує на те, що повітряний компонент відзначається найбільшою динамічністю з-поміж решти геоматичних складових. Відповідно, властиві для нього кліматичні ознаки – найпомітніші у своїх змінах [6]. В. Петлін зазначає також, що компонентний рівень динаміки ландшафту контролюється індивідуальними особливостями компонентів, але підпорядковані емерджентним процесам у природних системах [7]. Таким чином, у межах динаміки кліматичного поля доцільно визначити мінливість ходу фізичних параметрів приземного шару атмосфери та емерджентні ландшафтні прояви кліматичної мінливості природних систем. Окрім того, видається важливим дослідження інваріантних станів динаміки приземного повітряного шару та його екстремальні прояви як еволюційні ознаки, на чому наголошується М. Гродзинським при розгляді теорії динаміки та еволюції геосистем [4].

Для дослідження кліматичної мінливості автором проаналізовані раніше апробовані методи різницевих інтегральних кривих

[13]. Така методика загально прийнята і описана у вітчизняних та російських еколого-гідрологічних та гідрокліматичних дослідженнях [1-3]. Зокрема, Алексеевський Н. вважає, що інтегральні характеристики відображають сумарну мінливість часових рядів величин, а короткочасові динамічні характеристики можуть бути відображені у трендах і циклах [1]. Відповідно, виконана спроба порівняти результати застосування інтегральних кривих з трендовим аналізом. Останній широко застосовується у зарубіжних регіональних дослідженнях кліматичної мінливості [10, 18, 22]. Тест Ман-Кендала вважається одним із найпридатніших для визначення напрямку і амплітуди зміни клімату протягом декількох десятиліть, оскільки не вимагає попереднього визначення природи і меж динаміки [11, 12].

Карпатський регіон належить до територій, що активно досліджуються у контексті природно-антропогенної еволюції навколишнього середовища. Зокрема тема кліматичної мінливості – одна з ключових, хоча недостатньо пояснених у доповідях Карпатського форуму, асоціації «Наука для Карпат» (S4C) [10, 17, 19]. Динаміка основних кліматичних характеристик протягом 1961-2010 рр. для Карпатського регіону та Румунських Карпат означена в межах проекту CARPATCLIM [10, 18]. Зокрема, румунські дослідження кліматичної мінливості стосуються трендового аналізу динаміки температур опадів та їх екстремальних характеристик. Попередні дослідження автора та О. Киналь передбачали вивчення змін режиму кліматичних елементів та місцевої циркуляції Карпатських долинних регіонів та суміжних територій протягом останніх двох століть [13, 14].

Виклад основного матеріалу.

Столітня кліматична динаміка, кілька-десятилітні та багаторічні флуктуації кліматичних елементів виступають визначальною основою для пошуку взаємовпливу астрономічних, атмосферних процесів та множини діяльних поверхонь. Так, загалом визначено, що столітні тренди основних кліматичних елементів наймовірніше стосуються астрономічних циклів [5, 20]. Водночас, 50-70-річні фази динаміки температур та кількості опадів, особливо характерні для Європи, пов'язують із коливаннями баричних центрів дії атмосфери [19, 21, 22]. Попередні

напрацювання свідчать, що різноманіття проявів взаємодії діяльних поверхонь долинних гірських та височинних територій із баричними системами локального масштабу визначає складну картину кліматичної мінливості. Тому для аналізу обрані ландшафтні регіони Рахівського низькогір'я, Закарпатської низовини, Передкарпаття та Середнього Подністер'я. Долинний клімат Середнього Дністра нами вважається подібним до гірсько-долинного, з огляду на міру трансформації режиму метеоелементів та місцевої циркуляції.

Кліматична мінливість в межах кількох десятиліть нами виявлена у наступних періодах змін середньорічних температур та їх модульних коефіцієнтів 1) 1879-1987 рр., упродовж якого спостерігається тенденція до зниження температури; 2) з 1987 року величина модульних коефіцієнтів та середньорічних температур з року в рік зростає (Рис. 1). До 1933 року зниження відбувалось поступово і без різких перепадів. З 1933 р. зниження температури значно уповільнюється і більш помітними стають циклічні коливання температури. Виділяються фази різної тривалості відносних підвищень (1933-1965 рр.; 1956-1965 рр.) та знижень (1942-1949 рр., 1969-1974 рр.) середньорічної температури. В Ужгороді, на відміну від інших пунктів, тенденція до підвищення температур помітна ще з 1968 р [13]. Винесені в площину однієї графічної моделі інтегральні криві показують, що до 1987 р. вони відрізнялися за величиною модульного коефіцієнта і графічно відособлювались (Рис. 1). Характер змін температур після 1987 р. майже однаковий в усіх аналізованих локаціях.

