



УДК 551.58 + 551.583

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.17>

СТРУКТУРА ПРИРОДНОГО РОКУ НА МЕТЕОСТАНЦІЇ ЛУЦЬК І ТЕНДЕНЦІЇ ЇЇ ЗМІН УПРОДОВЖ 2001–2024 РОКІВ

Т. С. Павловська¹, С. В. Стельмах², Б. С. Жданюк³

Структура природного року є важливим індикатором регіональних проявів кліматичних змін у помірному поясі. Аналіз тривалості та часових меж метеорологічних пір року дає можливість простежити трансформації сезонної ритміки природних процесів і оцінити масштаби кліматичних змін на локальному рівні. Мета дослідження полягала в з'ясуванні тенденції змін тривалості й часових меж метеорологічних пір року на метеостанції Луцьк упродовж 2001–2024 років з використанням методів камеральної обробки даних (математико-статистичний, графічний, порівняльний аналіз) Волинського обласного центру з гідрометеорології про дати переходу середньодобових температур повітря через критичні значення 0 і +15°C для оцінювання статистичної значущості лінійних трендів досліджуваних параметрів. Установлено, що у структурі природного року домінує літо (приблизно 33%), найменшу частку становить зима (трохи більше за 17%), а весна й осінь охоплюють майже однакові частки – по 24–25%. У середньому тривалість зими на метеостанції Луцьк становить 64, весни – 92, літа – 119, осені – 90 днів. Для зими й осені характерні тенденції зменшення їхньої тривалості, а для літа й весни – зростання. Зміни тривалості зимового й весняного сезонів є статистично значущими. Тривалість літа зростає насамперед вересневими днями, а тривалість весни збільшується через домінування додатних температур у січні та лютому. Тривалість метеорологічної зими скорочується через потепління в холодний період року. Особливе значення мають виявлені випадки аномально коротких зим, зокрема й відсутність зимового сезону у Волинській області у 2022/2023 роках (1 день), що є нетиповим явищем для помірного клімату. Осінній сезон, попри слабо виражену тенденцію до зменшення його тривалості, є найбільш стабільним за тривалістю. Змінюються лише його хронологічні межі, зміщуючись до зими. Означені закономірності узгоджуються із сучасними тенденціями подовження теплого періоду року в помірному кліматичному поясі. Результати дослідження можуть бути корисними для вивчення агрокліматичного, біокліматичного, рекреаційного потенціалів міста та прилеглих територій.

Ключові слова: Волинська область, клімат, лінійний тренд, метеорологічна пора року, метеостанція Луцьк, природний рік, статистична значущість лінійного тренду, фенологічний сезон.

¹ кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії
(Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк)
e-mail: pavlovskata.tatjana@vnu.edu.ua
ORCID: 0000-0003-4931-0803

² кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії
(Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк)
e-mail: stelmax.valia@vnu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-7106-4242

³ кандидат географічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій
(Відокремлений структурний підрозділ закладу вищої освіти «Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», Дубенська філія, м. Дубно)
e-mail: Geronimo.bog@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0171-3825

STRUCTURE OF THE NATURAL YEAR AT LUTSK WEATHER STATION AND TRENDS OF ITS CHANGES DURING 2001–2024

T. S. Pavlovska, V. Yu. Stelmakh, B. S. Zhdaniuk

The structure of the natural year is an important indicator of regional manifestations of climate change in the temperate zone. Analysis of the duration and temporal boundaries of meteorological seasons enables tracking transformations in seasonal rhythms of natural processes and assessing the scale of climate change at the local level. The aim of the study was to clarify trends in duration and temporal boundaries of meteorological seasons at Lutsk weather station during 2001–2024 using methods of cameral data processing (mathematical-statistical, graphical, comparative analysis) from Volyn Regional Hydrometeorological Center on dates of daily mean air temperature transitions through critical values of 0 and +15°C to assess statistical significance of linear trends of the studied parameters. It was established that summer dominates in the natural year structure (about 33%), winter has the smallest share (slightly more than 17%), while spring and autumn occupy almost equal shares of 24–25% each. On average, winter duration at Lutsk weather station is 64 days, spring – 92 days, summer – 119 days, autumn – 90 days. Winter and autumn are characterized by trends of decreasing duration, while summer and spring show increasing trends. Changes in winter and spring season duration are statistically significant. Summer duration increases primarily due to September days, while spring duration increases due to predominance of positive temperatures in January and February. Meteorological winter duration shortens due to warming in the cold period of the year. Of particular significance are the identified cases of anomalously short winters, including practical absence of winter season in Volyn region in 2022/2023 (1 day), which is an atypical phenomenon for temperate climate. Autumn season, despite a weakly expressed tendency to decrease in duration, is the most stable in terms of duration. Only its chronological boundaries change, shifting towards winter. These patterns are consistent with current trends of warm period lengthening in the temperate climate zone. Research results can be useful for studying agroclimatic, bioclimatic, recreational potentials of the city and adjacent territories.

Key words: Volyn region, climate, linear trend, meteorological season, Lutsk meteorological station, natural year, statistical significance of linear trend, phenological season.

Вступ

З кожним роком аргументи на користь підтвердження змін клімату стають усе переконливішими. Не лише зростає температура атмосферного повітря, а й змінюється режим зволоження, посилюються екстремальні метеорологічні явища. У помірному кліматичному поясі спостерігаються помітні трансформації кліматичних сезонів – відбувається зміна їхньої тривалості та хронологічних меж. Такі процеси у природі можуть спровокувати значні втрати для сільського, лісового, водного господарств, енергетики й інших секторів економіки. Щоб запобігти негативним наслідкам глобального потепління або мінімізувати їх, забезпечити найбільш ефективну стратегію адаптації суспільства до сучасних перетворень кліматичної системи, необхідна детальна науково опрацьована інформація про зміни погоди-кліматичних умов на регіональному та локальному рівнях.

