

Клімат Покутсько-Буковинських Карпат і Передкарпаття у другій половині XIX ст. – на початку XX ст.

Дарія ХОЛЯВЧУК^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-7489-7848>

УДК 551.577.38

АНАЛІТИЧНА СТАТТЯ

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
кафедра фізичної географії, геоморфології та палеогеографії

Листування – *d.kholyavchuk@chnu.edu.ua

Ключові слова: Покутсько-Буковинські Карпати, клімат, XIX ст., атмосферні опади, середні місячні температури повітря.

Анотація: Виявлено особливості клімату Покутсько-Буковинських Карпат, Передкарпаття та суміжних регіонів у XIX ст. на основі архівних даних метеорологічних спостережень на теренах Галичини і Буковини та палеокліматичних реконструкцій Східних Карпат. На базі укладених гомогенізованих точкових даних середніх багаторічних температур повітря і атмосферних опадів місяців та за рік здійснено просторові інтерполяції для регіону із застосуванням універсального крігінгу.

У другій половині XIX ст. – першій половині XX ст. середні багаторічні температури коливались від +3,5 – +4 °C на крайньому південному заході до +8 °C на півночі і північному сході; їх розподіл відповідав орієнтації гірської споруди. У просторовому розподілі середніх температур повітря виявлені інверсійні риси долин і внутрішніх низькогір'їв, особливо у літні місяці. Визначено, що упродовж досліджуваного часу кількість атмосферних опадів за рік змінювалась від 550 мм у долині р. Прут до 1100 мм у середньогір'ї. У сухі місяці осені та весни окреслюються плювіометричні депресії у Путильському низькогір'ї.

Здійснено порівняння просторово-часового розподілу температур повітря та атмосферних опадів на межі XIX–XX ст. і XX–XXI ст. Просторово-часові патерни клімату другої половини XIX ст. – початку XX ст. відповідають сучасному клімату Покутсько-Буковинських Карпат і суміжних територій. Відмінності температурного режиму обох часових зрізів помітні у значеннях температур, особливо у літні місяці. Поля опадів двох часових зрізів відрізняються рисунком, але не значеннями, що пов'язано з переважанням долинних метеостанцій у XIX ст.

1. ВСТУП

Доповіді Міжурядової групи експертів зі змін клімату (IPCC) 2007, 2013, 2014, 2022 свідчать про різноплановість у трактуванні динаміки клімату в глобальному масштабі через дедалі зростаючу множину різноспрямованих кліматично чутливих індикаторів змін ландшафтів у різних регіонах світу (Myhre et al. 2013). Згідно із доповіддю IPCC 2022 кліматичні зміни в Європі загалом означені зростанням температур повітря із 1960-х років, значною мінливістю (без чітких тенденцій розподілу) атмосферних опадів та збільшенням ймовірності

2022, 839; DOI: <https://doi.org/10.31861/geo.2022.839.69-81>

 Open Access. © 2022 Д. ХОЛЯВЧУК

опубліковано у Чернівецькому національному університеті

Ця робота ліцензується відповідно до

CC BY-NC-ND із Зазначенням Авторства – Некомерційна – Без Похідних 4.0 Міжнародна



екстремальних подій, зокрема циркуляційного генезису (Pörtner et al. 2022). Регіональні та локальні варіації кліматичних змін в областях із неоднорідною та глибоко розчленованою поверхнею є особливо виразними і, часто, найбільш екстремальними (Adler et al. 2022). Складно побудовані гірські поверхні виступають ядрами збурень метеосистем, а відповідно і флуктуацій полів генералізованих параметрів – кліматичних індикаторів. Тому ландшафтні регіони Карпат важливі модельні об'єкти для виявлення просторово-часових характеристик кліматичної мінливості. Відповідно пояснення просторово-часових особливостей кліматичних змін у Карпатах на рівні регіональних гірських ландшафтів є питанням на часі (Micu et al. 2015; Kynal, Kholiavchuk 2016; Kholiavchuk, Cebulska 2019; Micu et al. 2020; Twardosz, Cebulska 2020; Walanus et al. 2022).

Для таких територій очікуваними є флуктуації або незначущі тенденції основних змін кліматичних параметрів кількадесятилітніх часових відтинків. Виявлення таких флуктуацій як прояву кліматичної мінливості для ландшафтів регіонального рівня доцільне на часових відтинках, триваліших за століття (Гродзинський 2005). Архівні дані ранніх метеоспостережень XIX ст. і палеокліматичні реконструкції, виконані для Східних Карпат для останнього тисячоліття, дають змогу інтерпретувати клімат минулих століть і виявити просторово-часові патерни кліматичної мінливості (Alth 1875; Jahrbücher 1854...1911; Conrad 1917; Trabert 1901; Wachlowski 1886). З-поміж регіонів Карпат, ландшафтні області Східних Карпат у дослідженнях кліматичних змін вирізняються (Cheval et al. 2014; Micu et al. 2020). Покутсько-Буковинські Карпати зокрема – найсхідніша ландшафтна область Українських Карпат з особливим мезокліматом, де найвираженішим стає прояв континентальності. Тому мета дослідження передбачає виявлення особливостей клімату Покутсько-Буковинських Карпат та Передкарпаття у XIX ст., порівняння із сучасним і визначення короткоперіодичних флуктуацій, характерних для останніх двох століть.

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Для реконструкції клімату XIX ст. використані архівні дані метеорологічних спостережень на теренах Галичини і Буковини, підпорядкованих Центральній установі з метеорології та земного магнетизму у Відні (Jahrbücher 1854...1911). Перші метеостанції з'являються у 60-х роках XIX ст. (Дрогобич, Львів, Тернопіль, Золочів, Станіслав, Чернівці). Від середини 70-х років XIX ст. ця мережа доповнена новими. Їх загальна кількість зросла до 63 у 1885 р., але до Першої світової війни стабільно працювали лише 40. Майже половина з них розташовувалась на теренах сучасної Західної України, Покутсько-Буковинських Карпат зокрема. Використані дані спостережень метеорологічних станцій I-го та II-го порядку, які виконували спостереження за три терміни упродовж доби за атмосферним тиском, температурою та вологістю повітря, напрямком і швидкістю вітру, хмарністю, явищами погоди, опадами (рис. 1). Більшість метеостанцій встановлювали в долинах, тому про схиліві та вершинні ділянки гір обмежена кількість даних, що необхідно враховувати в інтерпретації отриманих карт.

Як допоміжні, використані спостереження опадомірних станцій, що підпорядковувались імперському Гідрографічному центральному бюро Австро-Угорської монархії (Болехів, Демна, Яблунів, Косів, Кіцмань, Кути, Небилів, Топорівці). Найдовший ряд спостережень доступний для передгір'я Карпат. Зокрема, деякі спостереження у Чернівцях проводились від січня 1848 р., але регулярні спостереження розпочато у жовтні 1852 р., що дало змогу укласти гомогенізований часовий ряд середньомісячних температур та атмосферних опадів з 1853 р. та виявити короткочасові флуктуації (Alth 1875; Jahrbücher 1854...1911; Conrad 1917; Trabert 1901; Wachlowski 1886).

