

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОМФОРТНОСТІ КЛІМАТУ ЗА БІОКЛІМАТИЧНИМ ІНДЕКСОМ В. Г. БОКШІ У ЛУЦЬКУ ТА СВІТЯЗІ

Федонюк В.В.¹, Павлюк М.М.²

¹Луцький національний технічний університет
вул. Львівська, 75, 43018, м. Луцьк

²Комунальна установа «Волинська обласна Мала академія наук»
вул. В'ячеслава Чорновола, 3, 43024, м. Луцьк
ecolutsk@gmail.com, margaritapavluk88@gmail.com

У дослідженні проаналізовано динаміку комфортності кліматичних показників протягом року за зміною біокліматичного індексу В. Г. Бокші та його складових у Луцьку та Світязі (на прикладі 2021 р.) для оцінки регіональної сприйнятливості погодно-кліматичних умов для людини. Актуальність даного дослідження визначається підвищеним інтересом до впливу погодних умов, зміни метеорологічних величин (температури, тиску, вологості тощо) на стан здоров'я людей у зв'язку з глобальними змінами клімату нашої планети та зростанням числа проявів метеочутливості і метеозалежності. Біокліматичні індекси (далі – БКІ) – це показники, що дозволяють кількісно оцінити такий вплив та його прояви.

На основі даних наукової літератури та відкритих джерел проаналізовано вивченість питань, які досліджувалися: поняття біоклімату та біокліматичних індексів, їх класифікація та призначення. Розглянуто методологію та результати статистично-графічного аналізу біокліматичного індексу патогенності $I_{\text{сумар}}$, запропонованого В. Бокшею, та його складових у Луцьку та Світязі протягом 2021 р. Збудовано ряд графіків та діаграм, визначено періоди та тривалість періодів з сприятливими і несприятливими значеннями індексу. Проведено порівняння значень біокліматичного індексу патогенності $I_{\text{сумар}}$ для Луцька і Світязя, погодно-кліматичні умови яких мають певні відмінності: у Луцьку проявляється пом'якшуючий вплив великого міста на мікроклімат, а у Світязі мікроклімат визначається лише природними чинниками та передумовами. Порівняльний аналіз динаміки індексу патогенності В.Г. Бокші для Луцька та Світязя дозволяє зробити кілька висновків: середні місячні значення індексу $I_{\text{сумар}}$ у Луцьку та Світязі коливаються у схожих межах, демонструючи велику динаміку патогенності протягом року. Однак у Світязі середні значення патогенності є дещо вищими. Динаміка за сезонами: обидві станції виявляють подібні тенденції, найвищі показники індексу патогенності відзначаються в холодний період року. Важливою різницею є те, що у Світязі абсолютні значення всіх проміжних індексів теж є вищими. Обидва населених пункти мають сприятливі кліматичні умови (40-45 % днів року характеризуються оптимальними значеннями $I_{\text{сумар}}$, і лише близько 0,6 % днів року мають гострі значення $I_{\text{сумар}}$). Високі показники комфортності свідчать про сприятливість кліматичних умов для господарської, рекреаційної, туристичної діяльності. *Ключові слова:* Луцьк, Світязь, біокліматичний індекс, індекс патогенності В.Г. Бокші, біоклімат.

Comparative analysis of climate comfort according to the V.G. Boksha bioclimatic index in Lutsk and Svityaz. Fedoniuk V., Pavlyuk M.

The study analyzed the dynamics of comfort of climatic indicators during the year according to the change in the V. G. Boksha bioclimatic index and its components in Lutsk and Svityaz (using the example of 2021) to assess the regional favorability of weather and climatic conditions for humans. The relevance of this study is determined by the increased interest in the impact of weather conditions, changes in meteorological variables (temperature, pressure, humidity, etc.) on the health of people due to global climate changes on our planet and the increase in the number of manifestations of meteosensitivity and meteodependence. Bioclimatic indices (hereinafter referred to as BCI) are indicators that allow quantitatively assessing such an impact and its manifestations.

