



УДК 551.556(477.82)(091) “2001/2024”
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.16.2026.11>

ВІТРОВИЙ РЕЖИМ НА МЕТЕОСТАНЦІЇ ЛУЦЬК У 2001–2024 РР.

Т. С. Павловська¹, В. Ю. Стельмах², С. П. Бондарчук³, В. І. Климюк⁴

У статті відображено результати дослідження вітрового режиму на метеостанції Луцьк упродовж першої чверті XXI століття. На основі даних строкових метеорологічних спостережень побудовано й охарактеризовано розу вітрів, визначено середні багаторічні значення середньої швидкості вітру, максимальної швидкості вітру, повторюваності штилів, кількості днів із швидкостями вітру ≥ 10 м/с та ≥ 15 м/с. Також проаналізовано типовий річний розподіл зазначених показників та тенденції їх змін упродовж 2001–2024 рр. На основі порівняння роз вітрів у XXI ст. і в другій половині XX ст. виявлено зміни конфігурації вітрового режиму, проте роль вітрів західного напрямку залишається домінуючою (18–19%). Середня швидкість вітру в Луцьку за досліджуваний період становить 2,7 м/с, середня місячна швидкість максимального пориву вітру складає 15,8 м/с, найбільше значення максимальної швидкості вітру – 25 м/с, повторюваність штилів – 26,1 %, у середньому за рік налічується 127,5 днів зі швидкістю вітру ≥ 10 м/с і 15,7 днів зі швидкістю вітру ≥ 15 м/с. Встановлено, що на фоні незначного зменшення річних значень середньої швидкості вітру спостерігаються статистично значуще зростання максимальної швидкості вітру, кількості днів із швидкостями вітру ≥ 10 м/с та ≥ 15 м/с, а також статистично значуще зменшення повторюваності штилів. Крім того, простежено динамку змін досліджуваних показників у розрізі місяців. Переважно статистично значущі тенденції змін вітрового режиму характерні для квітня та липня. Серед усіх місяців року сильні вітри найчастіше спостерігаються в березні та квітні, тоді як маловітряна погода зазвичай панує в серпні та вересні. Отримані результати здійсненого локального дослідження відповідають регіональним закономірностям трансформації вітрового режиму в умовах сучасних кліматичних змін.

Ключові слова: вітер, кліматичні зміни, лінійний тренд, метеостанція Луцьк, повторюваність штилів, роза вітрів, максимальна швидкість вітру, порив вітру.

¹ кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії
(Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк)
e-mail: pavlovska2011@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4931-0803

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

³ кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології
(Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)
e-mail: s_bondarchuk@ukr.net
ORCID: 0000-0003-2787-1722

⁴ завідувач сектору метеорологічних прогнозів
(Волинський обласний центр з гідрометеорології, м. Луцьк)
e-mail: sinopticlutsk@gmail.com
ORCID: 0009-0001-5713-7054

WIND REGIME AT LUTSK METEOROLOGICAL STATION DURING 2001–2024

T. S. Pavlovska, V. Yu. Stelmakh, S. P. Bondarchuk, V. I. Klymiuk

The article presents the results of a study on the wind regime at the Lutsk meteorological station during the first quarter of the 21st century. Based on fixed-time meteorological observation data, a wind rose was constructed and characterized; mean long-term values of mean wind speed, maximum wind speed, calm frequency, and the number of days with wind speeds ≥ 10 m/s and ≥ 15 m/s were determined. The typical annual distribution of the aforementioned parameters and the trends in their changes over the period 2001–2024 were also analyzed. A comparison of wind roses from the 21st century and the second half of the 20th century revealed changes in the wind regime configuration; however, westerly winds remain dominant (18–19%). The mean wind speed in Lutsk during the study period was 2.7 m/s, the mean monthly maximum wind gust speed was 15.8 m/s, the highest recorded maximum wind speed was 25 m/s, and calm frequency was 26.1%. On average, 127.5 days per year had wind speeds ≥ 10 m/s and 15.7 days had wind speeds ≥ 15 m/s. Against a background of a slight decrease in annual mean wind speed values, statistically significant increases were found in maximum wind speed, the number of days with wind speeds ≥ 10 m/s and ≥ 15 m/s, as well as a statistically significant decrease in calm frequency.

In addition, the month-by-month dynamics of changes in the studied parameters were examined. Statistically significant trends in wind regime changes were found predominantly in April and July. Among all months of the year, strong winds occur most frequently in March and April, while low-wind conditions typically prevail in August and September. The results of this local study are consistent with the regional patterns of wind regime transformation under current climate change conditions.

Key words: wind, climate change, linear trend, Lutsk meteorological station, calm frequency, wind rose, maximum wind speed, wind gust.

Вступ

Вітровий режим є одним із ключових показників кліматичної системи, оскільки швидкість і напрямок вітру є інтегральними характеристиками атмосферної циркуляції та чутливими індикаторами кліматичних змін. За даними міжнародних досліджень, упродовж останніх десятиліть у багатьох регіонах світу зафіксовано суттєві зміни приземної швидкості вітру (McVicar et al., 2012) та спостерігається тенденція до зростання частоти, тривалості й інтенсивності стихійних метеорологічних явищ, в тому числі й сильних штормів (Решетченко, 2013). Задля успішного прогнозування екстремальних погодних явищ та попередження їхніх наслідків надзвичайно важливим є вивчення особливостей вітрового режиму та синоптичних характеристик певної території (Івус та ін., 2016). Разом із тим, сучасні наукові публікації вказують на значні регіональні відмінності в тенденціях змін напрямків і швидкості вітру, що зумовлює необхідність локальних досліджень (Zeng et al., 2019).