Дослідження структури природного року, визначення меж і тривалості кліматичних сезонів, має давні традиції у світовій науці. Перші спроби характеризувати зміни погоди протягом річного циклу було

зроблено ще античними вченими, проте системні дослідження розпочалися лише в XIX ст. Першу європейську мережу фенологічних спостережень створив Е. Іне (Inne, 1911) у Німеччині, який представив перші фенологічні карти настання весни для території Великого герцогства Гессен. Значний внесок у формування методологічних засад дослідження кліматичних сезонів зробив австрійський кліматолог В. Кеппен (Köppen, 1923), який розробив класифікацію клімату й визначив критерії аналізу сезонного розподілу температур повітря і опадів.

У контексті сучасних кліматичних змін особливого значення набули дослідження М. Шварца, який представив модель прогнозування дат настання весняних фенологічних фаз на основі метеорологічних даних, що згодом стала основою для вивчення впливу кліматичних змін на фенологічні процеси (Schwartz, 1992). Згодом ця методика була вдосконалена до розширених весняних індексів (Extended Spring Indices), які використовуються для відстеження зміщення термінів настання весни в умовах глобального потепління (Schwartz et al., 2006). Зміни у фенології рослин, аналіз

фенологічних трендів на території Європи відображено у працях А. Менцель (Menzel et al., 2020) і співавторів. Трансформацію сезонної структури року, зокрема строки настання весняних фенологічних фаз, досліджували Т. Спаркс і А. Менцель (Sparks & Menzel, 2002). У своїх роботах вони показали, що в різних регіонах Європи спостерігаються зміщення термінів настання фенологічних явищ, які можуть бути індикаторами кліматичних змін. Для розуміння змін фенологічних показників в умовах гірських ландшафтів важливими є дослідження Т. Рутішаузер, Й. Лютербахер, К. Дефіла, Д. Франк, Х. Ваннер (Rutishauser et al., 2008), які аналізували багаторічні дані про строки настання весняних фенологічних фаз у Швейцарських Альпах у контексті кліматичних змін. Значну роль у координації фенологічних досліджень у Європі відіграє Загальноєвропейська фенологічна база даних (PER725), яка забезпечує єдину точку доступу до фенологічної інформації з різних країн (Templ et al., 2018), а також Національна фенологічна мережа США (USA ..., 2025), що впроваджує стандартизовані методи моніторингу фенологічних явищ і сприяє обміну інформацією між дослідниками.

У науковому товаристві українських учених питання змін тривалості, хронологічних меж, погодно-кліматичних умов різних сезонів року теж актуальне. Для території України велике значення мають праці І. Бучинського, який у монографії «Клімат України в минулому, теперішньому і майбутньому» (1963 р.) представив детальну характеристику кліматичних сезонів і тенденцій їхніх змін. Він запропонував свою систему виділення кліматичних сезонів на основі стійкого переходу середньодобової температури повітря через визначені критичні значення (Кліматологічні ..., 2025). Дослідження фенологічних аспектів природного року здійснено у працях багатьох українських учених-біологів на природоохоронних територіях з використанням методик виділення фенологічних сезонів і субсезонів на основі спостережень за індикаторними видами рослин (Шульгіна, 1966; Скобало та ін., 2013;). Науковці Київського національного університету імені Тараса Шевченка С. Сніжко й О. Шевченко (Сніжко і Шевченко, 2011) звернули увагу на сезонні особливості метеорологічного режиму в умовах міського середовища, що впливають на формування мікрокліматичних умов

у різні пори року. Питання структури кліматичних сезонів у міських умовах представлено також у монографії В. Осадчої та В. Бабіченко «Клімат Києва» (Осадча і Бабіченко, 2010).

Нині в Україні регулярні метеорологічні спостереження, зокрема й фіксування термінів настання кліматичних сезонів, здійснюються Центральною геофізичною обсерваторією імені Бориса Срезневського (Центральна ..., 2025) і Українським гідрометеорологічним інститутом (Український ..., 2025). Ці установи формують систему кліматичного моніторингу національного рівня. Реєстрацію дат настання метеорологічних пір року у Волинській області здійснюють у Волинському обласному центрі з гідрометеорології.

Результати досліджень змін тривалості й меж метеорологічних пір року у Волинській області відображено у працях Ю. Білецького, А. Гарасимяк, В. Мілінчук, М. Мельничук, О. Нікон, О. Пархомика, Т. Павловської, М. Ступницької та інших (Павловська та ін., 2020b, 2020d; Павловська та ін., 2021a, 2021b; Павловська та ін., 2023a, 2023b; Павловська та ін., 2024a). Погодно-кліматичні умови календарних і метеорологічних пір року в регіоні й на метеостанції Луцьк охарактеризували у своїх публікаціях В. Бакалейко, С. Валянський, Ю. Білецький, Р. Геналюк, В. Климюк, О. Кондратчук, А. Михалюк, Т. Павловська, С. Ройко, О. Рудик, В. Стельмах, Н. Тарасюк, Ф. Тарасюк, М. Федонюк (Павловська та ін., 2020a, 2020c; Мельничук та ін., 2022; Павловська і Стельмах, 2024; Павловська та ін., 2023b; Павловська та ін., 2024b).

Однак для північно-західних областей України питання змін структури природного року вивчені не досить. Бракує системного аналізу динаміки тривалості метеорологічних сезонів зі статистичною оцінкою виявлених тенденцій. Поза увагою дослідників залишаються також екстремальні випадки аномальної тривалості сезонів, що можуть свідчити про посилення кліматичних змін.