Based on data from scientific literature and open sources, the level of study of the issues under study was analyzed: the concept of bioclimate and bioclimatic indices, their classification and purpose. The methodology and results of the statistical and graphical analysis of the bioclimatic pathogenicity index I_{sumar} , proposed by V. G. Boksha, and its components in Lutsk and Svityaz during 2021 were considered. A number of graphs and diagrams were constructed, and the periods and duration of periods with favorable and unfavorable index values were determined. The values of the bioclimatic pathogenicity index I_{sumar} were compared for Lutsk and Svityaz, whose weather and climatic conditions have certain differences: in Lutsk, the mitigating influence of a large city on the microclimate is manifested, and in Svityaz the microclimate is determined only by natural factors and prerequisites. A comparative analysis of the dynamics of the pathogenicity index of V. G. Boksha for Lutsk and Svityaz allows us to draw several conclusions: the average monthly values of the I_{sumar} index in Lutsk and Svityaz fluctuate within similar limits, demonstrating a large dynamics of pathogenicity during the year. However, in Svityaz, the average pathogenicity values are somewhat higher. Seasonal dynamics: both stations show similar trends, the highest pathogenicity index values are observed in the cold period of the year. An important difference is that in Svityaz, the absolute values of all intermediate indices are also higher. Both settlements have favorable climatic conditions (40-45% of the days of the year are characterized by optimal I_{sumar} values, and only about 0.6% of the days of the year have acute I_{sumar} values). High comfort indicators indicate the favorable climatic conditions for economic, recreational, and tourist activities. *Key words:* Lutsk, Svityaz, bioclimatic index, pathogenicity index of V.G. Boksha, bioclimate.



Постановка проблеми. У роботі здійснено аналіз та порівняння річної динаміки окремих біокліматичних показників в Луцьку і Світязі, на основі чого проведена оцінка сприятливості погодно-кліматичних умов для людини в даних населених пунктах та її динаміки в умовах змін клімату.

Актуальність дослідження. Актуальність роботи визначається підвищеним інтересом до впливу погодних умов, зміни метеорологічних величин (температури, тиску, вологості тощо) на стан здоров'я людей у зв'язку з глобальними змінами клімату нашої планети та зростанням числа проявів метеочутливості і метеозалежності. Біокліматичні індекси (далі – БКІ) – це показники, які дозволяють кількісно оцінити такий вплив та його прояви.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та науково-практичними завданнями. Вивчення динаміки комфортності кліматичних умов із використанням біокліматичних індексів – це важливе завдання у галузі медичної кліматології, вирішення якого дозволить знайти нові підходи і розробити рекомендації для подолання або зменшення проявів метеочутливості та метеопатій. БКІ є індикаторами медико-кліматичних оптимумів та песимумів, які прямо пов'язані з самопочуттям та метеочутливістю людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні десятиліття докладно вивчаються причини метеочутливості та метропатій із використанням сучасних наукових підходів. Для оцінки показників впливу погоди та клімату на людину було запропоновано також поняття біоклімату. Питанням аналізу комфортності погодних умов для людини, біоклімату та його параметрів, методів їх оцінки присвячені праці Бойко І.Д., Савранчук Л.А., Бокші В.Г., Богуцького Б.В., Врублевської О.О., Малицької Л.В., Катеруши Г.П., Григор'єва Л. І., Томіліна Ю.А., Огородника А.М., Даценко І. І., Габовича Р. Д., Польового А.І., Шалімова М. О. та багатьох інших авторів [2, 3, 4, 5, 7, 10]. Зокрема, у працях Малицької Л.В., Балабух В.О., Шевченко О.Г., Сніжко С.І., Матвієнко М.О., Грабко Н.В. Полетаєвої Л.М.; Федченко О.В., Катеруши Г.П., Пилипак О.В., Швець Л.П., Захаркевич Н.П., Польового А.І. дається класифікація та порівняльна оцінка біокліматичних індексів, проводиться застосування їх для аналізу комфортності погоди в різних регіонах України, у тому числі – Українського Полісся [5, 7, 10]. За кордоном питання використання біокліматичних індексів та оцінки комфортності погоди досліджувалися у працях Contor N., Unger J., Kalkstein L. S., Lee H., Holst J., Mayer H., Matzarakis A., Amelung B., Steadman R. G. [11, 12].