На інших метеостанціях у межах досліджуваної території часові відтинки спостережень значно коротші і деякі становлять лише кілька років, але дають змогу визначити

місцевокліматичні відмінності. Для створення карт розподілу температур повітря та атмосферних опадів у другій половині XIX ст. використані усереднені дані станцій з аналітичних кліматологічних робіт, виконаних для всієї Австро-Угорщини та Буковини зокрема (Trabert 1901; Conrad 1917). Інтерполяція точкових даних метеостанцій території дослідження та суміжних територій виконана у середовищі ArcGIS Pro геостатичним методом універсального крігінгу. Метод обраний для цього дослідження, зважаючи на точніші стандартні похибки передбачення, ніж за допомогою інших методів крігінгу, виявлених у подібних дослідженнях для відносно невеликих масивів даних (Guo et al. 2018; Pellicone et al. 2018). У дослідженні кліматичні характеристики опадів і температур повітря порівнюються із сучасними просторовими інтерполяціями полів опадів і температур повітря бази даних CARPATCLIM, доступної для всієї території Карпат, за період 1981–2010 рр. (Szalai et al. 2013).

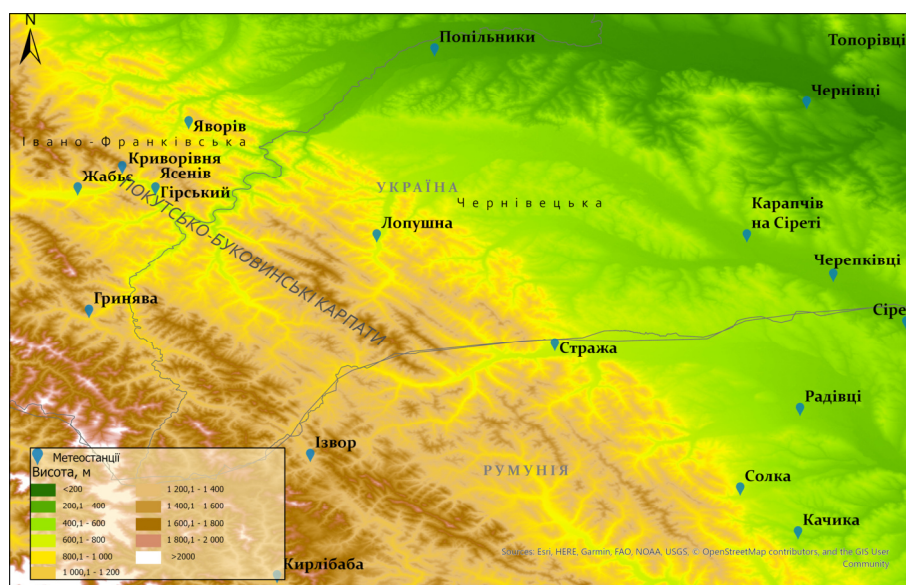


Рис. 1. Мережа метеостанцій у Покутсько-Буковинських Карпатах та Передкарпатті у другій половині XIX ст. – на початку XX ст.

Інтерпретація клімату минулих століть доповнена палеокліматичними реконструкціями за кільцями дерев, виконаних для румунської частини Східних Карпат та Передкарпаття (Pora, Bouriaud 2014; Kern et al. 2016; Roibu et al. 2022).

3. РЕЗУЛЬТАТИ

3.1. Загальні риси сучасного клімату

Покутсько-Буковинських Карпат та Передкарпаття

Клімат Покутсько-Буковинських Карпат – помірно континентальний з надлишковим і достатнім зволоженням, нежарким літом, м'якою зимою і теплою осінню. Цій частині Карпат притаманні мезокліматичні риси, характерні, для Східних та Українських Карпат загалом. Визначальною є загальнокарпатська орієнтація з північного заходу на південний схід, що формує регіональні циркуляційні процеси. Відповідно місцевокліматичні риси змінюються у напрямку на південний захід і пов'язані з чергуванням поясів низькогір'я (Берегометського та Путильського) та середньогір'я (Шурдинського та Максимецького, Яровицького та Чорнодільського), що трансформують надходження вологи з регіональних циркуляцій, притаманних для Східної Європи.

Д. Холявчук. Клімат Покутсько-Буковинських Карпат і Передкарпаття у другій половині XIX ст. – на початку XX ст.

Термічне поле над Покутсько-Буковинськими Карпатами видозмінюється під впливом орографії. Ізотерми, зазвичай, повторюють хід ізогіпс. Чергування двох низькогірних та двох середньогірних сходинок ускладнює такий розподіл. Температурні показники Берегометського низькогір'я наближені до значень Прут-Сіретського межиріччя із пересічними значеннями найхолоднішого місяця – $-5 - -6^{\circ}\text{C}$ та найтеплішого $+16 - +17^{\circ}\text{C}$. Виразними є затишні клімати долин у м. Вижниця, с. Виженка, м. Верховина (Жаб'є). Далі, з підйомом до висот 1200–1400 м у Шурдинському середньогір'ї термічні умови стають суворішими. Так, пересічні температури січня складають $-6 - -7^{\circ}\text{C}$, липня – $+12 - +16^{\circ}\text{C}$ (Киналь, Крогулець 2009).

За стіною зовнішнього середньогір'я простягається смуга внутрішнього Путильського лісолучного низькогір'я з висотами 800–1000 м, що краще прогрівається, а тому для нього притаманні вищі значення денних температур повітря. Середні температури липня досягають $+16 - +17^{\circ}\text{C}$. Влітку частою є спекотна погода, а взимку часто можливі відлиги та циклональні снігопади. Низькогір'я знову змінюється середніми горами Максимця, Яровиці та Чорного Долу з висотами до 1565 м. Це найвіддаленіші внутрішні карпатські та, водночас, найпрохолодніші ділянки цієї частини Карпат. «Законсервованість» місцевого клімату внутрішніх середньогір'їв проявляється у найнижчих середніх температурах повітря в січні – $-7 - -7,5^{\circ}\text{C}$, а в липні лише $+12 - +14^{\circ}\text{C}$. Останнє може свідчити про відсутність вираженого метеорологічного літа у буковинських внутрішніх середньогір'ях взагалі.