Метою дослідження є з'ясування тенденцій змін тривалості й часових меж метеорологічних пір року на метеостанції Луцьк від початку ХХІ ст. і до 2024 р. включно. Для цього було виконано низку завдань: 1) визначено середню тривалість кожного метеорологічного сезону за досліджуваний період та побудовано діаграми структури природного (фенологічного) року; 2) побудовано й проаналізовано гра-

фіки динаміки тривалості метеорологічних пір року на метеостанції Луцьк упродовж 2001–2024 рр.; 3) за допомогою Microsoft Excel 2019 визначено рівняння лінійних трендів змін тривалості сезонів і величини вірогідності апроксимації; 4) здійснено оцінювання статистичної значущості лінійних трендів коливань тривалості метеорологічних пір року; 5) виявлено екстремальні значення тривалості метеорологічних сезонів і охарактеризовано особливості їхніх хронологічних меж у різні роки; 6) узагальнено тенденції змін структури природного року в контексті регіональних проявів глобальних кліматичних змін.

Матеріал і методи

Під час проведення досліджень було використано такі методи, як математико-статистичний, графічний, системний, описовий, причинно-наслідкових зв'язків, порівняльно-географічний, аналіз, синтез тощо. Для аналізу структури природного року та тенденцій змін тривалості метеорологічних сезонів використано багаторічні дані спостережень на метеостанції Луцьк за період 2001–2024 рр. з архівів Волинського обласного центру з гідрометеорології. Для статистичної обробки даних, побудови графіків і оцінювання значущості трендів (Проведення ..., 2013) застосовано програму "Microsoft Excel 2019".

Результати

Кліматологи послуговуються поняттям «метеорологічні пори року». Їх настання пов'язують з датами переходу середньодобових температур повітря через значення 0 і +15°C. Метеорологічна весна настає тоді, коли середньодобові температури зростають від 0 до +15°C, літо – з температурами понад +15°C, осінь – коли середньодобові температури знижуються від +15 до 0°C, а зима – період з від'ємними добовими температурами (Киналь, 2014). На відміну від календарних сезонів, які мають фіксовану тривалість, метеорологічні пори року характеризуються значною варіабельністю як за тривалістю, так і за датами їх початку та кінця. Ця особливість робить їх важливими індикаторами кліматичних змін, оскільки дозволяє відстежувати реальні зміни погодно-кліматичних умов, а не формальні календарні періоди. Як зазначають Г. Блєшль та співавтори (Blöschl et al., 2017), зміни тривалості метеорологічних сезонів можуть слугувати раннім сигналом кліматичних трансформацій регіонального масштабу, впливати на різні природні процеси, включно з гідроло-

гічними. Дослідження, проведені в різних регіонах Європи, засвідчують, що в умовах глобального потепління спостерігаються все більші відхилення у строках настання фенологічних фаз рослин та інших природних явищ (Menzel et al., 2020).

Оскільки природний (фенологічний) рік є поняттям збірним, яке враховує чинники живої і неживої природи, то його період починається з початком зими, а закінчується останнім днем осені. Саме таку періодизацію використовують у методичних рекомендаціях до здійснення фенологічних спостережень на всіх природоохоронних територіях (Феркаляк, 2019).

Тривалість метеорологічних пір року ми визначали двома способами. У першому випадку рахували тривалість метеорологічних сезонів у межах календарного року. У другому – від початку метеорологічної зими i -го року до закінчення метеорологічної осені $i + 1$ року. Як бачимо з рис. 1, суттєвих відмінностей у структурі природного року, визначеній цими двома способами, не спостерігається.

Найбільшу частку року в Луцьку становить літо – приблизно 33%, найменшу – зима (трохи більше 17%), на осінь і весну припадають майже однакові частки – по 24–25%. У середньому тривалість зими на метеостанції Луцьк у XXI ст. становить 64, весни – 92, літа – майже 119, осені – 90 днів.

Після визначення тривалості метеорологічних пір року в Луцьку ми побудували графік багаторічної динаміки тривалості кліматичних сезонів упродовж 2001–2024 рр. На рис. 2 бачимо, що досліджуваний показник має коливальний характер змін. Для зими характерна чітко виражена тенденція до зменшення її тривалості. Деяке скорочення сезону властиве й осені. Для літа й весни характерне значне зростання їх тривалості. Лінійні тренди змін тривалості весняного й зимового сезонів є статистично значущими (табл. 1).

Тривалість метеорологічних пір року є мінливою в часі. Наприклад, у 2022 р. весна налічувала 150 днів, а у 2013 р. – лише 36 днів. Літо найдовшим (140–146 днів) було у 2012, 2018 і 2023 рр., а найкоротшим – у 2001 р. (83 дні). Найбільш тривалою осінь була у 2013 р. (120 днів) і у 2022 р. (121 день), у 2018 і 2023 рр. вона була найкоротшою, відповідно 56 і 55 днів. Найдовша зима в межах одного календарного року (116 днів) спостерігалася у 2005 р., неперервний зимовий сезон був найдовшим у 2005/2006 рр. (127 днів)

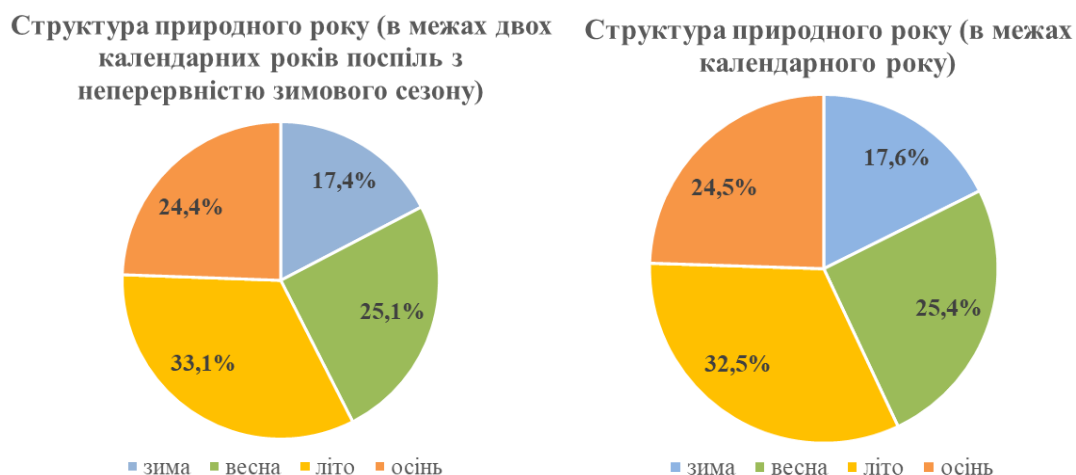


Рис. 1. Структура фенологічного (природного) року на метеостанції Луцьк (2001–2024 рр.)

