

*In particular, there are four factors affecting the lake: the first is the soil cover and steepness of the slopes, the second – the geological factor, the third – the impact of vertical zoning and flood area and the fourth factor affecting the processes of eutrophication, which probably reflects the impact of global climatic processes.*

*A classification of reservoirs has been carried out for a number of physic-geographical and morphometric indices, and we have three types of lakes:*

*I) lakes Nesamovyte, Vesnyanky, Neyavchin Persten' – located on the south-western and northwest slopes of the mountains; the data of the lake have insignificant coefficients of lake shoreline, the least forestedness of the catchment and relatively high values of pH (an average of 6.8).*

*II) lakes Tumanne and Maricheyka – are distant from Hoverla (13-18 km) and are characterized by significant average morphometric characteristics, having the lowest values of the coefficients of the form (1,6); and significant forests of the catchment; located on the steep slopes of the eastern and southeast exposition and have small pH values (on average – 6.35).*

*III) lakes Chugaistriv, Gadjinka, Zakhovane, Ploske, Jerepove, Holodne and Hvoshchove – are characterized by the lowest morphometric indicators; have the highest coefficients of form and coefficients of tortuosity; located at insignificant altitudes, near (except for Hvoshchove Lake) are far from Hoverla (about 7,5 km). The exposition of the slopes, where the lakes are located, are northeast with a slight steepness (12,5°). In the soil, the mountain-meadow is easily loamy in the complex (10 %) with rocky loams.*

*Keywords: Carpathian National Nature Park, Chornogora, kars (glacial, high mountain, circus) lakes, predictors, morphometric characteristics, factor analysis, clusterization.*

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2017.68.10>

УДК 911:502.51(477)

Д. Холявчук, канд. геогр. наук, асист., О. Питюк, магістр  
Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича, Чернівці

### КОМФОРТНІ РИСИ КЛІМАТУ НИЗЬКОГІРНИХ ДОЛИН (НА ПРИКЛАДІ М. ЯРЕМЧЕ)

*Досліджено розподіл біокліматичних характеристик низькогірних долин Українських Карпат та їхню мінливість. На прикладі долини р. Прут у м. Яремче визначено, що низькогірним долинам притаманний комфортний клімат через вітрову захищеність, теплі та сухі інверсійні умови. Для оцінки комфортності кліматичних ознак використано низку міжнародно визнаних методик, придатних для використання задля оцінки місцевокліматичних умов. Отримано часовий розподіл швидкості вітру, відносної вологості, індексу дискомфорності, еквівалентно-ефективних температур і кількості днів із комфортними погодами із 1990 до 2015 р., що характеризується відсутністю чітких тенденцій, але значною мінливістю. Виявлено, що біоклімат м. Яремче вирізняється переважанням комфортних типів погоди і оптимальних тепловідчуттів упродовж теплої періоду року.*

*Ключові поняття: мінливість клімату, низькогірні долини, біоклімат, комфортність клімату, Українські Карпати.*

**Вступ. Постановка проблеми.** Функціонування гірських ландшафтів вирізняється складною системою природних змін, які проявляються через підвищену мінливість природних компонентів та невиражені загальні тенденції. Відповідно, інтерпретація клімату цих областей як узагальнення набору погодних умов та відображення орографічних особливостей, є ще складнішою. Дослідження кліматичної мінливості гірських ландшафтів залишається найменш вивченим і найдискусійнішим у контексті кліматичних змін [17].

Серед них клімат орографічних депресій є особливим з огляду на географічні бар'єри, що видозмінюють розподіл метеоелементів. Як показують кліматичні дослідження Східних Карпат, статистично позитивна тенденція у розподілі опадів, температур, швидкості вітру є найменш вираженою і неоднозначною у цьому регіоні [9, 10, 18]. Водночас, у цих регіонах виражені короткочасові коливання згаданих показників [4, 16]. Останні, у свою чергу, відображають комфортність клімату чи біокліматичні властивості гірсько-долинних ландшафтів.

Захищені низькогірні долини здавна виступали ядрами заселення як природні середовища із комфортним чи навіть лікувальним кліматом. Тому специфіка та мінливість біоклімату низькогірних долин заслуговує окремої уваги. Екстремальні гідрометеорологічні події на початку ХХІ ст. і прогноз на наступні десятиріччя Міжурядової комісії зі змін клімату про збільшення їхньої повторюваності у Східній Європі свідчать про актуальність подібних досліджень [17]. Тому визначення біокліматичної мінливості виступає одним із пріоритетних завдань менеджменту кліматичних ризиків [19].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Упродовж останнього століття було запропоновано понад 100 простих і складних показників для оцінки біокліматичних умов життєдіяльності людини [2, 3, 14, 21]. Метою таких досліджень виступали оцінка погоди і клімату для умов проживання і здоров'я людей, оцінка кліматичних умов рекреаційної діяльності, оцінка сезонності та тривалості активних видів відпочинку й туризму. Окрім того,

деякі базувались на узагальненнях метеорологічного моніторингу за температурою, відносною вологістю, швидкістю вітру; інші стосувались емпіричного визначення реакції людського організму на тепловий стрес [8, 11, 12].