Опади у Покутсько-Буковинських Карпатах пов'язані, передусім, з атмосферними фронтами та циклонами, які переміщуються із заходу на схід або північний схід (рідше з північного заходу на південний схід) траєкторіями, що пролягають на північ від Карпат. Через бар'єрний ефект Карпатських хребтів fronti та циклони регіонального генезису, реалізують більшість свої вологи на навітряних схилах низько- та середньогір'їв. Істотне кліматотвірне значення для території мають південні циклони з Середземного та Чорного морів. Тоді встановлюється дощова погода з сильними вітрами, виникають катастрофічні паводки, вітровали та буреломи. На схилових поверхнях Берегометського низькогір'я може відбуватися загострення фронтів із Атлантики, що може проявлятися у підвищеній кількості опадів. Про це свідчать річні значення опадів уже на самому валі зовнішнього Шурдинського лісового середньогір'я (1100–1400 м), що перевищують відмітки 1000 мм і досягають 1200 мм. Такі значення типові і для високогір'їв Українських Карпат, що свідчить про першочерговий експозиційний фактор, а не висотний у посиленні атмосферних опадів.

Покутсько-Буковинське Передкарпаття відрізняється від сусідньої рівнинної ландшафтною області Прут-Дністер'я вологішим та прохолоднішим кліматом, більшою кількістю опадів – 600–800 мм/рік, помірно теплим літом (з середніми температурами повітря до $+18^{\circ}\text{C}$). Окрім того, у межах регіону відмінним є місцевий клімат Герцаївського горбогір'я на високому зсувному правобережжі Пруту з висотами 350–370 м. Тут помітно тепліше. Так, середні температури повітря січня сягають $-4,5 - -5,0^{\circ}\text{C}$, липня – $+19 - +19,5^{\circ}\text{C}$, а багаторічна кліматична норма опадів – 600–625 мм (Киналь, Крогулець 2009).

3.2. Температурний режим у Покутсько-Буковинських Карпатах та Передкарпатті у другій половині XIX ст. – першій половині XX ст.

Активізація метеорологічних спостережень на теренах Галичини та Буковини у другій половині XIX століття – першій половині XX ст. пов'язана зі зростанням уваги до відмінних рис клімату найсхідніших теренів у складі Австро-Угорщини як передумови ефективного господарського освоєння та комфортної життєдіяльності. В описі клімату Буковини Conrad (1917) згадує про інверсійний розподіл температур у долинах Черемошу, Сірету та Прута, що простежується на укладених картах розподілу температур січня та липня. Автором описаний інверсійний розподіл температур повітря і у м. Чернівці на початку XX ст. на основі

синхронних спостережень університетської обсерваторії, у видолінку масиву Роші та на 300 метрів вище розташованого пункту спостережень на горі Цецино. Однак самі архівні дані спостережень не вцілили після Першої світової війни.

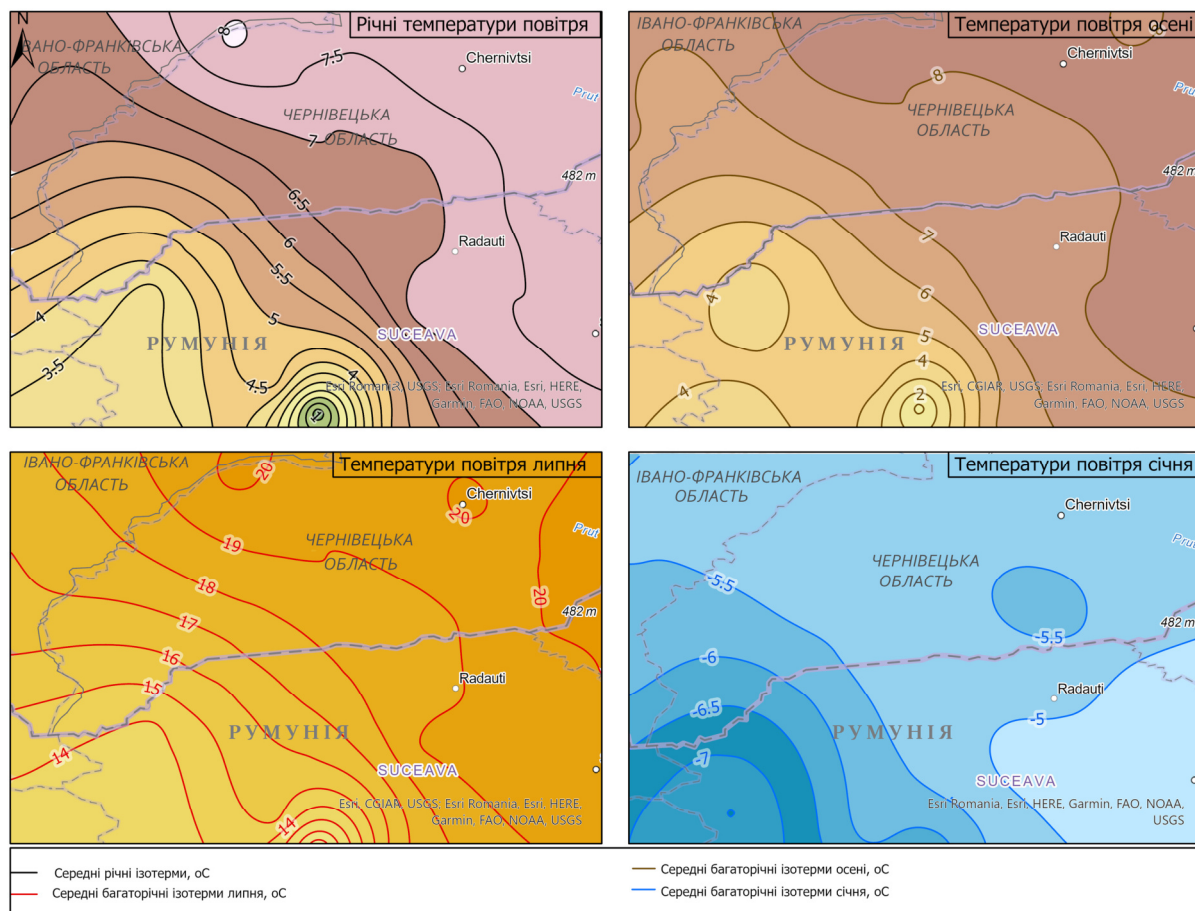


Рис. 2. Середні температури у Покутсько-Буковинських Карпатах та суміжних теренах у другій половині XIX ст. – на початку XX ст.

За інтерпольованими даними спостережень другої половини XIX ст. – першої половини XX ст. розподіл середніх багаторічних температур відповідав орієнтації гірської споруди. Відповідно середні багаторічні температури повітря коливались від $+3,5$ – $+4$ °C на крайньому південному заході до $+8$ °C на півночі і північному сході (рис. 2). Дещо теплішими за метеоспостереженнями XIX ст. є передгірська річкова долина Черемошу. Подібно, у липні територія передгір'я у долинах річок прогрівалась вище $+20$ °C (у м. Чернівці $+22,1$ °C у 1882 р.) (рис. 2). Найнижчі температури в липні характерні для південно-західних масивів Чорного Долу, Гриняви, подекуди не перевищуючи $+15$ °C. Такі риси підтверджені і палеорекоonstrukціями літніх температур за кільцями дерев у Східних Карпатах Румунії (Pora, Bouriaud 2014).