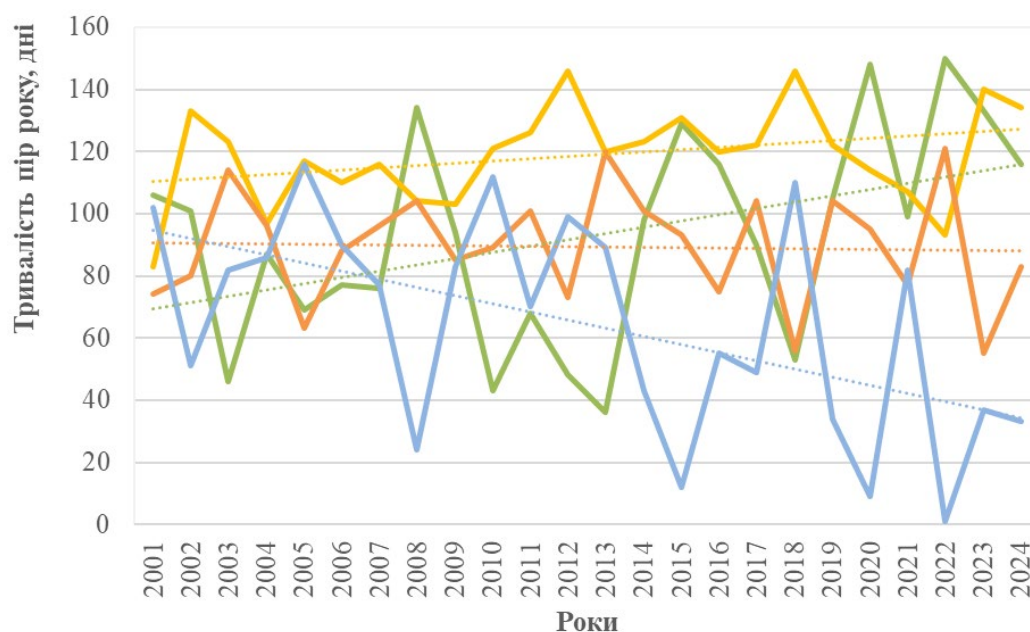


Рис. 2. Багаторічна динаміка тривалості метеорологічних пір року на метеостанції Луцьк (2001–2024 рр.)

Таблиця 1
Оцінювання значущості лінійних трендів коливань тривалості метеорологічних пір року на метеостанції Луцьк упродовж 2001–2024 рр.

Показник	Рівняння тренду*	R ²	R	σ _R	2σ _R	Статистична значущість тренду
Тривалість весни	y = 2,0191x + 67,344	0,1823	0,427	0,170	0,341	значущий
Тривалість літа	y = 0,7204x + 109,79	0,1035	0,322	0,187	0,374	незначущий
Тривалість осені	y = -0,1143x + 90,888	0,002	0,045	0,208	0,416	незначущий
Тривалість зими	y = -2,6174x + 97,134	0,2855	0,534	0,149	0,298	значущий

*Примітка: жовтий колір вказує на тенденцію до зростання значень показника, блакитний – на зменшення.

і у 2012/2013 рр. (118 днів). Найкоротшою (1 день) зима на МС Луцьк була у 2022/2023 рр. – по суті, зимового сезону як такого не було: 1 день (31 грудня) фіксувався фіктивно. У разі відсутності моменту переходу температури повітря через 0°C вниз із настанням холодного періоду в кінці календарного року один день (31 грудня) проставляється зимовим днем формально. У такому разі, навіть за відсутності похолодань надалі (на початку наступного календарного року впродовж холодного періоду), зберігається чотирисезонна структура року, передбачена в помірно-континентальному кліматі.

Екстремальні значення тривалості метеорологічних сезонів, виявлені в окремі роки досліджуваного періоду, мають особливе значення для розуміння масштабів кліматичних змін у регіоні. Найбільш показовим є приклад зими 2022/2023 рр., коли, по суті, відбулося фактичне випадіння цього сезону із кліматичного циклу року – явище, нетипове для помірного клімату Волинської області. Такі випадки вписуються в загальну тенденцію, виявлену в дослідженнях Р. Твардош і У. Коссовської-Цезак (Twardosz & Kossowska-Cezak, 2016): з останніх десятиліть ХХ ст. аномально холодні зими стали все рідкіснішими, а їхнє просторове покриття почало зменшуватися, що є чітким індикатором кліматичних змін на регіональному рівні.

Метеорологічна весна в Луцьку зазвичай починається в березні, в окремі роки – у лютому, досить часто – у січні. У 2013 р. весна розпочалася найпізніше за досліджуваний період – 30 березня, а у 2022 і 2023 рр. – найраніше (1 січня). Початок літа здебільшого припадає на першу половину травня, іноді – на кінець квітня (2003, 2010, 2012, 2018 рр.). У ХХІ ст. найраніше літо починалося у 2012 р. (27 квітня). Найпізнішим (у другій декаді червня) початок літа був у 2001 р. (16 червня) і 2006 р. (11 червня). Осінь настає зазвичай у вересні, хоча у 2003 і 2010 рр. вона розпочалася наприкінці серпня. У 2023 р. осінь настала 1 жовтня. Зима найчастіше починає свій відлік у грудні, але у 2001, 2005, 2010, 2018, 2023 рр. її старт припав на другу половину листопада. За досліджуваний проміжок часу найраніше зима починалася у 2018 р. (17 листопада), а найпізніше – у 2011, 2013, 2017, 2020, 2022 рр. (31 грудня).