У сучасних умовах адаптації людської діяльності й відпочинку до природної кліматичної мінливості та змін, як і антропогенних впливів, біокліматичні дослідження є актуальними як серед українських, так і зарубіжних учених. Наразі існує безліч методик оцінки біокліматичних властивостей та кліматичної комфортності територій. Зазвичай, міра кліматичної комфортності набуває специфічного значення залежно від виду рекреації чи життєдіяльності й відповідає запитам користувача. Важливо, що для всіх подібних досліджень необхідною основою є врахування сезонних відмінностей, які найчіткіше виражені саме у помірних кліматичних умовах. Комплексні показники комфортності у найсучасніших публікаціях пов'язані із тепловим відчуттям людини, тому відображенні через поєднання факторів, що визначають тепловий баланс [12]. До визнаних Усесвітньою метеорологічною організацією та Міжнародним товариством із біометеорології відносять ефективні температури, індекс теплового стресу, показник дискомфорності та універсальний термальний кліматичний показник [12, 14]. Усі вони враховують взаємний вплив відносної вологості, температури повітря, швидкості вітру, а деякі ще й інтенсивність сонячної радіації.

Останні кліматично-рекреаційні дослідження регіону дослідження стосуються праць О. Киналь [4, 5], В. Явкіна [6], С. Борисова і Г. Катеруша [1] та авторів [16], де визначено біокліматичні особливості Українських Карпат та зміни комфортності клімату упродовж минулого та на початку теперішнього століття. Визначено, що порівняно з іншими гірсько-долинними станціями (Рахів, Селятин), для м. Яремче характерні найменші зміни багаторічних показників ефективно-еквівалентних температур у ХХ ст. [1]. Такі дослідження вказують на особливий мінливий термічний режим та режим зволоження в низькогірних долинах, що спону-

кає і до аналізу біокліматичних характеристик в умовах нестійких гідрометеорологічних ситуацій.

**Мета.** Попередні напрацювання свідчать про широкий спектр методологічних та методичних засобів біокліматичних досліджень, проте відсутні однозначні критерії, що б відображали специфіку й різноманіття гірських кліматів. Попередньо проведені дослідження регіону дають змогу виявити загальні закономірності та тенденції, проте необхідні місцевокліматичні дослідження даного напрямку. Тому мета даного дослідження полягає у з'ясуванні особливостей клімату низькогірних долин Українських Карпат, визначенні комфортних рис на основі порівняння декількох біокліматичних показників та мінливості біоклімату долин.

**Матеріали та методи дослідження.** Для біокліматичного аналізу нами використані матеріали режимних спостережень місцевої метеостанції Яремче за період із 1990 до 2015 р., архівні дані, статистика кліматичних довідників, дані Всесвітньої метеорологічної організації, літературні джерела. Такий часовий проміжок обраний через те, що 1989 р. визнаний як переломний у стійкій позитивній тенденції температури повітря [18]. Метеостанція Яремче (531 м н. р. м.) розташована на другій лівобережній терасі V-подібної долини Прута, де правий схил крутий, оголений, лівий – менш крутий, терасований, зайнятий будівлями й садами. Навколишня місцевість гірська, схили покриті буково-ялицево-смерековими та смерековими лісами. Дані метеоспостережень репрезентативні у радіусі 20 км.

Нааявність великої кількості методів, індексів і моделей оцінки впливу метеорологічних умов на самопочуття та здоров'я людини і специфічність кожного із них ускладнює вибір найдоцільнішого методу оцінки клімату, тим більше з урахуванням орографічних умов, що є визначальними для місцевого клімату. Найбільш використовувані методи біокліматичної оцінки наведено у табл. 1. Зважаючи на великий рекреаційний потенціал міста як кліматичного курорту та подібних йому міст у низькогірних долинах обрано класифікацію комфортності погод за Н. Даніловою [2]. Згідно із нею визначення рекреаційного типу погоди здійснюється на клімато-фізіологічній основі. Тобто, такі типи означають міру напруження терморегуляторних систем організму людини. Окрім того, розрахований індекс дискомфорតності чи теплового стресу (ТНІ), зважаючи на його придатність і апробацію на гірських курортах [13]. Для порівняння із попередніми і враховуючи їхню універсальність та найширше використання, також розраховані еквівалентно-ефективні температури (табл. 1).

Для визначення тенденцій у часовому розподілі комплексних біокліматичних показників застосовано трендовий аналіз. Із цією метою обрано непараметричний тест Манн-Кендала, що є визнаним методом для детекції монотонного тренду часового ряду даних із невизначеною динамікою [15]. Окрім того, для виявлення й візуалізації мінливості показників використано бокс-плот графіки, алгоритм побудови яких відображений у роботі D. Massart et al. [20].