Проте, для території Волинської області є потреба в дослідженнях такого напрямку, оскільки існуючі наукові роботи були переважно поодинокими і дослідження комфортності кліматичних умов в умовах наростання регіональних проявів кліматичних змін

лише розпочаті у працях Федонюк В.В., Роїк І.О., Федонюка М.А., Павлюк М.М., Мирки В.В., Іванців В.В., Вовка О.П., Жадько О.А., Фесюка В.О. та інших авторів [6, 8, 9, 12, 13, 14, 15].

Виділення не виділених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Метою роботи є аналіз та порівняння річної динаміки окремих біокліматичних показників в Луцьку і Світязі, на основі цього – оцінка сприятливості погодно-кліматичних умов для людини. Такий аналіз не проводився раніше для даних населених пунктів, а його результати дозволять скласти уявлення про просторово-часові відмінності показників комфортності і проявів змін клімату в межах регіону. В перспективі оцінку комфортності клімату доцільно провести для більшої кількості населених пунктів або і для всієї території України [6, 14, 15].

Новизна. Новизна дослідження пов'язана з тим, що порівняльна оцінка комфортності клімату для Луцька та Світязя на основі застосування БКІ В.Г. Бокші проводиться вперше.

Методологічне або загальнонаукове значення. Загальний (або сумарний) індекс патогенності $I_{\text{сумар}}$ В.Г. Бокші, який відображає комплексно метеорологічні умови певного періоду, геліо- і геофізичні чинники, визначається як сума ряду додатків, кожен з яких розраховується за окремим метеорологічним показником (зміна температури, відносної вологості повітря, швидкості вітру, хмарності; враховується також міждобова мінливість (перепад) температури повітря та атмосферного тиску). Методика розрахунку індексу представлена у [3, 12]. Індекс патогенності В.Г. Бокші визначається за наступною формулою, у балах:

$$I_{\text{сумар}} = it + if + iv + in + i\Delta t + i\Delta p \text{ (бали)}$$

Величини it , if , iv , in , $i\Delta t$, $i\Delta p$ – це складові сумарного індексу, або індекси патогенності за окремими метеофакторами: 1) індекс патогенності температури повітря: $it = 0,02(18 - t)^2$ при $t \leq 18^\circ\text{C}$, $it = 0,2(t - 18)^2$ при $t > 18^\circ\text{C}$;

2) індекс патогенності вологості $if = (f - 70)/2$;

3) індекс патогенності вітру $iv = 0,2v^2$;

4) індекс патогенності хмарності $in = 0,06n^2$, де $n = 10 - (10 * S_\phi / S_M)$;

5) індекс патогенності зміни температури повітря $i\Delta t = 0,3\Delta t^2$; 6) індекс патогенності зміни атмосферного тиску $i\Delta p = 0,06\Delta p^2$.

При відсутності на метеостанції актинометричних спостережень, i , відповідно, можливостей визначення параметрів інсоляції S_ϕ та S_M доданок in не розраховується та не включається до сумарного індексу.

Показники індексу прийнято вважати оптимальними, якщо він становить менше 9 балів, подразнюючими при 10 – 29 і гострими при $I_{\text{сумар}} = 30$ та більше.

Розрахунки індексу патогенності проведено на основі щоденних даних 2021 р. по ст. Луцьк і Світязь та їх статистичної обробки, здійсненої у програмі Excel за стандартними методиками статистичного аналізу даних. 2021 рік був вибраний як такий, що має повний метеоархів у відкритій базі даних [1]. Використано показники середніх добових значень температури повітря, відносної вологості, швидкості вітру та атмосферного тиску. Попередньо було розраховано також міждобову мінливість температури і тиску. Вибір для порівняльного аналізу ст. Луцьк та Світязь був обумовлений тим, що серед шести метеостанцій Волинської області ці дві станції мають найбільші відмінності у розміщенні та природних умовах: Луцьк – станція, що розміщена в приміській зоні, це міська, урбанізована територія, південь нашої області; Світязь – станція розміщена у селі, на березі озера Світязь, в межах ландшафту, наближеного до природного, впливу великого міста немає, розміщення станції більш північне. Попередньо ми також припускали, що особливий вплив мікроклімату озера Світязь проявиться при аналізі біокліматичних індексів.