Значну роль у формуванні локальних тенденцій вітрового режиму відіграють зміни підстильної поверхні та урбанізація, оскільки вони впливають на шорсткість території й характеристики повітряних потоків (Vautard et al., 2010). Інформація про характер вітрового режиму на урбанізованих територіях важлива при роз-

робці генеральних планів міст, плануванні мікрорайонів, будівництві господарських об'єктів, у тім числі й об'єктів альтернативної електроенергетики, зокрема вітрової (Федонюк та ін., 2024) тощо. Крім того, вітер, як відомо, є ключовим чинником розсіювання та переносу забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери (Jacob, 1999), що визначає екологічну цінність досліджень вітрового режиму. Циркуляцією атмосфери, напрямками основних вітрів пояснюються також особливості морфології еолових форм рельєфу. Вітер також є чинником електризації, що має вплив на ризик утворення електричних розрядів і на процес відкладення пиловатих фацій (лесово-ґрунтових товщ, пилових фацій пустель тощо) та акумуляції еолових форм рельєфу (Веклич, 2018). Від діаграми вітрів та інтенсивності останніх залежить також швидкість переміщення піщаних форм та розвиток інших геоморфологічних процесів (гравітаційних, абразійних та ін.).

Прояви кліматичних змін сьогодні чітко простежуються не тільки на глобальному рівні, а й на локальному, зокрема і в місті Луцьку. Притаманний для досліджуваної території помірно-континентальний клімат, що формується під впливом атлантичних повітряних мас, зазнає значних трансформацій, зумовлених в тому числі й змінами характеру атмосферної циркуляції над Євразією й Атлантикою (Fedoniuk et al., 2024).

Так, за даними спостережень на метеостанції Луцьк у XXI столітті встановлено статистично значуще зростання температури повітря (Павловська та ін., 2023), зменшення відносної вологості повітря (Павловська і Стельмах, 2024; Павловська та ін., 2025), зміни режиму випадання опадів (Павловська та ін., 2024а; Павловська та ін., 2024б) та хмарності (Стельмах та ін., 2025). Виявлені тенденції безпосередньо пов'язані зі змінами характеру атмосферної циркуляції і, відповідно, вітрового режиму, дослідження якого є логічним продовженням комплексного вивчення кліматичних змін у Луцьку (Павловська та ін., 2020; Fedoniuk et al., 2024).

Аналіз наукової літератури засвідчує наявність значної кількості праць, присвячених дослідженню вітровому режиму. Серед міжнародних досліджень значна увага приділяється вивченню довготривалих змін приземної швидкості вітру, яким присвячені публікації Т. Р. МакВікар, Р. Ван, К. Доннеллі, А. Т. Лі, Г. Д. Пікетт (McVicar et al., 2012), К. Денг, З. Лі, Ч. Чжу, Дж. Ву, Х. Чен (Deng et al., 2021). У роботах З. Зенг, Ю. Занг, Ю. Янг, А. Дай, Д. Луо, Н. Чжао (Zeng et al., 2019) встановлено виражену регіональну неоднорідність тенденцій вітру. Т. К. Лауріла, Дж. Пікап, Н. Е. Девідсон, Р. МакГрат (Laurila et al., 2021) проаналізували сучасну кліматологію приземного вітру над суходолом, відобразивши значні сезонні коливання його характеристик. У працях таких науковців як Й. Воланд, Я. Омрер, Г. Хершбах (Wohland et al., 2021) доведено, що значна роль у формуванні сучасних трендів вітрового режиму належить внутрішній кліматичній мінливості атмосфери. Разом із тим, частина досліджень акцентує увагу і на впливі антропогенних чинників на вітровий режим. Зокрема, у працях Р. Вотар, Ж. Каттьо, П. Йю, Ж.-Н. Тепло, П. Сіє (Vautard et al., 2010) проаналізовано вплив землекористування на зміни характеристик приземного вітру.

У дослідженнях українських науковців вітровий режим розглядається переважно у контексті комплексного вивчення клімату та аналізується у взаємозв'язку з температурним режимом, опадами та загальною циркуляцією атмосфери (Ліпінський та ін., 2003; Кульбіда та ін., 2013). Вплив зміни клімату на вітровий режим України в цілому розглянуто в праці С. О. Фоменко (Фоменко, 2024). Регіональні дослідження вітрового режиму проводились у різних частинах

України: на Харківщині – С. І. Решетченко (Решетченко, 2013), на Тернопільщині – В. І. Осадчий, О. Я. Скриник, Д. О. Ошурок, О. А. Скриник (Осадчий та ін., 2017), у Північному Причорномор'ї – Г. П. Івус, А. Б. Агайар, Л. М. Семергей-Чумаченко, Л. М. Гурська (Івус та ін., 2015), на Західному Поліссі – С. І. Максимцева (Максимцев, 2019) тощо.