Таблиця 1. Методи біокліматичної оцінки

Автор і рік	Показник чи класифікаційна схема	Опис
Houghton & Yaglou (1923), Missenard (1933) [8].	Еквівалентно-ефективна температура	Визначення відносних впливів температури повітря і вологості на відчуття комфорту за умов нормального атмосферного тиску й нормальної температури тіла (37° С). Ураховує швидкість вітру під час оцінки теплової чутливості.
Данілова Н. (1974) [2].	Оцінкова шкала комфортності клімату на основі строкової температури повітря, швидкості вітру на висоті 10 м, відносної вологості, атмосферних явищ о 13 год.	Три типи погод холодного періоду: сприятлива, близька до сприятливої та несприятлива; п'ять типів погод теплового періоду: комфортні, прохолодні субкомфортні, спекотні субкомфортні, холодні дискомфорតні, спекотні дискомфор�ні. Віднесення погоди до несприятливих дискомфор�них визначають такі значення окремих метеоелементів: сильний вітер (зі швидкістю понад 6 м/с), сильні опади (понад 3 мм за год) та несприятливі атмосферні явища (туман, злива, гроза)
Teodoreanu & Bunescu (2007) [13]	Індекс дискомфор�ності чи теплового стресу	Критичний поріг, вище якого людське тіло відчуває сильний дискомфор�, становить 80 од. У межах 66–80 од. – некомфортно спекотні умови. ТНІ виражається у величинах, що подібні температурі (° С), але це не є температура. Індекс показує теплові відчуття людини.

**Виклад основного матеріалу.** Місто Яремче розташоване у субмеридіально орієнтованій долині гірської річки Прут. Зусібіч місто оточене гірськими хребтами: із півдня і південного заходу – відрогами хребта Явірник (із висотами до 1432 м), із заходу височать Шивка, Чорногориця, Синечка (г. Синечка, 1400 м), зі сходу – Маковиця (984 м). У північному й північно-східному напрямку висоти поступово знижуються (г. Яворова, 997 м). Атмосферні процеси у приземному шарі повітря, що проходять над гірською долиною, мають свою специфіку (як відображення особливостей навколишнього рельєфу). Місто орографічно захищене від доступу гірського повітря та відкрите для проходження повітря, нагрітого над суміжними рівнинами.

В умовах сукупного впливу циркуляційних і радіаційних чинників, дія яких модифікується гірською системою, формується помірно континентальний клімат із достатнім зволоженням, нежарким літом, м'якою зимою. Північно-східний макросхил Українських Карпат у цілому і Зовнішні Горґани зокрема, зумовлюють простягання долин гірських річок із південного заходу на північний схід. Тут формується оптимальний режим освітленості та інсоляції схилів.

Долина орографічно захищена від північних вітрів, відкрита для адвекції теплового повітря із Передкарпаття. Рози вітрів відповідають орієнтації долини Прута, переважають південно-західні та північно-східні вітри. Як наслідок – швидкості вітрів зазвичай не перевищують 2–3 м/с.

Водночас, для долини характерне часте виникнення місцевих вітрів – фенів та гірсько-долинних вітрів. Такі вітри, що найтипівіші у перехідні сезони й холодний період року, кардинально змінюють хід метеорологічних показників і виокремлюють територію із-поміж інших. Зокрема, власні польові дослідження свідчать про різке підвищення температур повітря (на 10 °С), зниження відносної вологості (на 30 %) і підвищення швидкості вітру (на 2 м/с) упродовж першої половини дня за умов розвитку фена. На відміну від інших гірських регіонів, де розвиваються подібні явища, у захищеній долині м. Яремче вітер посилюється найменше. Зважаючи на зростання повторюваності синоптичних ситуацій південно-західного сектору, імовірність таких подій може зрости, таким чином підсилюючи ефект інверсійних сухих долин.

Ще одна визначальна ознака клімату – сезонність розподілу метеовеличин. Збільшення кількості опадів чітко

пов'язане із підвищенням температур. Відповідно, максимальна кількість опадів припадає на теплий період року, найменша – на холодний. Переважаюча кількість опадів випадає упродовж червня – серпня. Як наслідок, характерними є літні паводки при активізації атмосферних фронтів. Такі гідрометеорологічні події часто є лімітуючими чинниками комфортності. Розподіл місячних температур також вирізняється сезонною мінливістю і неподібністю з року в рік. Найнижчі температури повітря в холодний період характерні для лютого, що є ознакою гірського клімату. У березні середньомісячні температури набувають додатних значень. Для початку теплого періоду характерним є різке підвищення температур, що найбільше проявляється у квітні. Протягом травня, червня температури ростуть, і максимальних значень набувають у липні. Температури серпня ще залишаються високими, але дещо нижчими, ніж у липні. У вересні та жовтні температури повітря починають знижуватись помітніше. Перехід до холодного періоду є нерізким – зниження температур відбувається поступово. Такими є узагальнені дані ходу основних метеовеличин, однак для кожного із аналізованих років показники ходу температур та розподілу опадів упродовж року сильно різняться як вияв мінливості гірського клімату.