Січневі ізотерми вказують на протилежну закономірність. Так, долина Сірету та Путильське низькогір'я є на $0,5$ – 1 °C прохолоднішими порівняно зі схилівими поверхнями передгір'їв та середньогір'їв (рис. 2). Північніше у середньогір'ї та передгір'ї Покутсько-Буковинських Карпат температури досягають $-5,5$ – -5 °C. Загалом температури січня знижуються у тому ж напрямку, що і річні, досягаючи найнижчих значень $-6,5$ – -7 °C на Чорному Долі.

Абсолютні максимуми температур повітря приурочені у гірській частині до липня і досягали $+37^{\circ}\text{C}$ наприкінці XIX ст. У передгірській частині найвищі температури спостерігали у серпні ($+34,4^{\circ}\text{C}$ у 1905 р. у Чернівцях). Абсолютні мінімуми у гірській частині зафіксовані у січні до -35°C у гірських долинах, а у передгірській частині частіші – у лютому, не перевищуючи -28°C у Чернівцях у 1911 р. Зважаючи на значні річні амплітуди температур повітря, які часто перевищували 50°C , особливо у долинних місцевостях, австрійські науковці у своїх працях неодноразово підкреслювали виняткову континентальність Буковини з-поміж усіх теренів тодішньої монархії (Wachlowski 1886; Trabert 1901; Conrad 1917). Окрім того, Conrad (1917) зазначає, що у м. Чернівці найвища амплітуда температур у березні ($25,7^{\circ}\text{C}$) пов'язана з перебудовою сезонної циркуляції атмосфери та більшою повторюваністю антициклональних погод зі східними вітрами.

Метеорологічне літо у другій половині XIX століття тривало 110–120 днів у передгір'ї (118 днів у Чернівцях), 60–80 днів у низькогір'ї, а у внутрішніх прикордонних середньогір'ях подекуди взагалі не зафіксоване. Для порівняння, метеорологічне літо у м. Чернівці у XXI ст. триваліше і пересічно складає 130 днів (Киналь та ін. 2011). Тривалість холодного періоду з температурою нижче 0°C закономірно зростала з північного заходу на південний схід від 105 до 150 днів відповідно. Теплий сезон з температурою вище 0°C у регіоні наставав у другій – третій декаді березня і закінчувався у третій декаді листопада у передгір'ї, у другій – третій декаді березня розпочинався і закінчувався у другій декаді листопада в низькогір'ї. Такі дати відповідають з різницею у кілька днів сучасним (Киналь та ін. 2011). У віддалених внутрішніх середньогір'ях перехід температур повітря через 0°C відбувався у третій декаді березня – першій декаді квітня та першій декаді листопада відповідно.

За палеокліматичною реконструкцією літніх температур Popa, Bouriaud (2014) найхолодніший період у Східних Карпатах за останні 600 років припав на період 1720–1850 рр. Найранніші спостереження у м. Чернівці засвідчують, що холодними були ще і 60-і та 70-і роки XIX ст. Зміна тенденції до потепління у досліджуваному регіоні відбулась у 80-х рр. XIX ст., що найбільш виразно для літніх температур повітря. Натомість значні міжрічні коливання характерні для середніх температур зимових місяців та листопада і в перших десятиріччях XX ст.

3.3. Атмосферні опади та явища у Покутсько-Буковинських Карпатах і Передкарпатті у другій половині XIX ст. – першій половині XX ст.

У кліматичних описах теренів Австро-Угорської монархії XIX ст. південно-східний регіон Українських Карпат і Передкарпаття (Буковина та Галичина) згадується як найконтинентальніший. Зокрема, зональний тип клімату Буковини інтерпретується як перехідний між кліматом широколистяних лісів та лісостепу. Упродовж досліджуваного часу кількість атмосферних опадів за рік коливалась від 550 мм у долині р. Прут до 1100 мм у середньогір'ї. Перша кількість атмосферних опадів підтверджує граничні можливості для розвитку суцільних масивів широколистяних лісів, що є найбільш характерною для східної частини Буковинського Передгір'я та суміжного Прут-Дністер'я. Відсутність опадомірних станцій у Максимецькому та Яровицькому середньогір'ї не дає змогу стверджувати однозначно, що вказана максимальна кількість атмосферних опадів була найвищою у цій частині Карпат у той час.

Створені інтерполяційні карти атмосферних опадів у розрізі місяців і року, аналіз описів клімату Буковини та Галичини підтверджують східчастий розподіл атмосферних опадів із чергуванням підвищеної кількості у середньогір'ї та нижчої у внутрішніх низькогір'ях, Путильському зокрема. Виразною є смуга плювіометричних депресій – нижчих значень кількості атмосферних опадів за рік, що проходить через Селятин, Вижницю, Верховину. Такі відмінності менш помітні у теплий період року.

Д. Холявчук. Клімат Покутсько-Буковинських Карпат і Передкарпаття у другій половині XIX ст. – на початку XX ст.

Для регіону характерний максимум атмосферних опадів у літні місяці. Найчастіше – це липень (західна частина передгір'я та Шурдинське середньогір'я), червень і травень, рідше – травень. Найвищі значення місячних атмосферних опадів перевищували 150 мм у найвисокогірнішій частині Покутських Карпат у липні (рис. 3). У ці місяці спостерігались і просторові відмінності. Упродовж літа просторовий максимум місячних атмосферних опадів зміщувався з південного сходу на північний захід. Зокрема, у липні чітко помітні максимуми опадів у північно-західній частині гір і відповідний напрямок розподілу місячної кількості атмосферних опадів, пов'язаними із активізацією та загостренням над Карпатами атмосферних фронтів з Атлантики.