Дослідження вітрового режиму Волинської області та м. Луцька представлені працями Т. С. Павловської, В. І. Климюка, Ю. В. Білецького, Р. М. Геналука (Павловська та ін., 2020), які проаналізували основні характеристики вітру на метеостанції Луцьк за 2001–2018 рр., В. В. Федонюк, С. Г. Панькевича, М. А. Федонюка, котрі досліджили вітроенергетичний потенціал міста (Федонюк та ін., 2024а) та розглянули динаміку вітрового режиму Луцька у контексті регіональних кліматичних змін (Fedoniuk et al., 2024б). Однак, попри зростаючий інтерес до вивчення вітрового режиму обласного центру сучасної Волині, його комплексний аналіз впродовж першої чверті XXI століття залишається актуальним науковим завданням.

Метою нашого дослідження є вивчення вітрового режиму у м. Луцьку на початку XXI ст. (2001–2024 рр.) за даними строкових спостережень на однойменній метеостанції. Для досягнення поставленої мети нами вирішувалися такі завдання: 1) визначити повторюваність напрямків вітру упродовж зазначеного періоду й побудувати розу вітрів для метеостанції Луцьк; 2) визначити повторюваність штилів (щомісяця та щороку) упродовж 2001–2024 рр.; 3) визначити середні місячні та середні річні значення швидкості вітру на метеостанції за вказаний проміжок часу; 4) визначити середнє й найбільше за рік значення максимальної швидкості вітру та середні за багаторічний період місячні значення максимальної швидкості вітру на метеостанції; 5) визначити середнє за багаторічний період значення кількості днів зі швидкостями вітру ≥ 10 м/с та ≥ 15 м/с, а також середні за багаторічний період щомісячні значення показника; 6) з'ясувати тенденції змін аналізованих показників упродовж 2001–2024 рр. та їх типовий річний розподіл; 7) проаналізувати зміни вітрового режиму на метеостанції Луцьк впродовж 2001–2024 рр.; 8) визначити перспективи досліджень вітрового режиму на метеостанції Луцьк.

Матеріали і методи

Інформаційною базою дослідження слугували фондові матеріали Волинського обласного центру з гідрометеорології (строкові дані щодо швидкості та напрямку вітру на висоті флюгера (~10 м над поверхнею землі), які отримано на метеостанції Луцьк). Застосовано математико-статистичний, графічний, порівняльний методи, а також методи аналізу, синтезу, індукції, дедукції, аналогії. За допомогою програми MS Excel побудовано графіки багаторічної динаміки та річного ходу показників вітрового режиму на досліджуваній метеостанції. Для часових рядів застосовано статистичний аналіз лінійних трендів, що дозволило оцінити напрям і інтенсивність змін досліджуваних характеристик. Оцінювання статистичної значущості лінійних трендів виконувалося за формулою (Звіт ..., 2013).

Результати

Проаналізувавши дані строкових спостережень на метеостанції Луцьк упродовж 2001–2024 рр., ми з'ясували, що в обласному центрі на початку XXI ст. переважають західні вітри (18 %). Близькі за значенням повторюваності також східні (15,2 %), південно-західні (14,9 %), північно-західні (14,8 %) вітри. Найменшу повторюваність мають вітри північного (6,7 %), північно-східного (8,0 %) та південного (8,7 %) напрямків (рис. 1).

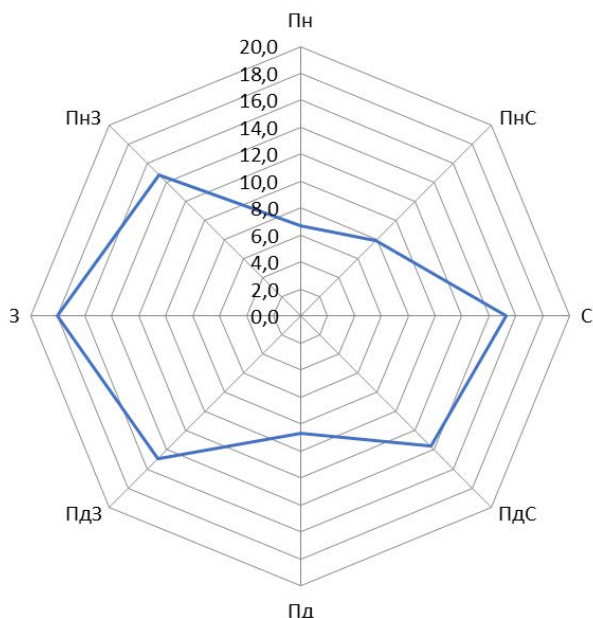


Рис. 1. Повторюваність напрямків вітру в м. Луцьк за період 2001–2024 рр.

Середня багаторічна (2001–2024 рр.) швидкість вітру в Луцьку складає 2,7 м/с

(це дещо менше за норму 1990–2020 рр., яка становить 3,3 м/с). Зауважимо, що для обрахунків цього показника використовувалися дані строкових спостережень без урахування випадків з максимальними поривами вітру.

У XXI ст. середня річна швидкість вітру в Луцьку зменшується (рис. 2), лінійний тренд статистично незначимий (табл. 1). Для більшості місяців року теж характерне зменшення середньої швидкості вітру, для серпня і вересня ця тенденція статистично значуща. У січні, лютому, квітні та вересні простежується деяке зростання середніх швидкостей вітру, але ця динаміка статистично незначуща (див. табл. 1).