М'якість клімату м. Яремче особливо виражена у комфортних умовах метеорологічної осені та холодного періоду, що триває із кінця жовтня до середини березня. Комфортності клімату упродовж холодного періоду сприяють малі швидкості вітру (пересічно 1,3–1,6 м/с), часті штили, оптимальна вологість повітря (до 70 %), велика кількість сонячних днів. Осінній сезон триває із

середини вересня і до кінця листопада. Суворих зим практично не буває, а сніговий покрив – не тривкий. Весна стрімка, а особливо швидко зростають температури повітря у квітні. Весняні дощі часті та короткочасні. Улітку небагато спекотних днів, ночі теплі.

Упродовж досліджуваного періоду виявлені зміни у тривалості метеорологічних сезонів. Пересічно зимовий період триває із кінця листопада і до середини березня. Тривалість метеорологічних весни та літа були найкоротшими у 2005 р. із поступовим збільшенням до кінця досліджуваного періоду. Тривалість теплого періоду загалом у 2015 р. становила 312 днів, тоді як на початку періоду дослідження – лише 248 днів. Загалом, означені особливості свідчать про розширення можливостей використання комфортних властивостей клімату упродовж року. Особливої уваги заслуговує триваліший теплий період року із середньодобовими температурами понад 0 °С, що в подальшому обраний для аналізу мінливості комфортних ознак клімату.

Відповідно, задля біокліматичної оцінки теплого періоду, передусім, визначено часовий розподіл окремих метеовеличин, що служать індикаторами тепловідчуттів. Результати вказують на переважання оптимальних значень швидкості вітру та відносної вологості упродовж теплого періоду року (див. рис. 1). Зокрема, 50 % випадків швидкостей вітрів належать до комфортних, нелімітуючих складових біоклімату. Відносна вологість – дещо підвищена (85 %), але розподіл її асиметричний із тенденцією до переважання нижчих значень. Крім того, важливим є те, що відхилення обох показників, особливо відносної вологості, здебільшого, негативні.

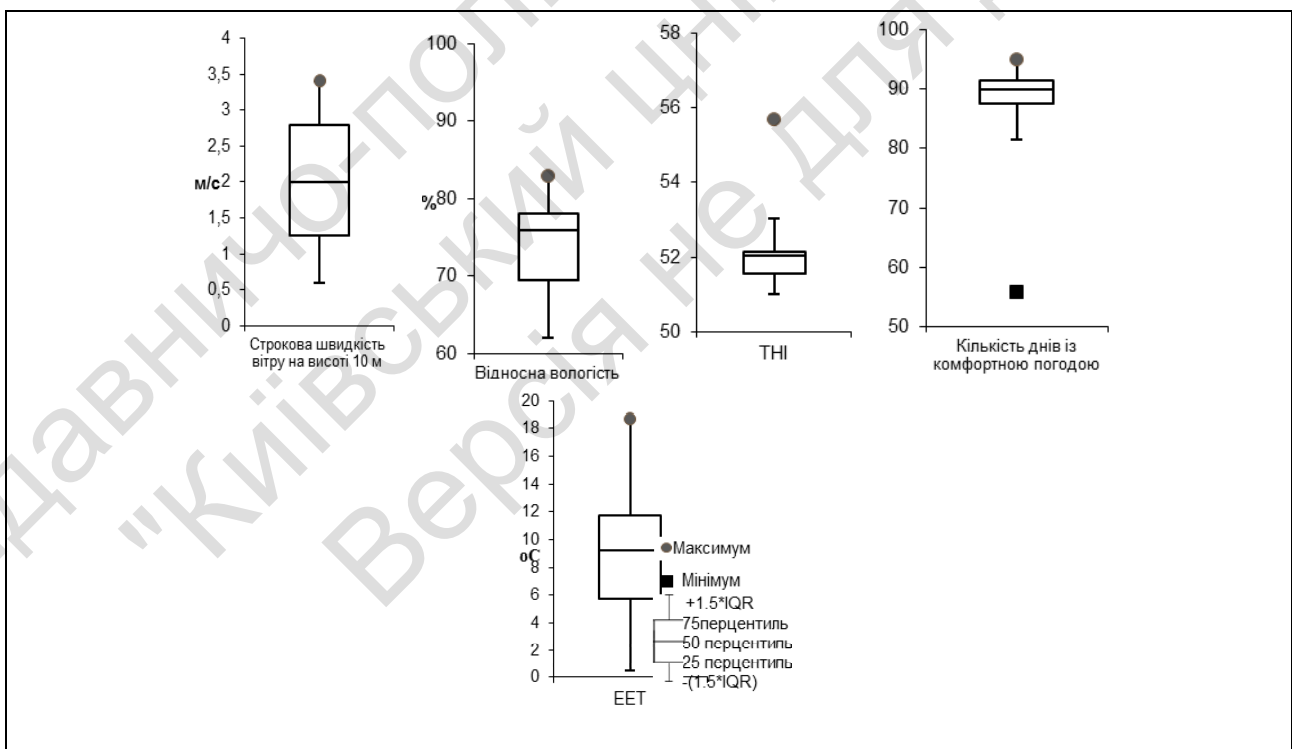


Рис. 1. Статистичний розподіл деяких показників комфортності долинного клімату упродовж теплого періоду року