Виклад основного матеріалу. Аналіз результатів проведених розрахунків та їх графічного представлення показує, що сумарний біокліматичний індекс патогенності $I_{\text{сумар}}$ та його проміжні показники мають чітко виражену річну динаміку. Найвищі значення індексу i , відповідно, найбільш патогенні погодні-кліматичні умови зафіксовані для холодного періоду року (листопад – березень), з максимальними значеннями $I_{\text{сумар}}$ у лютому. Оптимальних

значень індекс набуває в літні місяці, з мінімальними значеннями $I_{\text{сумар}}$ у червні, а у квітні-травні та вересні – жовтні значення показника набуває проміжних значень, в окремі дні – вони оптимальні, в інші дні цих місяців – подразнюючі. Середні місячні показники $I_{\text{сумар}}$ не набувають гострих значень. Протягом 2021 року спостерігалось 21 днів в Луцьку та 23 дні у Світязі з гострими значеннями $I_{\text{сумар}}$ (рис. 1 та табл. 1).

В цілому погодні-кліматичні умови 2021 р. можна охарактеризувати як сприятливі для людини. Порівняння динаміки $I_{\text{сумар}}$ для Луцька та Світязя по місяцях року представлено на графіках (рис. 2). Аналіз результатів свідчить про вищу патогенність клімату у Світязі в порівнянні з Луцьком: середні місячні значення $I_{\text{сумар}}$ є вищими для Світязя протягом року для кожного місяця.

За показником числа днів з оптимальними значеннями індексу більшість місяців року (квітень – листопад) є сприятливішими у Луцьку (оптимальних днів більше), а місяці з грудня по березень – мають практично однакові показники числа оптимальних днів для обох станцій. За показником числа днів протягом місяця з подразнюючими значеннями індексу різниця між показниками Луцька та Світязя невелика, вона коливається в межах 0 – 5 днів. Більш сприятливими, з меншим числом подразнюючих днів у Луцьку є січень, лютий, квітень, липень, серпень, вересень, жовтень і листопад, а у Світязі сприятливішими є березень, травень, грудень. В червні показники однакові.

За показником числа днів протягом місяця з гострими значеннями індексу патогенності стан-