Обговорення

Статистичний аналіз трендів тривалості метеорологічних сезонів на метеостанції

Луцьк показав достовірні скорочення зимового та збільшення весняного періодів, що відповідає загальним тенденціям, характерним для території України та Центральної Європи. Найбільш виразна тенденція скорочення зими вказує на суттєві зміни термічного режиму холодного періоду року в регіоні. Водночас збільшення тривалості весни свідчить про поступове зміщення фенологічних фаз і перебудову сезонної ритміки природних процесів.

Особливе значення мають виявлені випадки аномально коротких зим (аж до фактичної відсутності зимового сезону, як у 2022/2023 рр.), які можуть розглядатися як індикатори кліматичних змін екстремального характеру.

Означені вище закономірності багаторічної динаміки тривалості метеорологічних сезонів узгоджуються з висновками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC, 2021), які вказують на глобальну тенденцію подовження теплого та скорочення холодного періодів року. Особливо показовим є статистично значуще зменшення тривалості зими в регіоні дослідження. Характерно, що тенденція до скорочення осіннього сезону є менш вираженою, ніж зимового, що може пояснюватися компенсаторним механізмом: частина традиційно зимових днів за температурним режимом починає відповідати параметрам осені, що частково нівелює тенденцію до скорочення її тривалості.

Висновки

Тривалість природного (фенологічного) року на МС Луцьк щороку різна, на кілька днів або декад (навіть більше 4-х декад) є більшою або меншою від тривалості календарного року. У структурі природного року домінує літо, зима має найменшу частку, осінь і весна мають приблизно рівні частки – по чверті року. Для зимового й осіннього сезону характерні тенденції зменшення їхньої тривалості, а для літа й весни – зростання. Тривалість літа зростає насамперед завдяки вересневим дням, а тривалість весни збільшується через домінування додатних температур у січні та лютому. Метеорологічна зима скорочується через потепління в холодний період року. Осінній сезон, попри слабо виражену тенденцію до зменшення його тривалості, є найбільш стабільним за тривалістю. Змінюються лише його хронологічні межі – вони зміщуються до зими: у вересні часто ще триває літо, а у грудні – ще панує осінь.

Результати представленого дослідження можуть бути корисними для вивчення агрокліматичного, біокліматичного, рекреаційного потенціалів міста й прилеглих територій, а також є суттєвими для життєдіяльності людини та благоустрою урбоєкосистем. Цікавим і необхідним бачиться подальше дослідження погодно-кліматичних умов метеорологічних (а не календарних) пір року: температури й відносної вологості атмосферного повітря, тривалості сонячного сяйва, хмар-

ності, кількості й режиму випадання опадів, вітрового режиму, частоти прояву небезпечних метеорологічних явищ тощо. Отримана інформація про реальні часові рамки визначених метеорологічних і фенологічних явищ і процесів може мати високу цінність для оптимізації функціонування багатьох галузей економіки, своєчасного впровадження господарських заходів, а також для організації належних санітарно-побутових умов праці, проживання і відпочинку населення.

Список використаної літератури

Киналь О. Тривалість та часові межі кліматичних сезонів у Чернівцях на зламі XX–XXI ст. *Проблеми гірського ландшафтознавства*. 2014. Вип. 1. С. 101–108.

Кліматологічні дослідження та перспективи їх розвитку. УкрГМЦ [Електронний ресурс]. URL: <https://www.meteo.gov.ua/ua/Klimatologichni-doslidzhennya> (дата звернення 11.07.2025).

Мельничук М., Мілінчук В., Павловська Т. Тривалість і часові рамки метеорологічної зими на метеостанції Луцьк. *Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень* : матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів і студентів, 17 травня 2022 р., м. Луцьк. Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2022. С. 133–136.

Осадча В., Бабіченко В. Клімат Києва. Київ : Ніка-Центр, 2010. 320 с.

Павловська Т., Бакалейко В., Геналюк Р. Температурний режим на метеостанції Луцьк в умовах сучасних кліматичних змін. *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення* : збірник наукових праць III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Херсон, 11–12 червня 2020 р. Херсон : ДВНЗ «ХДАУ», 2020а. С. 172–176.

Павловська Т., Білецький Ю., Валянський С. Просторовий розподіл і режим випадання атмосферних опадів у Волинській області. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2024а. Вип. 3. С. 13–23. <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.02>.

Павловська Т., Білецький Ю., Ступницька М. Тривалість і часові рамки кліматичних сезонів на метеостанції Ковель. *Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів* : матеріали V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Луцьк, 8–9 квітня 2021 р. / за ред. Ю. Барського, С. Пугача. Луцьк : ПП Іванюк В.П., 2021а. С. 70–72.

Павловська Т., Білецький Ю., Ступницька М. Тривалість і часові рамки кліматичних сезонів на метеостанції Світязь. *Сучасна наука та освіта Волині* : збірник матеріалів Науково-практичної онлайн-конференції, м. Луцьк, 20 листопада 2020 р. / упоряд., гол. ред. О. Ройко. Луцьк : Вежа-Друк, 2020b. С. 181–182.

Павловська Т., Климюк В., Білецький Ю., Геналюк Р. Вітровий режим на метеостанції Луцьк (2001–2018 рр.). *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення* : збірник наукових праць III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Херсон, 11–12 червня 2020 р. Херсон : ДВНЗ «ХДАУ», 2020с. С. 189–192.

Павловська Т., Кондратчук О., Михалюк А., Ройко С. Режим випадання опадів на метеостанції Луцьк упродовж 2001–2022 рр. *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche* : Raccolta di articoli scientifici “ΛΟΓΟΣ” con gli atti della VI Conferenza scientifica e pratica internazionale, Bologna, 15 novembre, 2024. Bologna ; Vinnytsia : Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC, 2024b. С. 385–390. <https://doi.org/10.36074/logos-15.11.2024.085>.