Означений розподіл окремих метеовеличин відображений і в мінливості комплексних біокліматичних показників. Зокрема, ідентифіковано, що упродовж теплого періоду року величини індексу дискомфорності (ТНІ) коливаються в межах оптимуму (нижче 60) (див. рис. 1). Виявлено позитивні відхилення цього показника у вологі роки (2008, 2010). Порівнюючи із румунськими низько-

гірними курортами Східних Карпат, у м. Яремче показник менш мінливий, що свідчить про унікальність біоклімату долини у Східних Карпатах [7, 13].

Оскільки показник дискомфорності у нашому випадку лише констатує комфортність, нами як доповнення використано еквівалентно-ефективні температури (ЕЕТ) для диференціації біокліматичних умов. Резуль-

тати показують, що подібно до попередніх досліджень у ХХ ст. [1] упродовж теплого періоду переважаючими є холодні (6,1–12,0 °С) і помірно-теплі (12,0–18,0 °С) тепловідчуття. Для останніх характерна тенденція до підвищення ЕЕТ до верхньої межі. Тобто упродовж досліджуваного періоду дні із помірно-теплыми відчуттями, як і теплыми, є переважаючими.

На підтвердження особливостей розподілу ЕЕТ проаналізовано і часовий розподіл кількості комфортних погод за оцінковою шкалою за авторством Н. Данілової. Загалом, для теплого періоду було виявлено переважання таких типів погоди: комфортної, прохолодної дисконфортної, холодної дисконфортної, а в окремі роки – спекотної дисконфортної (2007, 2013, 2014). З огляду на значну мінливість погодних умов протягом весняних місяців більшість днів були притаманні прохолодні субкомфортні та холодні дисконфортні типи погод. У кожному з аналізованих років кількість днів із комфортними типами погод збільшувалась із наближенням до літніх місяців. Так, максимум днів із комфортними і жаркими дисконфортними типами погод припадає на липень – серпень. Часовий розподіл комфортних погод теплого періоду року, зокрема у м. Яремче, є симетричним, але помітні відхилення. Зокрема, відносно низька (50–60 днів) кількість комфортних погод спостерігалась у кінці ХХ ст. та у 2005 р. Збільшення ймовірності спекотних дисконфортних умов упродовж останніх 10-ти років може виступати можливим поясненням негативних відхилень у часі кількості комфортних погод.

Окрім описаної мінливості, нами здійснено трендовий аналіз обраних комплексних біокліматичних показників на основі непараметричного тесту Манн-Кендала для виявлення тенденцій у зміні показників. Ідентифіковано, що загалом відбувається підвищення значень показників ТНІ та ЕЕТ, які свідчать безпосередньо про оптимальні тепловідчуття упродовж теплого періоду року. Навпаки, у розподілі кількості днів із комфортними погодами помічене незначне зниження упродовж досліджуваного відтинку часу. Проте загалом жодних статистично значущих змін у розподілі комплексних показників не отримано. Отримані результати спонукають до висновку, що захищені низькогірні долини сприяють згладжуванню дисконфортних кліматичних умов та вирізняються значною біокліматичною мінливістю. Можливо, результати трендового аналізу будуть виразнішими у розрізі місяців, зокрема літніх, коли спостерігаються найпомітніші зміни добових температур, що потребує окремого дослідження. Крім того, дослідження холодного періоду в контексті мінливості біокліматичних показників на тлі зменшення тривалості метеорологічних зим становить ще одну перспективу досліджень авторів.

**Висновки.** Низькогірна долина м. Яремче – виразний приклад гірських ландшафтів Українських Карпат, що вирізняються комфортними й лікувальними кліматичними властивостями упродовж року. Для долини притаманні невисокі швидкості вітру, оптимальне зволоження, неспекотне літо та м'яка зима. Окрім того, для долини характерні місцеві гірсько-долинні вітри, які сприяють утепленню й осушенню приземного повітря. Водночас, результати дослідження сезонності клімату регіону свідчать про збільшення тривалості метеорологічного літа, осені й теплого періоду року.

Зважаючи на загальну тенденцію потепління східноєвропейського регіону із 1989–1990 рр. і, водночас неоднозначні висновки про кліматичні зміни у гірських областях, проаналізовано період 1990–2015 рр. для виявлення тенденцій і мінливості у розподілі показників комфортності клімату. Чітких змін у розподілі або односпрямовану динаміку біокліматичних показників у

м. Яремче упродовж обраного періоду не виявлено. Характерними є незначне зростання комплексних біокліматичних показників ТНІ та ЕЕТ, у той час як значення швидкостей вітру чи відносної вологості практично не змінилися упродовж теплого періоду року.