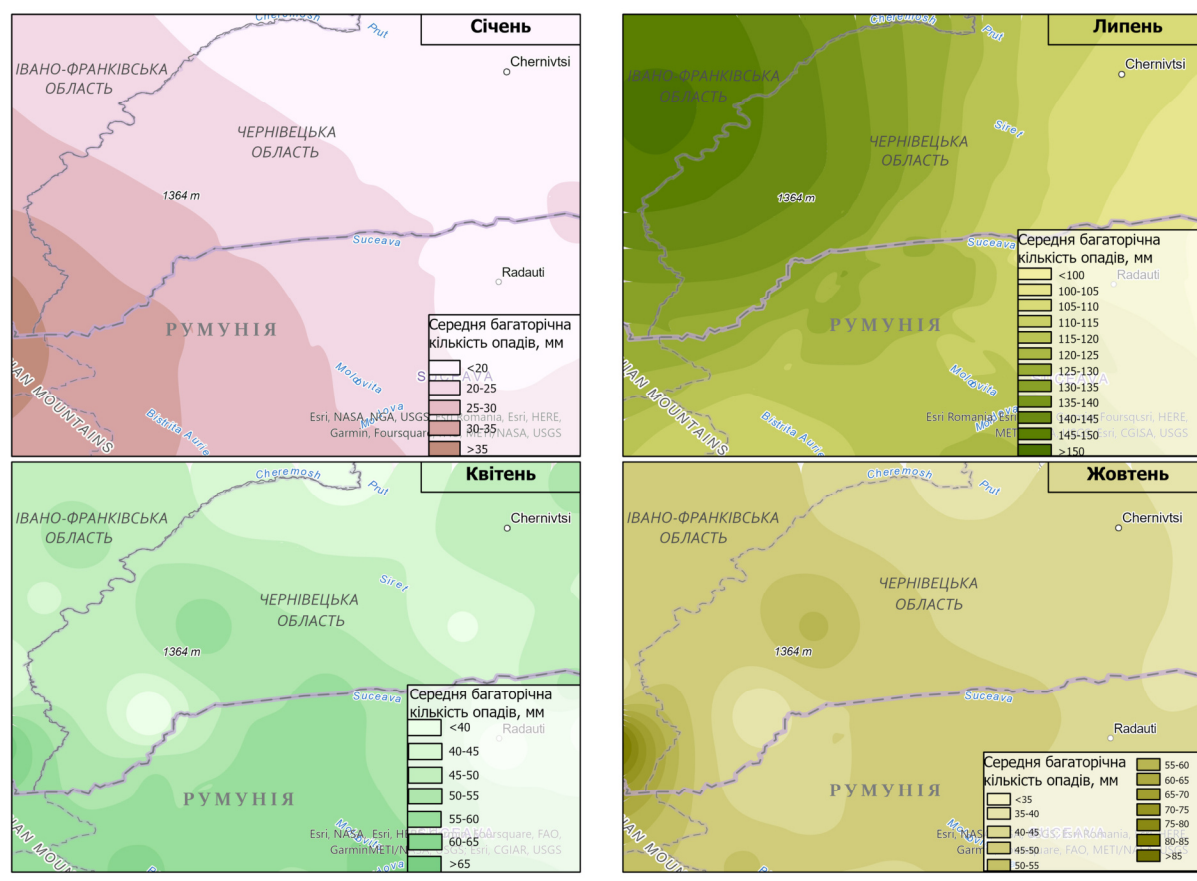


Рис. 3. Середня багаторічна кількість опадів окремих місяців у Покутсько-Буковинських Карпатах та суміжних теренах у другій половині XIX ст. – на початку XX ст.

У другій половині XIX ст. найменша кількість атмосферних опадів спостерігалась у зимові місяці. Так, упродовж календарної зими переважно випадало 10–12% від річної суми атмосферних опадів. Така риса характерна і для передгір'я, і для гірської частини Покутсько-Буковинських Карпат. Водночас, у XIX ст. грудень був найсухішим місяцем для гірської частини (особливо Яровицьке та Максимецьке середньогір'я), січень – для передгір'я (особливо західна частина), коли кількість опадів не перевищувала 20 мм. Просторово максимум опадів, пов'язаний з частими південними циклонами, у холодні місяці зміщується у внутрішні середньогір'я (рис. 3). Подібним, з незначною зміною кількості атмосферних опадів у напрямку гір, є просторовий розподіл опадів восени та весною. У сухі місяці цих сезонів виразними є сухіше внутрішнє Путильське низькогір'я та найзволоженіше внутрішнє прикордонне з Румунією середньогір'я (рис. 3).

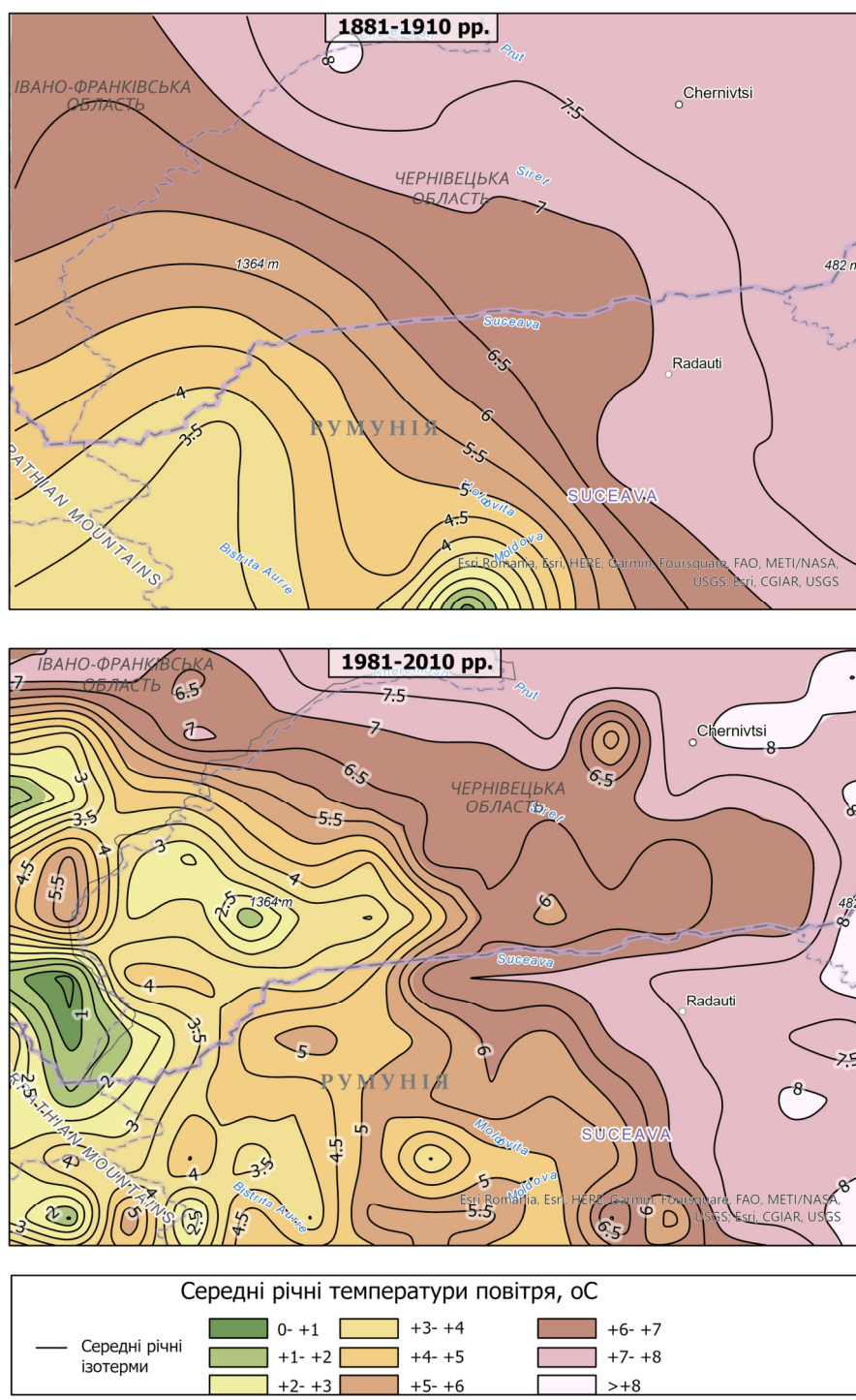


Рис. 4. Середні річні температури повітря у Покутсько-Буковинських Карпатах та суміжних теренах на межі XIX–XX ст. і XX–XXI ст.