Графічний аналіз вікового ходу опадів у регіоні дослідження вказує на декілька періодів відносного зростання чи відносного спаду річних сум опадів. Але, на відміну від ходу температур, де часові межі періодів були чіткими, тут вони більш розмиті. Результати трендового аналізу виокремлених періодів свідчать також про відсутність чітких тенденцій динаміки режиму зволоження (показники тренду Ман-Кендала статистично незначні) [13]. Виділяються три періоди відносних підвищень чи знижень сум опадів:

1) від 1881–до початку 1940-х рр. спостерігається зростання річних сум опадів. Найвище значення модульного коефіцієнта фіксується в Ужгороді – 2,48

(1927 р.), тобто тут був найбільш мінливий хід опадів. У Рахові навпаки: з 1895 р. кількість опадів різко зменшується, а модульний коефіцієнт сягає мінімального значення – 3,34 (1942 р, коли для інших локацій властиві максимальні показники. Найбільш ймовірним є мезокліматичний вплив місцевих орокліматогенних умов.

2) з початку 1940-х рр. до кінця 1960-х рр.: (в Ужгороді - до 1974 р.) річні суми опадів зменшуються, і досить помітно;

3) з кінця 1960-х рр.: зниження величини модульних коефіцієнтів змінюється їх

зростанням, їх амплітуди зменшуються. З 1981 р. в Івано-Франківську, Ужгороді та Чернівцях спостерігається незначне зменшення сум опадів. В інших пунктах вони майже не змінюються. З 1998 року інтегральні криві на побудованих графіках зближуються настільки, що майже накладаються одна на одну. Такого явища ще не спостерігалось за весь досліджуваний період. Тобто, на даний час середньорічні суми опадів практично не змінюються.