Проте, обрані окремі й комплексні біокліматичні показники вирізнялися значною мінливістю упродовж 1990–2015 рр. Зокрема, виявлені окремі відхилення у бік нижчих значень швидкості та відносної вологості повітря, позитивні відхилення індексу дисконфортності клімату у вологі роки та підвищення еквівалентно-ефективних температур у сухі роки. Ще однією важливою рисою є поява спекотних дисконфортних погод у теплий період, що є не типовими для місцевого клімату. Відповідно, спостерігається несуттєве, але зниження кількості днів із комфортними погодами. Загалом, результати дослідження свідчать про унікальність біоклімату низькогірних долин Українських Карпат з подібною до долини у м. Яремче геоморфологічною будовою з огляду на згладжування регіональних кліматичних змін. Для отримання детальніших висновків необхідні подальші дослідження у розрізі окремих місяців та років.

#### Список використаних джерел

1. Борисова С. В. Динамика климатических и биоклиматических показателей в горных районах Украины / С. В. Борисова, Г. П. Катеруша, Е. В. Катеруша та ін // Вісн. Одеського держ. еколог. ун-ту. – 2012. – Вип. 13. – С. 5–16.
2. Головина Е. Г. Некоторые вопросы биометеорологии : учеб. пособ. / Е. Г. Головина, В. И. Русанов. – СПб.: изд. РГГМИ, 1993. – 90 с.
3. Данилова Н. А. Климат и отдых в нашей стране / Н. А. Данилова. – М.: Мысль, 1980. – 154 с.
4. Киналь О. В. Мезокліматичні риси ландшафтів Українських Карпат / О. В. Киналь // Ученые записки Таврич. нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Серия География. – 2008. – Вип. 21 (60). – С. 176–187.
5. Моргоц О. В. Кліматичні характеристики карпатського низькогір'я та їх ресурсне значення – Україна та глобальні процеси: географічний вимір / О. В. Моргоц // 36. наук. пр. : в 3-х т. – Київ ; Луцьк: Вежа, 2000. – Т. 2. – С. 281–285.
6. Явкін В. Г. Особливості оцінки кліматичних рекреаційних ресурсів Карпат / В. Г. Явкін, В. К. Євдокіменко, Л. О. Савранчук та ін. // Вісн. наук. досліджень. Серія: Туризм. – 2006. – Вип. 2. – С. 108–112.
7. Bistricean P., Mihăilă D. & Liliana G. (2017). Bioclimatic regionalization of Moldova west of the Prut River. Present Environment and Sustainable Development, 11(1): 45-54. doi:10.1515/pesd-2017-0004
8. Blazejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B. (2012). Comparison of UTCI to selected thermal indices. International Journal of Biometeorology, 56(3), 515–535. https://doi.org/10.1007/s00484-011-0453-2.
9. Cheval S., Birsan M., Dumitrescu A. (2014). Climate variability in the Carpathian Mountains Region over 1961-2010. Global and Planetary Change 118: 85-96.
10. Croitoru A-E., Drignei D., Burada D. C., Dragotă C. S., Imecs Z. (2016). Altitudinal changes of summer air temperature trends in the Romanian Carpathians based on serially correlated models. Quaternary International, 415: 336–343. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.05.075.
11. de Freitas, C. R., Matzarakis A. & Scott D. (2007). Climate, tourism and recreation – A decade of the ISB's Commission on Climate, Tourism and Recreation. In Matzarakis A., de Freitas C.R., Scott (eds.) Developments in Tourism Climatology. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg , p.7-12.
12. de Freitas C., Scott D., McBoyle G. (2004). A new generation climate index for tourism and recreation. In Matzarakis A., de Freitas, C.R., Scott (eds.) Advances in Tourism Climatology. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg Nr. 12, p.19-26.
13. Dobrinescu A., Busuioc A., Birsan M. V., Dumitrescu A., Orzan A. (2015). Changes in thermal discomfort indices in Romania and their connections with large-scale mechanisms. Clim Res 64:213-226. https://doi.org/10.3354/cr01312.
14. Epstein Y., Moran D.S. (2006). Thermal comfort and heat stress indices. Indust Health 44:388–398
15. Kendal, M.G. (1975). Rank Correlation Methods, fourth ed. Charles Griffin, London.
16. Kholivchuk D., Pytyuk O. (2015). Variability of mountain valley climates in the Ukrainian Carpathians in the 21st century. Abstract Volume. The International Symposium "Environmental Quality and land Use". 8-10 May 2015, Suceava.
17. Kovats R. S., Valentini R., Bouwer L. M., Georgopoulou E., Jacob D., Martin E., Rounsevell M., Soussana J.F. (2014) Europe. In: Barros et al. (eds) 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 University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326.