Рис. 2. Багаторічна (2001–2024 рр.) динаміка середньорічної швидкості вітру на метеостанції Луцьк за період 2001–2024 рр.

Упродовж року найнижчі (переважно 2,0–2,5 м/с) середньомісячні значення швидкості вітру спостерігаються в липні-вересні, а найвищі (зазвичай 3,0–3,5 м/с) – в грудні-березні (рис. 3).

Середня багаторічна повторюваність штилів становить 26,1 %. З рис. 4 видно, що річні значення повторюваності штилів упродовж досліджуваного проміжку часу стрімко зменшуються, лінійний тренд статистично значущий.

Така ж тенденція притаманна усім місяцям року (табл. 2). Найчастіше штیلی спостерігаються в липні-вересні, а найрідше – в листопаді-лютому (рис. 5).

Щодо середніх річних значень максимальної швидкості вітру, то на метеостанції Луцьк вони стрімко зростають (рис. 6), лінійний тренд статистично значущий (табл. 3).

Так само статистично значущим є зростання найбільших значень максимальної швидкості вітру за рік (рис. 7, див. табл. 3). В усі місяці, крім серпня, швидкість максимальних поривів вітру зростає; у квітні,

Таблиця 1

Тенденції змін середніх значень річної та місячних швидкостей вітру в Луцьку впродовж 2001–2024 рр. і статистична значущість виявлених трендів

Показник за проміжок часу	Рівняння лінійного тренду	R ²	R	σ _R	2σ _R	Статистична значимість тренду	
Середня швидкість вітру	Січень	$y = 0,0125x + 3,0393$	0,0196	0,1400	0,2044	0,4089	незначимий
	Лютий	$y = 0,0135x + 2,9548$	0,0288	0,1697	0,2025	0,4050	незначимий
	Березень	$y = -0,0162x + 3,3705$	0,0519	0,2278	0,1977	0,3954	незначимий
	Квітень	$y = 0,0135x + 2,742$	0,0577	0,2402	0,1965	0,3930	незначимий
	Травень	$y = -0,0039x + 2,7327$	0,012	0,1095	0,2060	0,4120	незначимий
	Червень	$y = -0,0129x + 2,688$	0,0874	0,2956	0,1903	0,3806	незначимий
	Липень	$y = -0,0009x + 2,3341$	0,0003	0,0173	0,2085	0,4169	незначимий
	Серпень	$y = -0,0147x + 2,3198$	0,1417	0,3764	0,1790	0,3579	значимий
	Вересень	$y = 0,0086x + 2,2134$	0,0218	0,1476	0,2040	0,4079	незначимий
	Жовтень	$y = -0,0034x + 2,6146$	0,0017	0,0412	0,2082	0,4163	незначимий
	Листопад	$y = -0,0337x + 3,3448$	0,1759	0,4194	0,1718	0,3437	значимий
	Грудень	$y = -0,0065x + 3,1151$	0,0142	0,1191	0,2056	0,4111	незначимий
Середня річна швидкість вітру	$y = -0,0037x + 2,7891$	0,0241	0,1552	0,2035	0,4070	незначимий	

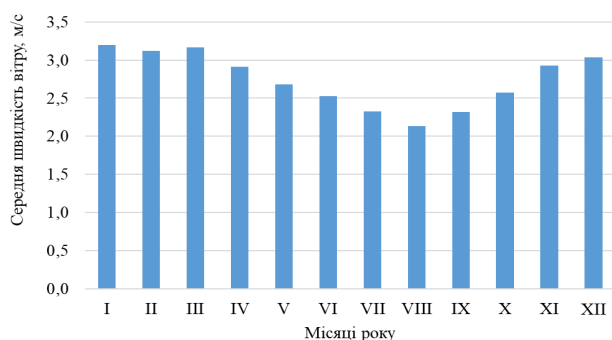


Рис. 3. Річний режим середньої швидкості вітру на метеостанції Луцьк (за даними 2001–2024 рр.)

червні та липні ця тенденція є статистично значущою (див. табл. 3).

У річному розподілі середніх за багаторічний період значень максимальних поривів вітру різких контрастів нема, однак, можна зауважити, що за цим показником найбільш вітряно в березні, а найменш – у вересні (рис. 8).

У Луцьку також помітна тенденція до зростання кількості днів зі швидкостями вітру ≥ 10 м/с та ≥ 15 м/с (рис. 9). Тенденції збільшення кількості днів зі швидкістю 10 м/с і більше упродовж 2001–2024 рр. є статистично значущими у лютому, квітні, липні, вересні та в цілому за рік (табл. 4).