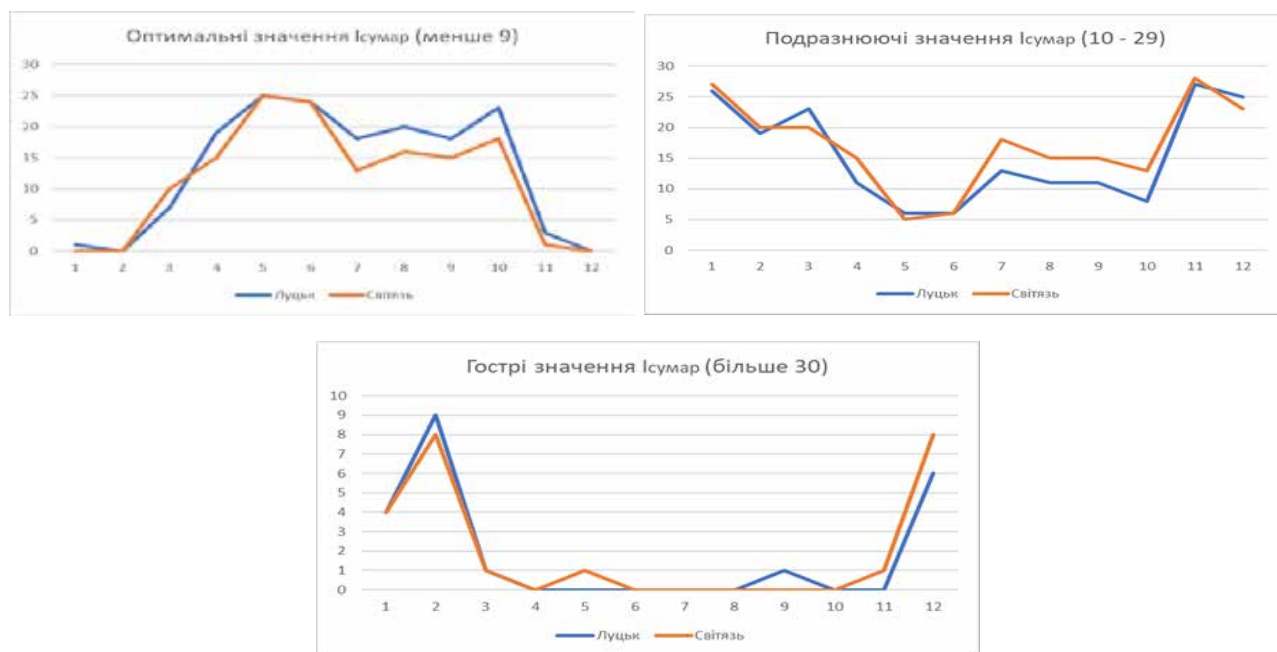
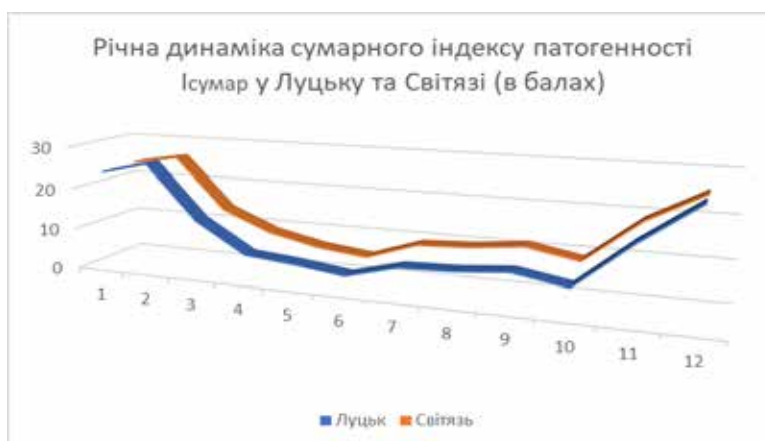


Рис. 1. Порівняння місячної кількості днів з оптимальним, подразнюючим та гострим значенням $I_{\text{сумар}}$ у Луцьку та Світязі у 2021 р.

Порівняння значень сумарного індексу $I_{\text{сумар}}$ В. Бокші для Луцька та Світязя

Місяць	Сумарний індекс $I_{\text{сумар}}$ - Луцьк, кількість днів			Сумарний індекс $I_{\text{сумар}}$ - Світязь, кількість днів		
	Оптимальний (менше 9)	Подразнюючий (10-29)	Гострий (більше 30)	Оптимальний (менше 9)	Подразнюючий (10-29)	Гострий (більше 30)
Січень	1	26	4	0	27	4
Лютий	0	19	9	0	20	8
Березень	7	23	1	10	20	1
Квітень	19	11	0	15	15	0
Травень	25	6	0	25	5	1
Червень	24	6	0	24	6	0
Липень	18	13	0	13	18	0
Серпень	20	11	0	16	15	0
Вересень	18	11	1	15	15	0
Жовтень	23	8	0	18	13	0
Листопад	3	27	0	1	28	1
Грудень	0	25	6	0	23	8
Сума днів, рік	158	186	21	137	205	23

Рис. 2. Порівняння динаміки середніх місячних значень $I_{\text{сумар}}$ у Луцьку та Світязі у 2021 р.

ції майже не відрізняються. Місяцями з найбільшою кількістю гострих днів є лютий та грудень і в Луцьку, і у Світязі. Місячне число днів з гострими значеннями індексу може відрізнятися не більше як на 1-2 дні.