Павловська Т., Мельничук М., Гарасимяк А. Тривалість і часові рамки метеорологічної весни у Волинській області на початку XXI ст. *Rozwój nowoczesnej edukacji i nauki – stan, problemy, perspektywy. Tom X : Efekty uczestnictwa w rozwoju nauk i edukacji na odległość* / Red. : J. Grzesiak, I. Zymomrya, W. Ilnytskyj. Konin ; Uzhorod ; Chersoń : Poswit, 2021b. S. 297–299.

Павловська Т., Мельничук М., Ступницька М. Тривалість і часові рамки зимового сезону у Волинській області на початку XXI ст. *Актуальні проблеми регіональних досліджень* : матеріали V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Луцьк, 11 грудня 2020 р. Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2020d. С. 30–32.

Павловська Т., Пархомук О., Нікон О. Тривалість і часові рамки кліматичних сезонів на метеостанції Маневичі (Волинська область). *Географія та туризм* : матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди, м. Харків, 28 лютого – 1 березня 2023 р. / за заг. ред. Ю. Муромцевої. Харків : ХНПУ ім. Г.С. Сковороди, 2023а. С. 209–215.

Павловська Т., Стельмах В. Просторово-часова динаміка змін відносної вологості повітря у Волинській області. *Science, technology and innovation in the context of global transformation* : Scientific monograph. Riga : Baltija Publishing, 2024. С. 65–95. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-499-3-4>.

Павловська Т., Федонюк М., Рудик О. Температурний режим повітря у Волинській області : хронологічний та хорологічний аспекти. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2023b. Вип. 1. С. 39–48. <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04>.

Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату : звіт про НДР / УкрГМІ ДСНС України та НАН України. Київ, 2013. 228 с.

Скобало О., Горбань І., Гребельна В. Фенокліматична періодизація в заповіднику «Розточчя». *Вісник Львівського університету*. Серія «Біологічна». 2013. Вип. 63. С. 98–109.

Сніжко С., Шевченко О. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста. Київ : Обрії, 2011. 297 с.

Тарасюк Н., Тарасюк Ф. Регіональні дослідження сучасного клімату Волині. *Актуальні проблеми крайнознавчої науки* : матеріали IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Луцьк, 15–16 листопада 2016 р. / за ред. В. Лажніка. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. С. 259–263.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України [Електронний ресурс]. URL: <https://uhmi.org.ua> (дата звернення 20.05.2025).

Феркаляк В. НПП «Верховинський»: архівний сайт. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України [Електронний ресурс]. URL: https://nppver.at.ua/news/rik_kalendarrij_chi_rik_fenologichnij/2019-03-19-711 (дата звернення 14.05.2025).

Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського [Електронний ресурс]. URL: <http://sco-sreznevskiy.kyiv.ua> (дата звернення 20.05.2025).

Шульгіна Л. Фенологічні спостереження над деревними та кущовими рослинами. Київ : Наукова думка, 1966. 152 с.

Blöschl G., Hall J., Parajka J., Perdigão R.A.P., Merz B., Arheimer B., Aronica G.T., Bilibashi A., Bonacci O., Borga M. et al. Changing climate shifts timing of European floods. *Science*. 2017. Vol. 357 (6351). P. 588–590.

IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021. 2391 p.

Ilhne E. Phaenologische Karte des Frühlingseinzugs im Großherzogtum Hessen. Darmstadt : Verlag der Landwirtschaftskammer, 1911. 25 p.

Köppen W. Die Klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde. Berlin : Walter de Gruyter, 1923. 369 p.

Menzel A., Yuan Y., Matiu M., Sparks T., Scheifinger H., Gehrig R., Estrella N., Jakisic L., Janise A., Koch E. et al. Climate change fingerprints in recent European plant phenology. *Global Change Biology*. 2020. Vol. 26 (4). P. 2599–2612. <https://doi.org/10.1111/gcb.15000>.

Rutishauser T., Luterbacher J., Defila C., Frank D., Wanner H. Swiss spring plant phenology 2007: Extremes, a multi-century perspective, and changes in temperature sensitivity. *Geophysical Research Letters*. 2008. Vol. 35. P. L05703. <https://doi.org/10.1029/2007GL032545>.

Schwartz M.D. Phenology and springtime surface-layer change. *Monthly Weather Review*. 1992. Vol. 120. P. 2570–2578.

Schwartz M.D., Ahas R., Aasa A. Onset of spring starting earlier across the Northern Hemisphere. *Global Change Biology*. 2006. Vol. 12. P. 343–351. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01097.x>.

Sparks T.H., Menzel A. Observed changes in seasons: an overview. *International Journal of Climatology*. 2002. Vol. 22 (14). P. 1715–1725. <https://doi.org/10.1002/joc.821>.

Templ B., Koch E., Bolmgren K., Ungersböck M., Paul A., Scheifinger H. et al. Pan European Phenological database (PEP725): a single point of access for European data. *International Journal of Biometeorology*. 2018. Vol. 62. P. 1109–1113. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1512-8>.

Twardosz R., Kossowska-Cezak U. Exceptionally cold and mild winters in Europe (1951–2010). Theoretical and Applied Climatology. 2016. Vol. 125. P. 399–411. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1524-9>.

USA National Phenology Network [Електронний ресурс]. URL: <https://www.usanpn.org> (дата звернення 20.05.2025).

References

Kynal, O.V. (2014). Tryvalist ta chasovi mezhi klimatychnykh sezoniv u Chernivtsiakh na zlami XX–XXI stolit [Duration and temporal boundaries of climatic seasons in Chernivtsi at the turn of XX–XXI centuries]. Problemy hirskeho landshaftoznavstva [Problems of Mountain Landscape Studies], 1, 101–108 [in Ukrainian].