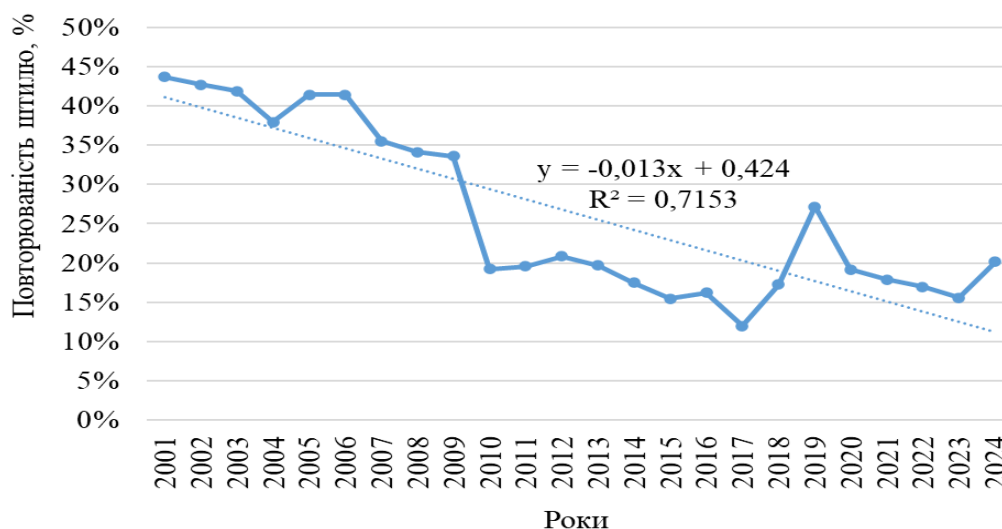


Рис. 4. Тенденції багаторічної динаміки коливань повторюваності штилів на метеостанції Луцьк (2001–2024 рр.)

Таблиця 2

Тенденції змін повторюваності штилів на метеостанції Луцьк упродовж 2001–2024 рр. і статистична значущість виявлених трендів

Показник за проміжок часу		Рівняння лінійного тренду	R ²	R	σ _R	2σ _R	Статистична значимість тренду
Повторюваність штилів за місяць	Січень	$y = -0,0154x + 0,3832$	0,7523	0,8674	0,0516	0,1033	значимий
	Лютий	$y = -0,0151x + 0,39$	0,5813	0,7624	0,0873	0,1746	значимий
	Березень	$y = -0,0107x + 0,3482$	0,5695	0,7547	0,0898	0,1795	значимий
	Квітень	$y = -0,015x + 0,4253$	0,6061	0,7785	0,0821	0,1643	значимий
	Травень	$y = -0,0122x + 0,4255$	0,7045	0,8393	0,0616	0,1232	значимий
	Червень	$y = -0,0119x + 0,4366$	0,4441	0,6664	0,1159	0,2318	значимий
	Липень	$y = -0,0157x + 0,5435$	0,4212	0,6490	0,1207	0,2414	значимий
	Серпень	$y = -0,0136x + 0,5318$	0,4625	0,6801	0,1121	0,2242	значимий
	Вересень	$y = -0,0171x + 0,5529$	0,5946	0,7711	0,0845	0,1691	значимий
	Жовтень	$y = -0,0119x + 0,443$	0,3928	0,6267	0,1266	0,2532	значимий
	Листопад	$y = -0,0074x + 0,2944$	0,2197	0,4687	0,1627	0,3254	значимий
	Грудень	$y = -0,0101x + 0,3138$	0,4042	0,6358	0,1242	0,2485	значимий
Повторюваність штилів за рік		$y = -0,013x + 0,424$	0,7153	0,8458	0,0594	0,1187	значимий

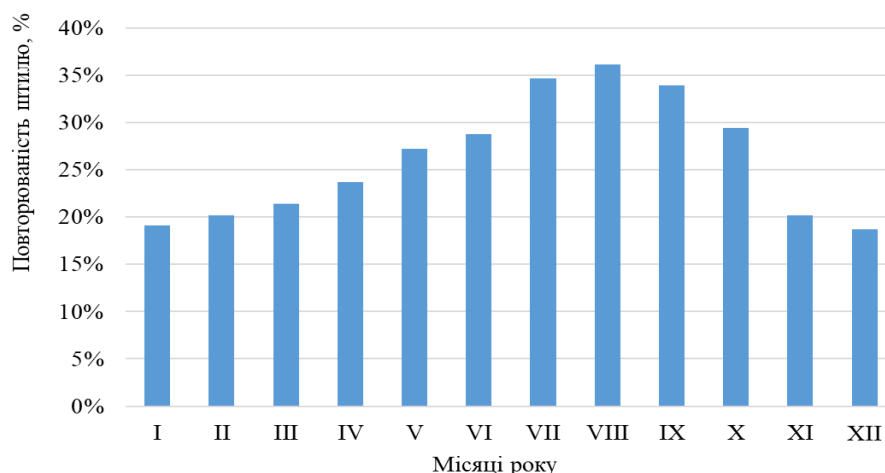


Рис. 5. Річний режим повторюваності штилів на метеостанції Луцьк (за період 2001–2024 рр.)