Отже, порівняльний аналіз динаміки індексу патогенності В.Г. Бокші для Луцька та Світязя дозволяє зробити кілька важливих висновків: середні місячні значення індексу $I_{\text{сумар}}$ у Луцьку та Світязі коливаються у схожих межах, демонструючи велику динаміку патогенності протягом року. Однак у Світязі середні значення патогенності є дещо вищими. Динаміка за сезонами показує, що обидві станції виявляють подібні тенденції, найвищі показники індексу патогенності відзначаються в холодний період року. Важливою різницею є те, що у Світязі абсолютні значення показників є вищими.

На рис. 3 представлено порівняльні графіки річної динаміки проміжних індексів, які є складовими сумарного БКІ В.Г. Бокші. Аналіз їх динаміки показує, що параметри температурного режиму (i_t , Δt) набувають оптимальних значень у теплий період року, проте в другій половині літа їх вплив на людину є подразнюючим, через значне підвищення температур і проходження «хвиль спеки». Проміжний індекс вологості i_v оптимальних значень набуває у період з квітня по серпень, в інші місяці року його значення загострюються. Проміжний індекс швидкості вітру i_v оптимальних значень набуває у червні – серпні, а найгострішими його значення є у зимові місяці та у травні. Проміжний індекс, який розраховується на основі показників атмосферного тиску (Δp), оптимальних значень набуває у період з квітня по вересень.



Рис. 3. Порівняння динаміки середніх місячних значень проміжних індексів i_p , i_v , Δp та Δt у Луцьку та Світязі

Дні з гострою патогенністю: обидві станції фіксують декілька днів (близько 20) з гострою патогенністю протягом року. У Світязі це число трошки вище (23 дні, при 21 для Луцька), що може вказувати на більший вплив патогенних факторів.

Комфортність клімату: в обох випадках комфортність клімату оцінюється як висока. Луцьк та Світязь в цілому мають сприятливі умови для життя та забезпечують досить високий рівень комфортності погодо-кліматичних умов.

Загальною тенденцією є те, що обидва населених пункти мають сприятливі кліматичні умови (40-45 % днів року характеризуються оптимальними значеннями $I_{\text{сумар}}$, лише близько 0,6 % днів року мають гострі значення), і високі показники комфортності свідчать про добру придатність Луцька та Світязя для господарської, рекреаційної, туристичної діяльності.

Головні висновки. Патогенність клімату в Луцьку та Світязі протягом року, за результа-

тами аналізу загального індексу патогенності $I_{\text{сумар}}$ В.Г. Бокші, змінюється від оптимальних значень $I_{\text{сумар}}$ влітку до подразнюючих взимку, гострих значень не набуває, за виключенням окремих днів (21 – 23 дні). Середні місячні значення індексу патогенності коливаються в межах від 3,8 балів (червень) до 26,4 балів (лютий) для Луцька та в межах від 4,9 балів (червень) до 26,02 балів (лютий) для Світязя. Найвищі показники $I_{\text{сумар}}$ визначені для холодного періоду року (Луцьк: листопад – березень, від 13,6 до 26,4 балів; Світязь: від 13,7 до 26,02 балів), а найнижчі – для теплого періоду (Луцьк: червень – жовтень, 3,8 – 8,5 балів, Світязь: 4,9 – 10,9 балів). Середні місячні значення індексу $I_{\text{сумар}}$ у Луцьку та Світязі коливаються у схожих межах, демонструючи велику мінливість патогенності протягом року. Однак у Світязі середні значення індексу патогенності $I_{\text{сумар}}$ є дещо вищими. Комфортність клімату, таким чином, вища для Луцька. Ми припускаємо, що це пояснюється

пом'якшуючим впливом великого міста на мікрокліматичні показники (менші перепади температури, вищі температури холодного періоду року, згладжений по сезонах хід швидкостей вітру, місто «гасить» його швидкості).

Перспективи використання результатів дослідження. Перспективним для продовження даного

дослідження є його поширення на більші за площею регіони (наприклад, Північно-Західне Полісся). Показники біокліматичних індексів, розраховані в окремих населених пунктах, можуть також додаватися до щоденних прогнозів погоди з метою інформування про сприятливість чи несприятливість погодних умов для самопочуття і фізичної активності людини.