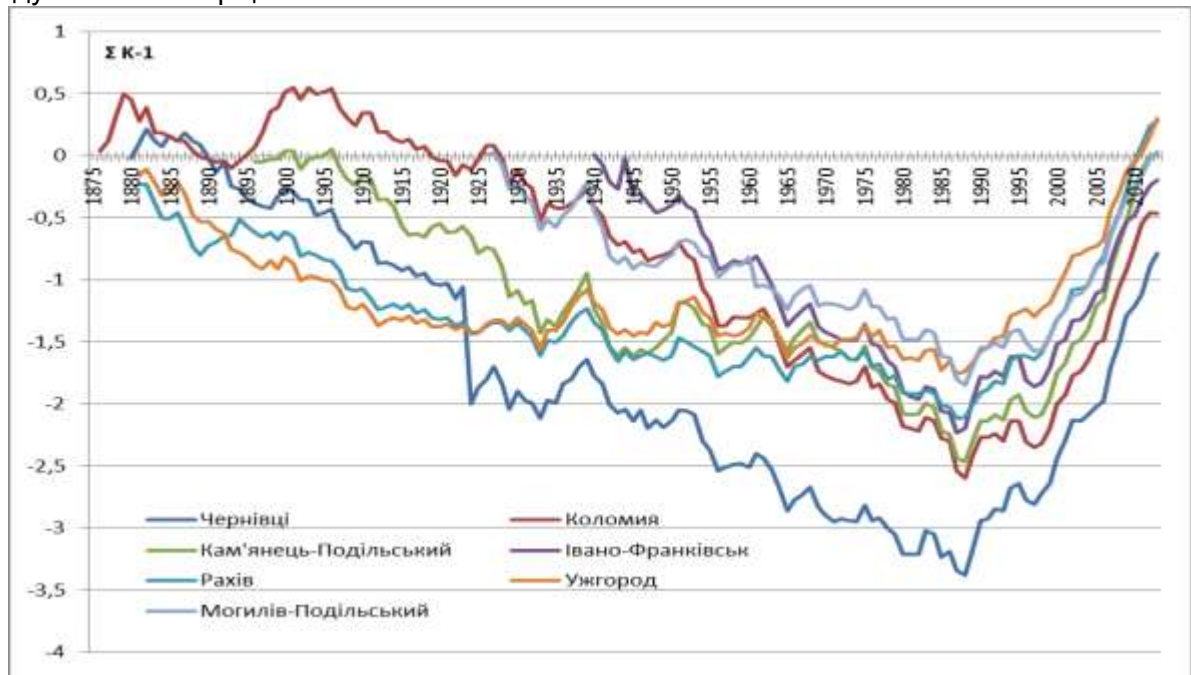


Рис. 1 – Різницеви інтегральні криві середньорічних температур в Українських Карпатах та Середньому Придністер'ї

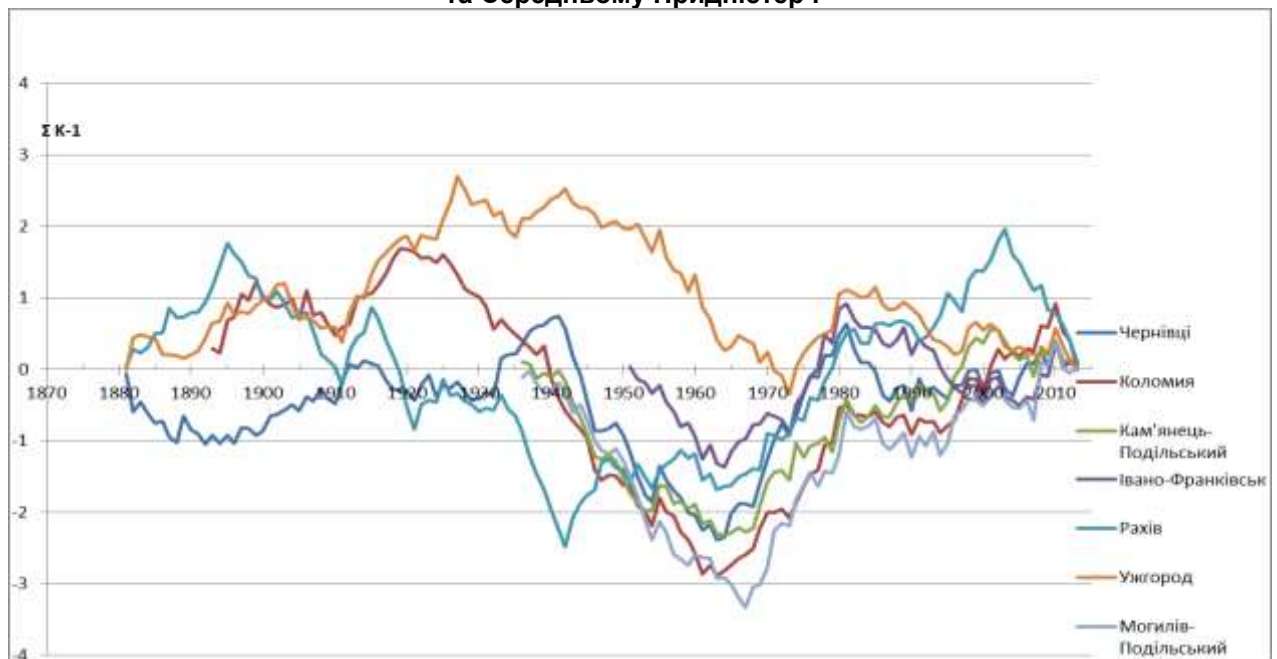


Рис. 2 – Різницеви інтегральні криві річних сум опадів в Українських Карпатах та Середньому Придністер'ї

Означені вище мезокліматичні риси динаміки наводять на думку, що можливо саме ці гірські та долинні природні регіони виступають тлом для виявлення емерджентних складових кліматичної динаміки. Прояви таких особливостей відображені на графіках інтегральних кривих, в той час як трендові тести дають лише уявлення про загальне спрямування еволюції компонентної мінливості. Окрім того, нами виявлено, що саме періоди до десяти років відображають локальні трансформації як результати трьохвимірної повторюваності поєднання атмосферної циркуляції, станів діяльної поверхні та режиму гідро-термічних показників радіаційного генезису. Зокрема, циклічні коливання темсередньорічних температур (4-8 років) з незначною амплітудою (близькою до нуля – так звані стагнаційні періоди) стають помітними перед потеплінням у другій половині ХХ ст. У середині ХХ ст. вирізняються також фази відносного зростання та зниження температур: 1933(1940)–1965 (1975) рр. або 32–35 років, 1942–1949 (7 років) та 1969–1974 (5 років) (Рис. 1).