Klimatolohichni doslidzhennia ta perspektyvy yikh rozvytku. UkrHMTs [Climatological research and prospects for their development. UkrHMC]. [Electronic resource] URL: <https://www.meteo.gov.ua/ua/Klimatolohichni-doslidzhennia> (access date 11.07.2025) [in Ukrainian].

Melnychuk, M.A., Milinchuk, V.V., & Pavlovska, T.S. (2022). Tryvalist y chasovi ramky meteorolohichnoi zymy na meteostantsii Lutsk [Duration and temporal boundaries of meteorological winter at Lutsk weather station]. Moloda nauka Volyn i: priorytety ta perspektyvy doslidzhen [Young science of Volyn: priorities and prospects of research]. Lutsk: VNU im. Lesi Ukrainky, 133–136 [in Ukrainian].

Osadcha, V.O., & Babichenko, V.M. (2010). Klimat Kyieva [Climate of Kyiv]. Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Bakaleyko, V.A., & Henaliuk, R.M. (2020a). Temperaturnyi rezhym na meteostantsii Lutsk v umovakh suchasnykh klimatychnykh zmin [Temperature regime at Lutsk weather station under modern climate change conditions]. Zb. nauk. prats III Mizhnar. nauk.-prakt. konf. “Vplyv klimatychnykh zmin na prostоровi rozvytok terytorii Zemli: naslidky ta shliakhy vyrishennia” [Collection of scientific works of the III International scientific-practical conference “The impact of climate change on the spatial development of Earth’s territories : consequences and solutions”]. Kherson, 172–176 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Biletskyi, Yu.V., & Valianskyi, S.V. (2024a). Prostоровi rozpodil i rezhym vypadannia atmosfernykh opadiv u Volynskii oblasti [Spatial distribution and regime of atmospheric precipitation in Volyn region]. Heohrafichni chasopys Volynskoho natsionalnogo universytetu imeni Lesi Ukrainky [Geographical Journal of Lesya Ukrainka Volyn National University], 3, 13–23. <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.02> [in Ukrainian].

Pavlovska, T., Biletskyi, Yu., & Stupnytska, M. (2021a). Tryvalist y chasovi ramky klimatychnykh sezoniv na meteostantsii Kovel [Duration and temporal boundaries of climatic seasons at Kovel weather station]. Materialy V Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konferentsii “Suspilno-heohrafichni chynnyky rozvytku rehioniv” [Proceedings of the V International scientific-practical internet-conference “Social-geographical factors of regional development”], Yu.M. Barskyi, S.O. Puhach (ed.). Lutsk: PP Ivaniuk V.P., 70–72 [in Ukrainian].

Pavlovska, T., Biletskyi, Yu., & Stupnytska, M. (2020b). Tryvalist i chasovi ramky klimatychnykh sezoniv na meteostantsii Svityaz [Duration and temporal boundaries of climatic seasons at Svityaz weather station]. Zb. materialiv Nauk.-prakt. onlain-konf. “Suchasna nauka ta osvita Volyni” [Collection of materials of Scientific-practical online conference “Modern science and education of Volyn”], O.Yu. Roiko (ed.). Lutsk: Vezha-Druk, 181–182 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Klymiuk, V.I., Biletskyi, Yu.V., & Henaliuk, R.M. (2020c). Vitrovyi rezhym na meteostantsii Lutsk (2001–2018 rr.) [Wind regime at Lutsk weather station (2001–2018)]. Zb. nauk. prats III Mizhnar. nauk.-prakt. konf. “Vplyv klimatychnykh zmin na prostоровi rozvytok terytorii Zemli: naslidky ta shliakhy vyrishennia” [Collection of scientific works of the III International scientific-practical conference “The impact of climate change on the spatial development of Earth’s territories: consequences and solutions”]. Kherson: DVNZ “KhDAU”, 189–192 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Kondratchuk, O.V., Mykhaliuk, A.M., & Royko, S.R. (2024b). Rezhym vypadannia opadiv na meteostantsii Lutsk uprodovzh 2001–2022 rr. [Precipitation regime at Lutsk weather station during 2001–2022]. *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche* [Scientific research and methods of their implementation: world experience and domestic realities]. Bologna; Vinnitsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC, 385–390. <https://doi.org/10.36074/logos-15.11.2024.085> [in Ukrainian].

Pavlovska, T., Melnychuk, M., & Harasymiak, L. (2021b). Tryvalist y chasovi ramky meteorolohichnoi vesny u Volynskii oblasti na pochatku XXI st. [Duration and temporal boundaries of meteorological

spring in Volyn region at the beginning of XXI century]. *Rozwój nowoczesnej edukacji i nauki – stan, problemy, perspektywy* [Development of modern education and science – state, problems, perspectives], J. Grzesiak, I. Zymomrya, & W. Ilnytskyj (Eds.), 10, 297–299 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Melnychuk, M.A., & Stupnytska, M.M. (2020d). Tryvalist y chasovi ramky zymovoho sezonu u Volynskii oblasti na pochatku XXI st. [Duration and temporal boundaries of winter season in Volyn region at the beginning of XXI century]. *Materialy V Mizhn. nauk.-prakt. internet-konf. "Aktualni problemy rehionalnykh doslidzhen"* [Proceedings of the V International scientific-practical internet-conference "Current problems of regional research"]. Lutsk: Volyn. nats. un-t im. Lesi Ukrainky, 30–32 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Parkhomuk, O.V., & Nikon, O.Ye. (2023a). Tryvalist i chasovi ramky klimatychnykh sezoniv na meteostantsii Manevychi (Volynska oblast) [Duration and temporal boundaries of climatic seasons at Manevychi weather station (Volyn region)]. *Materialy VI Vseukr. nauk.-prakt. internet-konf. Heohrafiia ta turizm* [Proceedings of the VI All-Ukrainian scientific-practical Internet-conference Geography and tourism]. Kharkiv: KhNPU im. H.S. Skovorody, 209–215 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., & Stelmakh, V.Yu. (2024). Prostorovo-chasova dynamika zmin vidnosnoi volohosti povitria u Volynskii oblasti [Spatio-temporal dynamics of relative humidity changes in Volyn region]. *Science, technology and innovation in the context of global transformation: Scientific monograph*. Riga: Baltija Publishing, 65–95. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-499-3-4> [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Fedoniuk, M.A., & Rudyk, O.V. (2023b). Temperaturnyi rezhym povitria u Volynskii oblasti: khronolohichni ta khorolohichni aspekty [Air temperature regime in Volyn region: chronological and chorological aspects]. *Heohrafichni chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky* [Geographical journal of Lesya Ukrainka Volyn National University], 1, 39–48. <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04> [in Ukrainian].