Загалом друга половина XIX ст. у регіоні дослідження була сухою. Архівні дані метеоспостережень відповідають результатами палеореконструкцій цього часу, які вказують на часті та інтенсивні посушливі явища (Roibu et al. 2022). Так, 1861–1870 та 1881–1890 pp. видались особливо сухими десятиріччями, коли річна сума опадів у Чернівцях не досягала навіть 500 мм (1882, 1887 pp.). У цьому ж десятиріччі, за палеореконструкціями посух, у передгір'ї Східних Карпат спостерігались екстремальні літні посухи із значеннями SPEI понад –2, співмірні за інтенсивністю з посухами останнього десятиліття (Kern et al. 2016;

Д. Холявчук. Клімат Покутсько-Буковинських Карпат і Передкарпаття у другій половині XIX ст. – на початку XX ст.

Roibu et al. 2022). У цих же десятиріччях у передгір'ї зафіксовані високі річні температури (понад $+9^{\circ}\text{C}$) і температури липня (понад $+22^{\circ}\text{C}$), найтриваліші бездошові періоди (165 днів у 1881-1882 рр.) (Киналь, Холявчук 2018). За реконструкцією Roibu et al. (2022) 1886–1888 рр. були екстремально сухими послідовними роками у XIX ст., коли кількість посушливих днів у м. Чернівцях перевищувала 220 днів (Киналь, Холявчук 2018).

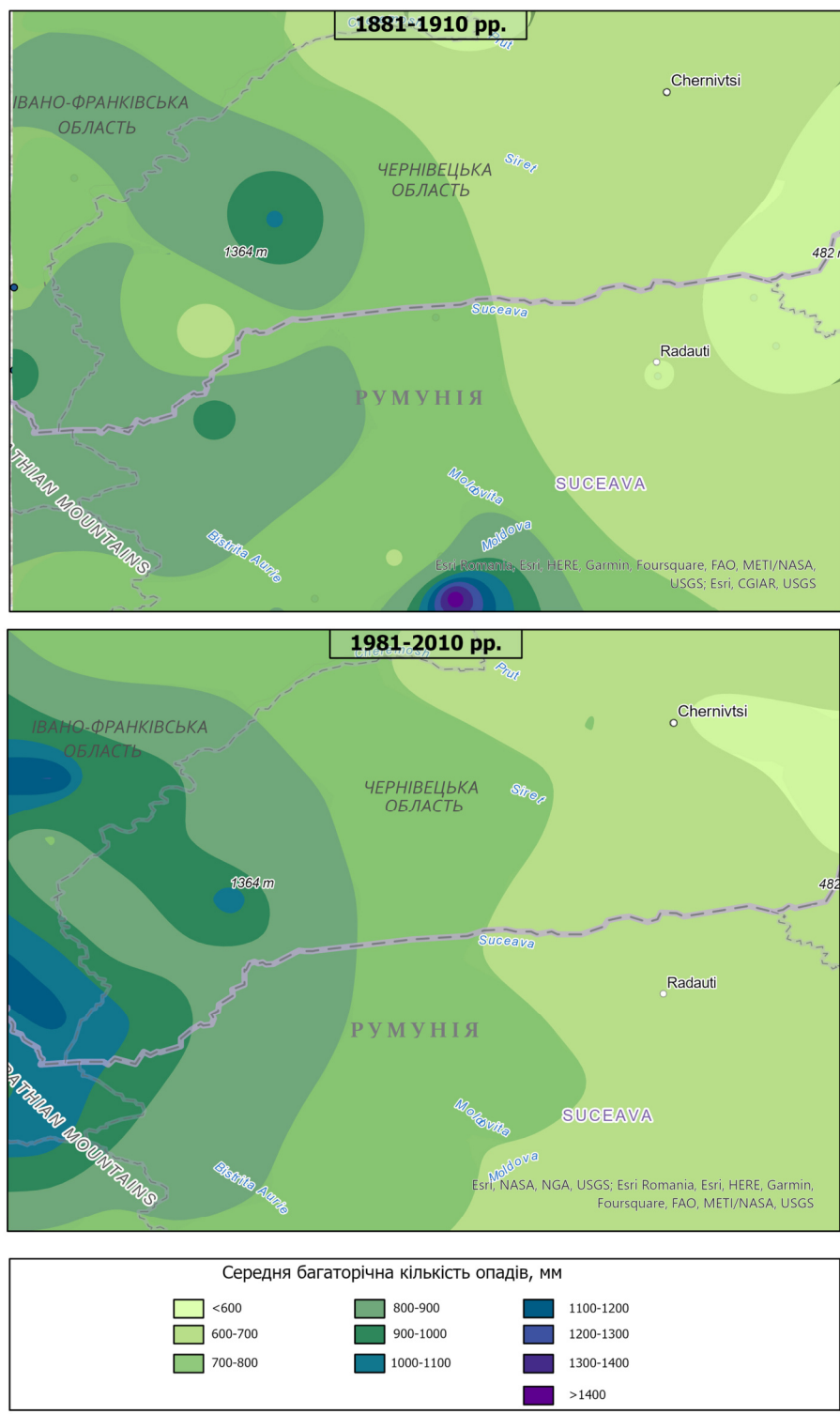


Рис. 5. Середня багаторічна кількість опадів у Покутсько-Буковинських Карпатах та суміжних теренах на межі XIX–XX ст. і XX–XXI ст.

Д. Холявчук. Клімат Покутсько-Буковинських Карпат і Передкарпаття у другій половині XIX ст. – на початку XX ст.

4. ОБГОВОРЕННЯ

Просторово-часові риси клімату другої половини XIX ст. – початку XX ст. відповідають сучасному клімату Покутсько-Буковинських Карпат і передгір'я. Так, співпадає загальний рисунок багаторічних ізотерм та ізогіет за місяці та рік із переважаючим спрямуванням із північного заходу на північний схід. Відмінності температурного режиму обох часових зрізів відображаються у різних значеннях. Такі відмінності більш помітні у літні місяці. Виявлено, що упродовж другої половини XIX ст. – початку XXI ст. середньомісячна температура липня зросла на 1 °C у найпівденніших гірських масивах регіону, тоді як у передгір'ях таке зростання не перевищує 0,5 °C. У річному контексті такі зміни менш помітні, адже діапазон змін температури повітря з півночі на південь однаковий на межі як XIX–XX ст., так і XX–XXI ст. (рис. 4). Дещо теплішим (на 0,5 °C) стало м. Чернівці, проте міжрічні коливання річних температур повітря у межах 2 °C характерні упродовж усіх досліджуваних століть. Водночас високі річні значення температури (+9 °C і вище) стали спостерігатись частіше. Якщо у минулому столітті такі температури фіксували раз у 5–10 років, у першому десятиріччі цього століття для кожного другого року характерна річна температура повітря вище +9 °C.