Мінливість багаторічного режиму опадів можна також означити короткочасовими періодами (7–10 років), поряд з 50-60-и річними циклами. Зокрема, особливо помітні такі періоди у Коломийському Передкарпатті у другій половині 20 ст. (Рис. 2). Рахівський долинний ландшафтний регіон та Закарпатська низовина в долині р. Уж відзначаються значною амплітудою короткочасових змін у першій половині 20

ст. Означені вище періоди відповідають фазам 4-8 років у дослідженнях динаміки впливу північноатлантичної осциляції на часовий розподіл опадів у Західній Україні [8]. Такі особливості свідчать про активну місцеву трансформацію регіональної циркуляції над Українськими Карпатами, що відображається у локальній динаміці режиму опадів.

Висновки. Українські Карпати та Середнє Придністер'я виступають природними регіонами з складним просторово-часовим розподілом кліматичних елементів, що детермінований різноманіттям фізичних властивостей діяльних поверхонь. Кліматична мінливість ландшафтів Українських Карпат та долини Середнього Дністра відображена у складному поєднанні періодів з різною часовою динамікою кліматичних елементів. Застосування різницевого інтегральних кривих та трендового аналізу дає можливість виокремити можливі компонентні та емерджентні прояви кліматичних змін. Впродовж кінця ХІХ ст. – початку ХХ ст. територій в межах Українських Карпат та суміжних територій можна означити 50-60-річні періоди динаміки середньорічних температур та сум опадів, пов'язані з інтенсивністю регіональних синоптичних ситуацій. Виділені періоди та фази з меншою тривалістю та різною амплітудою і напрямком змін можуть слугувати основою для виявлення еволюції кліматів гірських і долинних природних регіонів.

Список літератури

1. Алухтин А. В. Современные изменения условий формирования слоя стока весеннего половодья рек Курской области / Алухтин А. В., Кумани М. В., Сысенко В. И. // Ученые записки : электронный научный журнал Курского гос. ун-та. – 2012. – № 1(21).
2. Алексеевский Н. И. Оценка влияния изменений климата на водный режим и сток рек бассейна Волги / Н. И. Алексеевский, Н. Л. Фролова // Вода: химия и экология. – 2010. – № 4. – С. 3-12.
3. Особливості зволоження Українських Карпат / Галік О. І., Будз О. П., Косяк Д. С., Куцевич М. В. // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. – 2014. – Вип. 724-725 : Географія. – С. 11-18.
4. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : Монографія. У 2-х т. / М. Д. Гродзинський. – К. : ВПЦ "Київ. університет", 2005. – Т.2. – 503 с.
5. Мохов І. І. Оценки связи изменений глобальной приповерхностной температуры с разными естественными и антропогенными факторами на основе данных наблюдений / И. Мохов, Д. Смирнов, А. Карпенко // Докл. РАН. – 2012. – Т. 443, № 2. – С. 225-231.
6. Пащенко В. М. Палео- та історичні зміни природи українських земель / В. М. Пащенко // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. – 2009. – Вип. 460 : Географія. – С. 19-22.
7. Петлін В. М. Методологія та методика експериментальних ландшафтознавчих досліджень / В. М. Петлін. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2009. – 400 с.
8. Вплив північноатлантичної осциляції на часовий розподіл опадів: метод вейвлет-розкладання / Русов В. Д., Глушков О. В., Ващенко В. М. та ін. // Укр. Антарктичний журнал. – 2007-2008. – №№ 6-7. – С. 150-156.
9. Global Change Research in the Carpathian Mountain Region / Björnsen G. A., Bokwa A., Elbakidze M. and oth. // Mountain Research and Development. – 2009. – 29, 3. – P. 282-288.
10. Cheval S. Climate variability in the Carpathian Mountains Region over 1961–2010 /