18. Kynal O., Kholiavchuk D. (2016). Climate variability in the mountain river valleys of the Ukrainian Carpathians. *Quatern Int* 415: 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.053>

19. Martinez R. et al. (2012). Improving Climate Risk Management at Local Level – Techniques, Case Studies, Good Practices and Guidelines for World Meteorological Organization Members, Risk Management – Current Issues and Challenges, Dr. Nerija Banaitiene (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/51554.

20. Massart D. L., Smeyers-Verbeke J., Capron X., & Schlesie, K. (2005). Visual presentation of data by means of box plots. *LC-GC Europe*, 18(4): 2-5.

21. Nguyen Khanh Van. Bioclimatology study in modern Geography / Van Khanh Nguyen // Укр. геогр. журн. – 2012. – № 3. – С. 42–50.

#### References

1. Borysova S.V. Dinamika klimaticheskikh i bioklimaticheskikh pokazatelei v hornykh raionakh Ukrainy / S. V. Borysova, H. P. Katerusha, E. V. Katerusha, Iu. N. Tomashpolskaia // *Visnyk Odeskoho derzhavnogo ekolohichnoho universytetu*. – 2012. – Vyp. 13. – С. 5–16.

2. Holovina E. H. Nekotorye voprosy biometeorologii. Uchebnoie posobie / E. H. Holovina, V. I. Rusanov. – SPb.: yzd. RHHMY, 1993. – 90 s.

3. Danilova N. A. Klimat i otdykh v nashei strane / N. A. Danilova. – Moskva: Mysl, 1980. – 154 s.

4. Kynal O. V. Mezoklimatichni rysy landshtaftiv Ukrainykh Karpat / O. V. Kynal // *Uchenye zapiski Tavricheskoho natsionalnoho universiteta ym. V. Y. Vernadskoho. Seriya Heohrafiya*. – 2008. – Vyp. 21 (60). – С. 176–187.

5. Morhoch O. V. Klimatichni kharakterystyky ikarpatskoho nyzkohir'ia ta yikh resursne znachennia – Ukraina ta hlobalni protsesy: heohrafichnyi vymir / O. V. Morhoch // *Zb. nauk. prats. V. 3-kh t.* – Kyiv ; Lutsk: Vezha, 2000. – T. 2. – С. 281–285.

6. Iavkin V. H. Osoblyvosti otsinky klimatychnykh rekreatsiynykh resursiv Karpat / V. H. Yavkin, V. K. Yevdokimenko, L. O. Savranchuk, L. P. Shuparska // *Visnyk naukovykh doslidzhen. Seriya: Turyzm*. – Vyp. 2. – Ternopil: redaktsiino-vydavnychiy viddil Halytskoho in-tu im. V. Chornovola, 2006. – С. 108–112.

7. Bistricean P., Mihailă D. & Liliana G. (2017). Bioclimatic regionalization of Moldova west of the Prut River. *Present Environment and Sustainable Development*, 11(1): 45-54. doi:10.1515/pesd-2017-0004.

8. Blazejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B. (2012). Comparison of UTCI to selected thermal indices. *International Journal of Biometeorology*, 56(3), 515–535. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0453-2>.

9. Cheval S., Birsan M., Dumitrescu A. (2014). Climate variability in the Carpathian Mountains Region over 1961-2010. *Global and Planetary Change* 118: 85-96.

10. Croitoru A-E., Drignei D., Burada D. C., Dragotă C. S., Imecs Z. (2016). Altitudinal changes of summer air temperature trends in the Romanian Carpathians based on serially correlated models. *Quaternary International*, 415: 336–343. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.05.075>.

11. de Freitas, C. R., Matzarakis A. & Scott D. (2007). Climate, tourism and recreation – A decade of the ISB's Commission on Climate, Tourism and Recreation. In Matzarakis A., de Freitas C.R., Scott (eds.) *Developments in Tourism Climatology*. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg, p. 7–12.

12. de Freitas C., Scott D., McBoyle G. (2004). A new generation climate index for tourism and recreation. In Matzarakis, A., de Freitas, C.R., Scott (eds.) *Advances in Tourism Climatology*. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg Nr. 12, p. 19–26.

13. Dobrinescu A., Busuioc A., Birsan M. V., Dumitrescu A., Orzan A. (2015). Changes in thermal discomfort indices in Romania and their connections with large-scale mechanisms. *Clim Res* 64:213-226. <https://doi.org/10.3354/cr01312>.

14. Epstein Y., Moran D.S. (2006). Thermal comfort and heat stress indices. *Indust Health* 44:388–398.

15. Kendal, M. G., (1975). *Rank Correlation Methods*, fourth ed. Charles Griffin, London.

16. Kholiavchuk D., Pytyuk O. (2015). Variability of mountain valley climates in the Ukrainian Carpathians in the 21st century. *Abstract Volume. The International Symposium "Environmental Quality and land Use"*. 8-10 May 2015, Suceava.