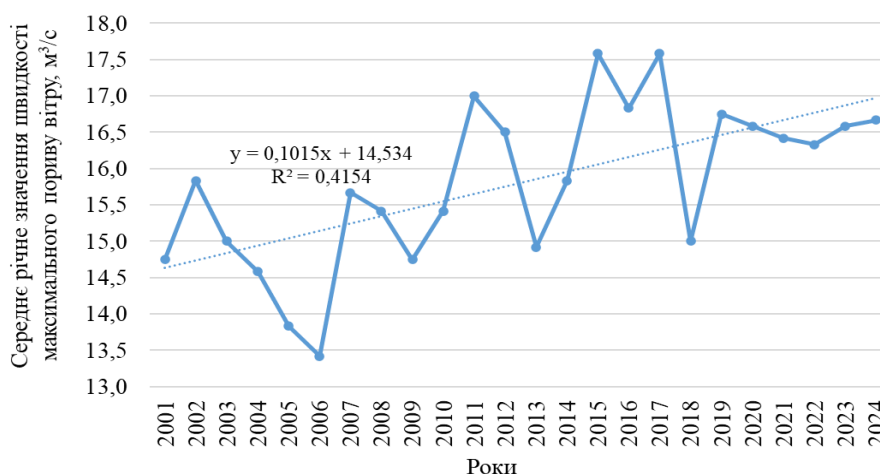


Рис. 6. Тенденції багаторічних коливань середніх річних значень максимальної швидкості вітру на метеостанції Луцьк (2001–2024 рр.)

Таблиця 3

Тенденції змін максимальної швидкості вітру упродовж 2001–2024 рр.
на метеостанції Луцьк і значущість виявлених трендів

Показник за проміжок часу	Рівняння лінійного тренду	R ²	R	σ _R	2σ _R	Статистична значимість тренду	
Швидкість максимального пориву вітру	Січень	$y = 0,0787x + 14,891$	0,0291	0,1706	0,2024	0,4049	Незначимий
	Лютий	$y = 0,1574x + 13,949$	0,1105	0,3324	0,1855	0,3709	Незначимий
	Березень	$y = 0,1265x + 15,793$	0,0768	0,2771	0,1925	0,3850	Незначимий
	Квітень	$y = 0,203x + 13,254$	0,2302	0,4798	0,1605	0,3210	Значимий
	Травень	$y = 0,0539x + 15,826$	0,031	0,1761	0,2021	0,4041	Незначимий
	Червень	$y = 0,1617x + 13,728$	0,1807	0,4251	0,1708	0,3417	Значимий
	Липень	$y = 0,1904x + 13,37$	0,1841	0,4291	0,1701	0,3403	Значимий
	Серпень	$y = -0,043x + 15,246$	0,0185	0,1360	0,2047	0,4093	Незначимий
	Вересень	$y = 0,0726x + 13,384$	0,0443	0,2105	0,1993	0,3986	Незначимий
	Жовтень	$y = 0,113x + 14,42$	0,0776	0,2786	0,1923	0,3847	Незначимий
	Листопад	$y = 0,0152x + 15,601$	0,0009	0,0300	0,2083	0,4167	Незначимий
	Грудень	$y = 0,0883x + 14,938$	0,0571	0,2390	0,1966	0,3932	Незначимий
Середньорічна максимальна швидкість вітру	$y = 0,1015x + 14,534$	0,4154	0,6445	0,1219	0,2438	Значимий	
Найбільше значення максимальної швидкості вітру за рік	$y = 0,1248x + 19,399$	0,141	0,3755	0,1791	0,3582	Значимий	

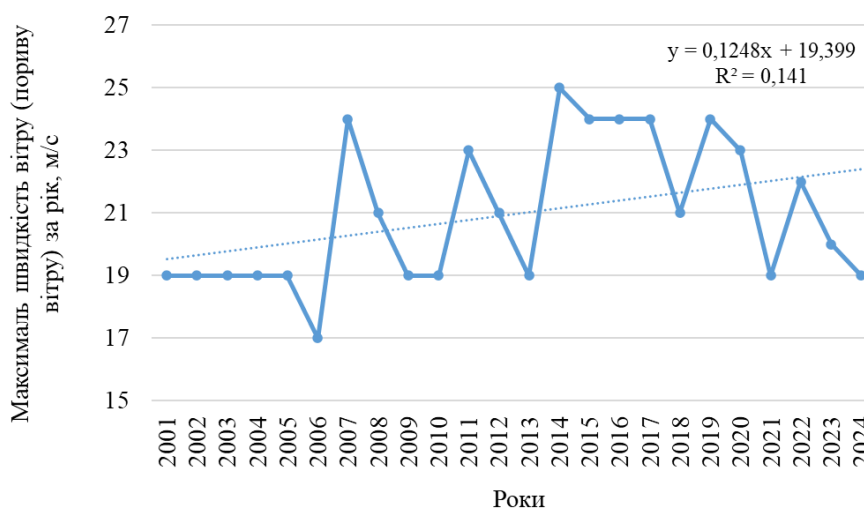


Рис. 7. Тенденції багаторічних коливань найбільших значень максимальної швидкості вітру за рік на метеостанції Луцьк (2001–2024 рр.)

Статистично значуще зростання кількості днів зі швидкістю вітру 15 м/с і більше характерне для квітня, травня, липня, жовтня та в цілому за рік (табл. 5). Упродовж року найбільше днів зі швидкістю вітру ≥ 10 м/с спостерігається в березні й квітні, найменше – у вересні; найбільше днів зі швидкістю вітру ≥ 15 м/с – у березні, найменше – у серпні й вересні (рис. 10).