Cheval S., Birsan M., Dumitrescu A. // Global and Planetary Change. – 2014. – 118. – P. 85-96. **11.** Hamed K. H. A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data / Hamed K. H., Rao A. R // J. of Hydrology. – 1998. – 204(1-4). – P. 182-196. **12.** Kendall M. G. Rank Correlation Methods / M.G. Kendall. – London : Charles Griffin, 1975. – 196 p. **13.** Kholiavchuk D., 2015. The Evolution of Wind Patterns over Regions with Complex Topography in the Last 50 Years (on the example of the Dniester Canyon, Ukraine) / D. Kholiavchuk // Air and Water Components of the Environment. – 2015. – P. 209-216. **14.** Kynal O. Trends of climate change in the Ukrainian Carpathians during last 130 years / Kynal O., Kholiavchuk D. // Late Pleistocene and Holocene climatic variability in the Carpathian-Balkan region : Georeview. Abstracts volume.– 2014. – P. 85-90. **15.** Kohler T. and Maselli D. (eds), 2009. Mountains and Climate Change - From Understanding to Action. Published by Geographica Bernensia with the support of the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), and an international team of contributors. Bern. **16.:** Europe / Kovats R. S., R. Valentini, L.M. Bouwer and all // Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change/ – Cambridge : Cambridge University Press, 2014. – P. 1267-1326. **17.** Kozak J. Research Agenda for the Carpathians: 2010-2015 / Kozak J., Björnsen G. A. & Ostapowicz K. (eds.). – Kraków, 2011. – 43 p. **18.** An overview of annual climatic changes in Romania: trends in air temperature, precipitation, sunshine hours, cloud cover, relative humidity and wind speed during the 1961–2013 period / Marin L., Birsan M.-V., Bojariu R. all. // Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. – 2014. – 9(4). – P. 253-258. **19.** The Present-Day Climate of Eastern Europe Regarded in the Context of Atmospheric Circulation Change / Martazinova V., Tymofeyev V., Ivanova E., & Chayka D. // Bulletin of Geography-physical geography series. – 2010. – 1. – P. 7–18. **20.** Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013 / Myhre G., Shindell D., Bréon F.-M. all // The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge : Cambridge University Press, 2013. **21.** 2011). Distinguishing the Roles of Natural and Anthropogenically Forced Decadal Climate Variability / Solomon A., Goddard L., Kumar A. all // Bull. Amer. Meteor. Soc. Bulletin of the American Meteorological Society. – 2011. – 92(2). – P. 141-156. **22.** Terray L. Evidence for multiple drivers of North Atlantic multi-decadal climate variability // Geophys. Res. Lett. Geophysical Research Letters. – 2012. – 39(19).

Холявчук Д. І. Кліматична мінливість ландшафтів Українських Карпат. Динаміка та еволюція повітряного компоненту ландшафту та емерджентного кліматичного прояву розглядаються як основні складові кліматичних змін. Проаналізована кліматична мінливість ландшафтних регіонів Українських Карпат та суміжних територій на основі столітніх інструментальних спостережень. Виокремлені та означені короткочасові періоди з різними трендами кліматичних характеристик як показники мінливості, екстремальності та перебудови місцевих циркуляцій на фоні столітніх змін.

Ключові слова: Українські Карпати, кліматична мінливість, інтегральні криві, трендовий аналіз.

Kholiavchuk D. I. **Climate variability of Ukrainian Carpathian landscapes.** Dynamics and evolution of air component in landscape and emergent climate manifestation as main issues of climate changes are addressed. Climate variability of landscape regions of Ukrainian Carpathians and adjoining territories on the basis of centennial instrumental observations is analysed. Short-term periods with distinctive trends of climate characteristics as parameters of variability, extreme nature and rebuilding of local circulations within centennial changes are distinguished and defined.

Keywords: Ukrainian Carpathians, climate variability, integral curves, trend analysis.

Холявчук Д. И. Климатическая изменчивость ландшафтов Украинских Карпат. Динамика и эволюция воздушного компонента ландшафта и эмерджентного климатического проявления рассматриваются как главные элементы климатических изменений. Проанализирована климатическая изменчивость ландшафтных регионов Украинских Карпат и соседних территорий на основании столетних инструментальных наблюдений. Выделены и обозначены кратковременные периоды с разными трендами климатических характеристики как показатели изменчивости, экстремальности и перестройки местных циркуляций на фоне столетних изменений.

Ключевые слова: Украинские Карпаты, климатическая изменчивость, интегральные кривые, трендовой анализ.

Надійшла до редколегії 06.10.2015