17. Kovats R. S., Valentini R., Bouwer L. M., Georgopoulou E., Jacob D., Martin E., Rounsevell M., Soussana J.F. (2014) Europe. In: Barros et al. (eds). *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 University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326.

18. Kynal O., Kholiavchuk D. (2016). Climate variability in the mountain river valleys of the Ukrainian Carpathians. *Quatern Int* 415: 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.053>.

19. Martinez R. et al. (2012). Improving Climate Risk Management at Local Level – Techniques, Case Studies, Good Practices and Guidelines for World Meteorological Organization Members, Risk Management – Current Issues and Challenges, Dr. Nerija Banaitiene (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/51554.

20. Massart D. L., Smeyers-Verbeke J., Capron X., & Schlesie, K. (2005). Visual presentation of data by means of box plots. *LC-GC Europe*, 18(4): 2-5.

21. Nguyen Khanh Van. Bioclimatology study in modern Geography / Van Khanh Nguyen // Укр. геогр. журн. – 2012. – № 3. – С. 42–50.

Надійшла до редколегії 16.10.17

Д. Холявчук, канд. геогр. наук, ассист., О. Питюк, магистр Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича, Черновцы, Украина

### КОМФОРТНЫЕ ЧЕРТЫ КЛИМАТА НИЗКОГОРНЫХ ДОЛИН (НА ПРИМЕРЕ Г. ЯРЕМЧЕ)

*Исследовано распределение биоклиматических характеристик низкогорных долин Украинских Карпат и их изменчивость. На примере долины р. Прут у г. Яремче определено, что низкогорным долинам свойственный комфортный климат в связи с защищенностью от ветра, теплыми и сухими инверсионными условиями. Для оценки комфортности климатических условий использовано ряд всемирно признанных методов, что подходят для использования при оценке местных климатических условий. Получены временные распределения скорости ветра, относительной влажности, индекса дискомфорта, количества дней с комфортными погодами с 1990 по 2015 г., которые отличаются отсутствием четких тенденций, но значительной изменчивостью. Выявлено, что для биоклимата г. Яремче характерно преобладание комфортных типов погод и оптимальных теплоощущений в теплый период года.*

*Ключевые слова: изменчивость климата, низкогорные долины, биоклимат, комфортность климата, Украинские Карпаты.*

D. Kholiavchuk, PhD Geography, Assistant Professor, O. Pytiuk, Mcs Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

### COMFORT CLIMATE FEATURES OF LOW-MOUNTAIN VALLEYS (ON THE EXAMPLE OF YAREMCHÉ CITY)

*Temporal distribution of climatic features of low-mountain valleys in the Ukrainian Carpathians and its variability are investigated. On the example the Prut River valley in the city of Yaremche, comfortable climate due to the location in the wind shelter, warm and dry inversion conditions is considered for low-mountain valleys. The Yaremche valley is distinguished with low wind speeds, optimal humidity, relatively warm summer and mild winter. Local mountain-valley winds are typical for the area contributing to the warming and drying of boundary atmospheric layer in the bottom of the valley. The results of seasonality assessment point to the increase of duration of meteorological summer, autumn, and warm period of a year in total. Accordingly, the warm period of a year is addressed.*

*To assess comfort climate features, a number of acknowledged methods that are suitable for evaluation of local climatic conditions is applied. Temporal distribution of wind speed, relative humidity, the temperature-humidity index (THI), equivalent-effective temperatures (EET), and the quantity of days with comfort types of weather is considered. The climate of Yaremche city is determined with the prevalence of comfort types of weather, optimal thermal conditions in response to human bodies in the warm period of year.*

*Since general warming trend is observed in the Eastern Europe from 1985–1990 and controversial conclusions about monotonic climate trends in the mountain regions are raised, the current study concerns the period 1990-2015 in order to detect trends and evaluate variability of temporal distribution of comfort climate indices. As a result, no significant changes in the time series of bioclimatic indices are detected. Insignificant increase of THI and EET is identified. The values of wind speeds and relative humidity are the most stable from all the chosen bioclimatic characteristics.*

*Alongside, temporal distribution of simple and complex bioclimatic indices is remarkable for significant variability in the years of 1990-2015. In particular, several cases of negative deviations of winds speeds and relative humidity as well as frequent positive deviations of THI in the wet years and EET in the dry years are detected. The appearance of hot discomfort weathers is a critical issue of changes. Consequently, insignificant decrease of days with comfort type of weathers is observed. Altogether, the results of the study contribute to the unique bioclimatic features of low-mountain valleys in the Ukrainian Carpathians with the similar to the Yaremche valley topography in comparison. The features are related to the smoothing of regional climate changes. Attribution of monthly and inter-annual variability of bioclimatic indices is necessary to specify and argue the short-term fluctuations and suggests the future study of the authors.*

*Keywords: climate variability, low-mountain valleys, bioclimate, comfort climate features, Ukrainian Carpathians.*