Обговорення

Проведений аналіз майже 70000 записів даних строкових метеоспостережень на метеостанції Луцьк для визначення таких показників вітрового режиму, як напрямки вітру, повторюваність штилів, середня швидкість вітру, а також близько 9000 записів даних для вивчення динаміки змін максимальної швидкості вітру, кількості днів

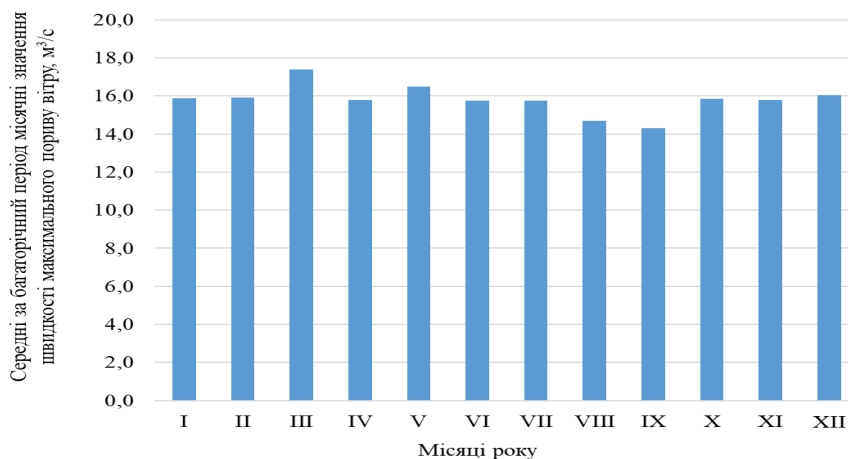


Рис. 8. Річний розподіл середніх за багаторічний період значень максимальної швидкості вітру на метеостанції Луцьк (за період 2001–2024 рр.)

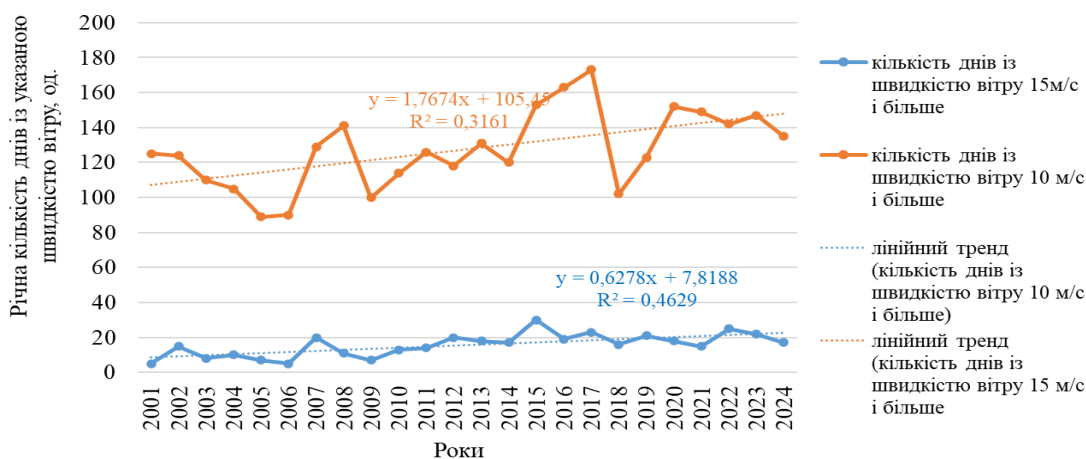


Рис. 9. Тенденції багаторічних змін кількості днів зі швидкостями вітру ≥ 10 м/с і ≥ 15 м/с на метеостанції Луцьк (2001–2024 рр.)

Таблиця 4

Тенденції змін кількості днів зі швидкістю ≥ 10 м/с упродовж 2001–2024 рр. на метеостанції Луцьк і статистична значущість виявлених трендів

Показник за проміжок часу	Рівняння лінійного тренду	R^2	R	σ_R	$2\sigma_R$	Статистична значимість тренду	
Місячні суми днів	Січень	$y = 0,2361x + 8,4239$	0,1125	0,3354	0,1851	0,3701	Незначимий
	Лютий	$y = 0,3417x + 5,6449$	0,2153	0,4640	0,1636	0,3272	Значимий
	Березень	$y = 0,1717x + 11,395$	0,0652	0,2553	0,1949	0,3898	Незначимий
	Квітень	$y = 0,397x + 8,8297$	0,3596	0,5997	0,1335	0,2671	Значимий
	Травень	$y = 0,0478x + 13,069$	0,0098	0,0990	0,2065	0,4129	Незначимий
	Червень	$y = -0,0817x + 12,022$	0,0366	0,1913	0,2009	0,4018	Незначимий
	Липень	$y = 0,2248x + 7,6486$	0,174	0,4171	0,1722	0,3445	Значимий
	Серпень	$y = 0,0178x + 7,9022$	0,0014	0,0374	0,2082	0,4164	Незначимий
	Вересень	$y = 0,2113x + 5,1087$	0,1544	0,3929	0,1763	0,3526	Значимий
	Жовтень	$y = 0,1157x + 7,8043$	0,0305	0,1746	0,2022	0,4043	Незначимий
	Листопад	$y = 0,0057x + 8,6377$	8E-05	-	-	-	-
	Грудень	$y = 0,0796x + 8,9638$	0,029	0,1703	0,2025	0,4049	Незначимий
Сума днів за рік	$y = 1,7674x + 105,45$	0,3161	0,5622	0,1426	0,2852	Значимий	

зі швидкостями вітру ≥ 10 м/с та ≥ 15 м/с, дозволив вперше комплексно охарактеризувати сучасний вітровий режим міста та визначити тенденції його змін.