Provedenniaa prostorovoho analizu zmin vodnoho rezhymu baseiniv poverkhnevyykh vodnykh ob'ektiv na terytorii Ukrainy vnaslidok zminy klimatu: zvit pro NDR [Conducting spatial analysis of water regime changes in surface water basins on the territory of Ukraine due to climate change: research report] (2013). UkrHMI DSNS Ukrainy ta NAN Ukrainy [in Ukrainian].

Skobalo, O., Horban, I., & Hrebelsna, V. (2013). Fenoklimatychna periodyzatsiia v zapovydnyku "Roztochia" [Phenoclimatic periodization in "Roztochia" nature reserve]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seria: Biolohichna* [Bulletin of Lviv University. Seria: Biological], 63, 98–109 [in Ukrainian].

Snizhko, S.I., & Shevchenko, O.H. (2011). Urbometeorolohichni aspekty zabrudnennia atmosfernoho povitria velykoho mista [Urbometeorological aspects of atmospheric air pollution in a large city]. Kyiv: Obrii [in Ukrainian].

Tarasiuk, N.A., & Tarasiuk, F.P. (2016). Rehionalni doslidzhennia suchasnoho klimatu Volyni [Regional studies of modern climate of Volyn]. *Materialy IV Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konferentsii "Aktualni problemy krainoznavchoi nauky"* [Proceedings of the IV International scientific-practical internet-conference "Current problems of country studies"], V.Y. Lazhnik (ed.). Lutsk: Vezha-Druk, 259–263 [in Ukrainian].

Ukrainskyi hidrometeorolohichniy instytut DSNS Ukrainy ta NAN Ukrainy [Ukrainian Hydrometeorological Institute of the State Emergency Service of Ukraine and NAS of Ukraine]. [Electronic resource] URL: <https://uhmi.org.ua> (access date 20.05.2025) [in Ukrainian].

Ferkaliak, V. (2019). NPP "Verkhovynskyi": arkhivnyi sait. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy [NPP "Verkhovynskyi": archive site. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine]. [Electronic resource] URL: https://nppver.at.ua/news/rik_kalendarnij_chi_rik_fenologichnij/2019-03-19-711 (access date 14.05.2025) [in Ukrainian].

Tsentralna heofizychna observatoriia imeni Borysa Sreznevokoho [Boris Sreznevsky Central Geophysical Observatory]. [Electronic resource] URL: <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua> (access date 20.05.2025) [in Ukrainian].

Shulhina, L.B. (1966). Fenolohichni sposterezhennia nad derevnymy ta kushchovymy rosynamy [Phenological observations of tree and shrub plants]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].

Blöschl, G., Hall, J., Parajka, J., Perdigão, R.A.P., Merz, B., Arheimer, B., Aronica, G.T., Bilibashi, A., Bonacci, O., & Borga, M., et al. (2017). Changing climate shifts timing of European floods. *Science*, 357 (6351), 588–590.

IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Ihne, E. (1911). *Phaenologische Karte des Frühlingseinzugs im Großherzogtum Hessen*. Verlag der Landwirtschaftskammer.

Köppen, W. (1923). *Die Klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde*. Walter de Gruyter.

Menzel, A., Yuan, Y., Matiu, M., Sparks, T., Scheifinger, H., Gehrig, R., Estrella, N., Jakisic, L., Janise, A., & Koch, E., et al. (2020). Climate change fingerprints in recent European plant phenology. *Global Change Biology*, 26 (4), 2599–2612. <https://doi.org/10.1111/gcb.15000>.

Rutishauser, T., Luterbacher, J., Defila, C., Frank, D., & Wanner, H. (2008). Swiss spring plant phenology 2007: Extremes, a multi-century perspective, and changes in temperature sensitivity. *Geophysical Research Letters*, 35, L05703. <https://doi.org/10.1029/2007GL032545>.

Schwartz, M.D. (1992). Phenology and springtime surface-layer change. *Monthly Weather Review*, 120, 2570–2578.

Schwartz, M.D., Ahas, R., & Aasa, A. (2006). Onset of spring starting earlier across the Northern Hemisphere. *Global Change Biology*, 12, 343–351. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01097.x>.

Sparks, T.H., & Menzel, A. (2002). Observed changes in seasons: an overview. *International Journal of Climatology*, 22 (14), 1715–1725. <https://doi.org/10.1002/joc.821>.

Templ, B., Koch, E., Bolmgren, K., Ungersböck, M., Paul, A., Scheifinger, H., et al. (2018). Pan European Phenological database (PEP725): a single point of access for European data. *International Journal of Biometeorology*, 62, 1109–1113. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1512-8>.

Twardosz, R., & Kossowska-Cezak, U. (2016). Exceptionally cold and mild winters in Europe (1951–2010). *Theoretical and Applied Climatology*, 125, 399–411. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1524-9>.

USA National Phenology Network. [Electronic resource] URL: <https://www.usanpn.org> (access date 20.05.2025).

Отримано: 18.07.2025

Прийнято: 28.08.2025

Опубліковано: 17.10.2025