Подібно до температур повітря, діапазон зміни значень річних сум атмосферних опадів з північного сходу на південний захід однаковий у 1881–1910 рр. і у 1981–2010 рр. від менше 600 мм до понад 1000 мм у внутрішніх середньогір'ях (рис. 5). В обох часових відтинках вирізняється сухіша смуга Путильського низькогір'я та передгірна долина р. Сірету. Водночас, просторові патерни розподілу атмосферних опадів у гірських частинах дещо відмінні. Однією з причин таких відмінностей може виступати наявність переважно долинних метеостанцій у XIX ст., що дещо згладжує орографічно-експозиційний розподіл опадів у регіоні дослідження. Відповідно на межі XX–XXI ст. вологішими виглядають середньогір'я. Виявлені особливості спонукають до подальших реконструкцій клімату краю із отриманням триваліших часових серій температур повітря та атмосферних опадів та укладанням комплексної методики інтерполяції для подібних гірських регіонів.

5. ВИСНОВКИ

Реконструкція клімату Покутсько-Буковинських Карпат, Передкарпаття та суміжних гірських і передгірських територій XIX ст. можлива завдяки досить густій мережі метеорологічних спостережень, починаючи з 60-х рр. XIX ст. та низці палеокліматичних реконструкцій, переважно дендрокліматичних, здійснених на основі зібраних даних у Східних Карпатах. Найтриваліший ряд спостережень у м. Чернівцях з 1852 р. дав змогу простежити кількадесятилітні зміни середніх річних та місячних температур повітря і атмосферних опадів. Столітній хід цих кліматичних показників відповідає загальним закономірностям характерних для всіх Східних Карпат з найвираженішою континентальністю з-поміж решти карпатських регіонів.

Виявлені просторові особливості розподілу середніх температур повітря місяців у другій половині XIX ст. – на поч. XX ст. у регіоні проявляються у вираженому орографічному східчастому рисунку ізотерм. Інверсійні термічні риси виражені у теплі місяці у відмінних температурах внутрішніх низькогір'їв та великих річкових долин Сірету та Черемошу. Останні вирізняються і у нижчій кількості атмосферних опадів у сухі місяці весни та осені. Відмінними у просторовому розподілі температур та опадів у другій половині XIX – на поч. XX ст. означені внутрішні середньогір'я суміжних гір Гриняви та Чорного Долу. Ці гори найхолодніші, часто з відсутністю метеорологічного літа і максимумами опадів у весняні та осінні місяці.

Виконаний порівняльний аналіз просторово-часового розподілу середніх багаторічних температур повітря та атмосферних опадів на межі XIX–XX ст. і XX–XXI ст. свідчить про загалом подібний розподіл температур та опадів. Відмінності більш помітні у розрізі місяців, особливо літніх, та у гірських частинах регіону. Інтерпретація місцевокліматичних відмінностей передбачає

побудову точних інтерполяційних методик і даунскейлінгу, особливо для побудови полів атмосферних опадів, що стосується перспективи наших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гродзинський, М.Д. (2005). *Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія (Том 2)*. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». [Hrodzynskiy, M.D. (2005). *Piznannia landshaftu: mistse i prostir : monohrafiia (Tom 2)*. Kyiv : Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskiy universytet».]
2. Киналь, О.В., Холявчук, Д.І. (2018). Бездощові періоди у регіоні Буковинського Передкарпаття (на прикладі Чернівців). *Фізична географія та геоморфологія*, 2(90), Частина 1, 91-96. [Kynal, O.V., Kholiavchuk, D.I. (2018). Bezdoschovi periody u rehioni Bukovynskoho Peredkarpattia (na prykladi Chernivtsiv). *Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia*, 2(90), Chastyna 1, 91-96.]
3. Киналь, О., Крогулець, Е. (2009). *Гідрокліматичні особливості зволоження територій*. Кам'янець-Подільський : ПП Мошинський В.С. [Kynal, O., Krohulets, E. (2009). *Hidroklimatychni osoblyvosti zvolozhennia terytorii*. Kamianets-Podilskiy : PP Moshynskiy V.S.]
4. Киналь, О., Крогулець, Е., & Грущинський, Т. (2011). *Моделювання природних систем (Том I)*. Кам'янець-Подільський : ПП Мошинський В.С. [Kynal, O. Krohulets, E., & Hrushchynskiy, T. (2011). *Modeliuvannia pryrodnykh system (Tom I)*. Kamianets-Podilskiy : PP Moshynskiy V.S.]
5. Adler, C., Wester, P., Bhatt, I., Huggel, C., Insarov, G.E., Morecroft, M.D., Muccione, V., & Prakash, A. (2022). Cross-Chapter Paper 5: Mountains. In *Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Tignor, M., Poloczanska, E.S., Mintenbeck, K., Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., Rama, B. Eds. (pp. 2273-2318), United Kingdom and New York : Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.022>
6. Alth, T. (1875). *Klimatologie von Czernowitz*. Czernowitz : Eckhardt.
7. Cheval, S., Birsan, M.V., & Dumitrescu, A. (2014). Climate variability in the Carpathian Mountains Region over 1961–2010. *Global and Planetary Change*, 118, 85-96. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.04.005>
8. Conrad, V. (1917). *Klimatographie der Bukowina*. Wien : Gerold & Co.
9. Guo, Q., Zhang, M., Yang, X., & Zheng, M. (2018). Spatial interpolation of monthly mean temperatures based on Cokriging method. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 506–513. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02116-0_59
10. Jahrbücher der K.K. (1851...1911). *Central – Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Officielle Publication. Jahrgang 1880–1911*. Wien, Neue Folge XVIII.
11. Kern, Z., Németh, A., Horoszné Gulyás, M., Popa, I., Levanič, T., & Hatvani, I.G. (2016). Natural proxy records of temperature- and hydroclimate variability with annual resolution from the Northern Balkan–Carpathian region for the past millennium – Review & recalibration. *Quaternary International*, 415, 109-125. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.012>
12. Kholiavchuk, D., Cebulska, M. (2019). The highest monthly precipitation in the area of the Ukrainian and the Polish Carpathian Mountains in the period from 1984 to 2013. *Theoretical and Applied Climatology*, 138(3):1615–1628. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02910-z>
13. Kynal, O., Kholiavchuk, D. (2016). Climate variability in the mountain river valleys of the Ukrainian Carpathians. *Quaternary International*, 415, 154-163. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.053>
14. Micu, D.M., Dumitrescu, A., Cheval, S., & Birsan, M.-V. (2015). *Climate of the Romanian Carpathians: Variability and Trends*. Springer.
15. Micu, D.M., Dumitrescu, A., Cheval, S., Nita, I.A., & Birsan, M.V. (2020). Temperature changes and elevation-warming relationships in the Carpathian Mountains. *International Journal of Climatology*, 41(3), 2154-2172. <https://doi.org/10.1002/joc.6952>
16. Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.-F., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, T., & Zhang, H. (2013). Anthropogenic and natural radiative forcing. In *Climate Change 2013 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Doschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., & Midgley, P.M. Eds. (pp. 659-740), United Kingdom and New York : Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.018>
17. Pellicone, G., Caloiero, T., Modica, G.D., & Guagliardi, I. (2018). Application of several spatial interpolation techniques to monthly rainfall data in the Calabria region (southern Italy). *International Journal of Climatology*, 38, 3651-3666. <https://doi.org/10.1002/joc.5525>