Література

1. Архів погоди Волинського обласного центру з гідрометеорології. URL: <http://www.meteolutsk.net.ua>
2. Бойко І.Д., Савранчук, Л.А. Туристична курортологія. Чернівці: Рута, 2007. 116 с.
3. Бокша В.Г., Богущкий Б.В. Медична кліматологія та кліматотерапія. К.: Здоров'я, 1980. 261 с.
4. Грабко Н.В., Полетаєва Л.М., Федченко О.В. Біокліматичні показники території як складова рекреаційного потенціалу Первомайського району Миколаївської області. *Природничий альманах. Біологічні науки*. Миколаїв: 2019. № 26. С. 37 – 49.
5. Малицька Л.В. Комфортні та дискомфортні для людини умови погоди на Поліссі: стан та тенденції зміни. *Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку*: матеріали Всеукр. науково-практичної конференції (м. Ніжин, 1–2 березня 2021 року). Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2021. С. 20 – 26.
6. Мирка В.В., Федонюк В.В., Іванців В.В., Федонюк М.А. Порівняння динаміки мікрокліматичних показників на території Черемського природного заповідника у XX та XXI ст. *Екологічні науки*. 2022. № 7 (40). С. 120 – 125. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/1/22.pdf>
7. Польовий А. Оцінка комфортності погодно-кліматичних умов в Українських Карпатах для кліматотерапії та рекреації. *Вісник Київського національного університету культури і мистецтва*. Серія : Туризм. 2019. Т. 2, № 1. С. 60 – 79.
8. Федонюк В.В., Роїк І.О. Проблеми метеорологічної чутливості та методи її зниження. *Сучасна наука та освіта Волині : збірник матеріалів науково-практичної онлайн-конференції (20 листопада 2020 р.) / упоряд., голов. ред. О. Ю. Роїко*. Луцьк: Вежа-Друк, 2020. С. 217 – 220.
9. Федонюк В.В., Федонюк М.А. Дослідження сезонної динаміки атмосферного тиску в м. Луцьку. *Фізична географія та геоморфологія*, К.: 2016, № 4. С. 82 – 89.
10. Шевченко О.Г. Порівняльний аналіз біокліматичних індексів для оцінки комфортності урбанізованого середовища в теплий період. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2016, № 3. С. 105 – 115.
11. Lee H., Holst J., Mayer H. Modification of Human-Biometeorologically Significant Radiant Flux Densities by Shading as Local Method to Mitigate Heat Stress in Summer within Urban Street Canyons. *Advances in meteorology*. 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/312572>
12. Pavliuk M., Fedoniuk V., Vavdiuk N., Fedoniuk Yu. Distribution of V. Boksha's Bioclimatic Index in Ukraine and the Development of an Automated Application for Its Determination. GeoTerrace-2025. International Conference of Young Professionals. 6-9 Oct 2025, European Association of Geoscientists & Engineers. Volume 2025. P. 1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202552084>
13. Fedoniuk V., Zhadko O., Vovk O., Fedoniuk M., Ivantsiv V. Monitoring of Climate Changes and the State of Natural Complexes of the Cheremsky Nature Reserve. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. 17th International Scientific Conference. Publisher: European Association of Geoscientists & Engineers. Source: Conference Proceedings, 7-10 Nov. 2023, Volume 2023. P. 1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520175>
14. Fedoniuk V., Khrystetska M., Fedoniuk M., Merlenko I., Bondarchuk S. Shallowing of the Svityaz Lake in the context of regional climate change. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2020. 29 (4). P. 673 – 683. DOI: <https://doi.org/10.15421/112060>
15. Fedoniuk V., Fesyuk V., Fedoniuk M. Analysis of the dynamics and precipitation regime in the cross-border region Poland-Belarus-Ukraine (2010-2018). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. Dnipro: 2023. 32 (2). P. 241 – 253. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112323>

Дата першого надходження статті до видання: 02.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026