18. Popa, I., Bouriaud, O. (2014). Reconstruction of summer temperatures in eastern Carpathian Mountains (Rodna MTS, Romania) back to AD 1460 from tree-rings. *International Journal of Climatology*, 34(3), 871-880. <https://doi.org/10.1002/joc.3730>
19. Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Adams, H. ... Zaiton Ibrahim, Z. (2022). Technical Summary. In *Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Tignor, M., Poloczanska, E.S., Mintenbeck, K., Alegria, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., Rama, B. Eds. (pp. 37-118). United Kingdom and New York : Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.002>
20. Roibu, C.-C., Nagavciuc, V., Ionita, M., Popa, I., Horodnic, S.-A., Mursa, A., & Büntgen, U. (2022). A tree ring-based hydroclimate reconstruction for Eastern Europe reveals large-scale teleconnection patterns. *Climate Dynamics*, 59(9-10), 2979-2994. <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06255-8>
21. Szalai, S., Auer, I., Hiebl, J., Milkovich, J., Radim, T., Stepanek, P., Zahradnicek, P., Bihari, Z., Lakatos, M., Szentimrey, T., Limanowka, D., Kilar, P., Cheval, S., Deak, Gy., Mihic, D., Antolovic, I., Mihajlovic, V., Nejedlik, P., Stastny, P., Mikulova, K., Nabyvanets, I., Skyryk, O., Krakovskaya, S., Vogt, J., Antofie, T., & Spinoni, J. (2013). *Climate of the Greater Carpathian Region. Final Technical Report*. Джерело
22. Trabert, W. (1901). Isothermen von Österreich. *Denkschrift der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, 73, 347-461
23. Twardosz, R., Cebulska, M. (2020). Temporal variability of the highest and the lowest monthly precipitation totals in the Polish Carpathian Mountains (1881–2018). *Theoretical and Applied Climatology*, 140, 327-341. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-03079-1>
24. Wachlowski, A. (1886). *Zur Klimatologie von Czernowitz*. Czernowitz : Eckhardt.
25. Walanus, A., Twardosz, R., Cebulska, M., & Płachta, A. (2022). In search of periodicity in the annual precipitation in Europe (1881–2020). *Water*, 14(13), 2026. <https://doi.org/10.3390/w14132026>

D. Kholiavchuk

Climate of the Pokuttia and Bukovyna Carpathians and foreland in the second half of the 19th – at the beginning of 20th centuries

Keywords: Pokuttia and Bukovyna Carpathians, climate, 19th century, precipitation, average monthly temperatures.

Abstract: Climate reconstruction of the Pokuttia and Bukovyna Carpathians, its foreland and adjacent mountain and foothill areas in the 19th century is performed due to a dense network of meteorological observations, starting from the 60s of the 19th century in the Bukovyna and Galychyna provinces within the Austrian Monarchy and several paleoclimatic reconstructions, mainly dendroclimatic, carried out on the basis of data collected in the Eastern Carpathians. Spatial interpolations using universal kriging has been performed based on in-situ homogenized data of weather stations of the second half of the 19th century – the first half of the 20th century.

The longest series of observations in the city of Chernivtsi since 1852 has enabled to track multidecadal changes in average annual and monthly air temperatures and atmospheric precipitation. The centennial course of these climatic indicators corresponds to the general patterns characteristic of all the Eastern Carpathians with the most pronounced continentality among the rest of the Carpathian regions. Cold decades in the second half of the 19th century in Chernivtsi are considered the continuation of the coldest period of 1720–1850 in the Eastern Carpathians in the last 600 years.

The spatial distribution peculiarities of average monthly temperatures in the second half of the 19th – at the beginning of 20th centuries in the region are manifested in a pronounced orographic step-like isotherm pattern. In the second half of the 19th century – the first half of the 20th century, the average long-term temperatures ranged from +3.5 to +4 °C in the southwest to +8 °C in the north and northeast in accordance to the orientation of the mountains. Inversion features of the valleys and internal lowlands are revealed in the spatial distribution of average temperatures, especially in the summer months. These features are also distinguished by a lower amount of atmospheric precipitation in the dry months of spring and autumn. Spatial distribution of temperature and precipitation in the

second half of the 19th century – at the beginning of 20th century is also distinctive in the the inner mountain ridges of the adjacent Hryniava and Chornyi Dil mountains. These mountains are founded to be the coldest, often with a lack of meteorological summer and a maximum of precipitation in the spring and autumn months.

A comparative analysis of the spatio-temporal distribution of average multi-year air temperatures and precipitation at the turn of the 19th and 20th centuries was performed. In general, similar distribution of air temperatures and precipitation is revealed. The differences are more noticeable in the monthly context, especially in summer and in the mountainous parts of the region.

Comparing the turns of 19th and 20th centuries, the average July monthly temperature in the southernmost mountain massifs of the region has increased by 1 °C, while in the foothills the increase does not exceed 0.5 °C. In the annual context, changes are less noticeable. The range of air temperature changes from north to south is the same at the turn of both the 19th and 20th centuries. The city of Chernivtsi is founded to become a bit warmer (by 0.5 °C), but interannual fluctuations of annual air temperatures within 2 °C are typical throughout all the centuries. Alongside, high annual temperatures (+9 °C and higher) have been observed more often. While in the last century such temperatures were recorded once per 5–10 years, in the first decade of this century, annual temperature above +9 °C is recorded every second year. Short-term fluctuations (5–10 years) of annual precipitation amounts have been characteristic of the whole period since the 19th century.

The interpretation of local climatic differences involves further development of accurate interpolation techniques and downscaling, especially for the construction of precipitation field given lack of high-mountain weather stations in the earlier centuries. The latter corresponds to the future studies of the author.

Стаття надійшла до редакції 19.12.2022