Побудована роза вітрів засвідчує зміну конфігурації вітрового режиму порівняно з другою половиною ХХ ст.: якщо раніше переважали вітри західного, північно-західного, південно-східного й південного напрямків (Геренчук, 1975), то тепер домінують західний, східний, південно-західний та північно-західний напрямки. Зростання повторюваності вітрів східних румбів у Луцьку, ймовірно, пов'язане зі змінами великомасштабної атмосферної

циркуляції над Європою (Zeng et al., 2019; Wohland et al., 2021).

Середньорічна швидкість вітру в Луцьку (2,7 м/с) є невеликою і виявляє низхідну тенденцію впродовж досліджуваного періоду, що узгоджується з глобальним явищем уповільнення приземного вітру над суходолом (terrestrial stilling), зафіксованим у численних регіонах світу (Zeng et al., 2019).

Разом із тим статистично значущими виявились зміни не середньої швидкості, а саме екстремальних показників вітрового режиму: зростають максимальна швидкість вітру, кількість днів із швидкостями вітру ≥ 10 м/с та ≥ 15 м/с, суттєво знижується повторюваність

Таблиця 5

Тенденції змін кількості днів зі швидкістю ≥ 15 м/с упродовж 2001–2024 рр. на метеостанції Луцьк і значущість виявлених трендів

Показник за проміжок часу	Рівняння лінійного тренду	R ²	R	σ_R	$2\sigma_R$	Статистична значимість тренду	
Місячні суми днів	Січень	$y = 0,03x + 1,4167$	0,0075	0,0866	0,2070	0,4139	Незначимий
	Лютий	$y = 0,0609x + 0,7391$	0,1014	0,3184	0,1874	0,3747	Незначимий
	Березень	$y = 0,08x + 1,1667$	0,0756	0,2750	0,1928	0,3855	Незначимий
	Квітень	$y = 0,103x + 0,1703$	0,1851	0,4302	0,1699	0,3398	Значимий
	Травень	$y = 0,0561x + 0,5906$	0,1342	0,3663	0,1805	0,3611	Значимий
	Червень	$y = 0,0335x + 0,7065$	0,045	0,2121	0,1991	0,3983	Незначимий
	Липень	$y = 0,0639x + 0,1594$	0,1622	0,4027	0,1747	0,3494	Значимий
	Серпень	$y = 0,0048x + 0,5652$	0,0011	0,0332	0,2083	0,4166	Незначимий
	Вересень	$y = 0,0322x + 0,3478$	0,0366	0,1913	0,2009	0,4018	Незначимий
	Жовтень	$y = 0,1061x - 0,1594$	0,2339	0,4836	0,1597	0,3195	Значимий
	Листопад	$y = 0,0283x + 1,1051$	0,0139	0,1179	0,2056	0,4112	Незначимий
	Грудень	$y = 0,0291x + 1,0109$	0,0182	0,1349	0,2047	0,4094	Незначимий
Сума днів за рік	$y = 0,6278x + 7,818$	0,4629	0,6804	0,1120	0,2240	Значимий	

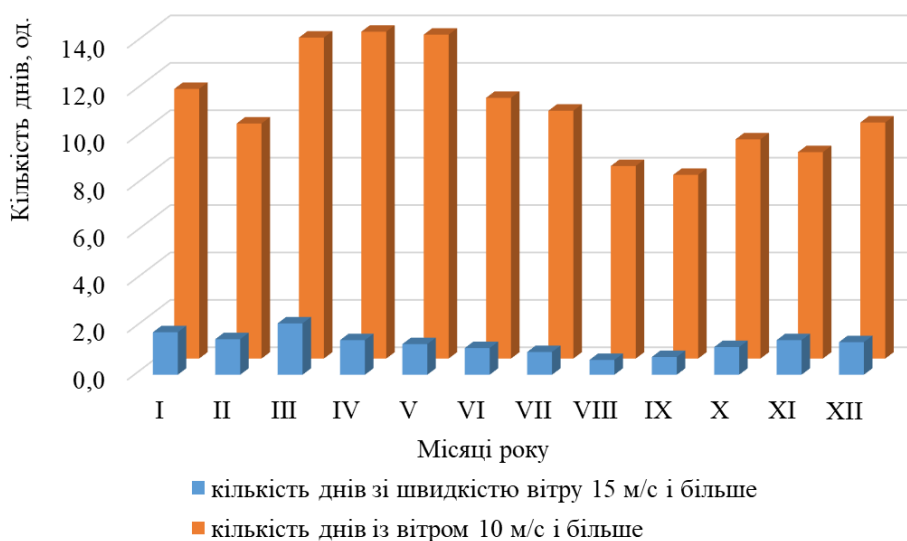


Рис. 10. Річний розподіл кількості днів зі швидкостями вітру ≥ 10 м/с та ≥ 15 м/с на метеостанції Луцьк (за період 2001–2024 рр.)

штилів. Це підтверджує сучасні уявлення про складний і регіонально неоднорідний характер трансформацій вітрового режиму, коли зміни проявляються не стільки у середніх значеннях, скільки у перерозподілі їх повторюваності, зростанні мінливості екстремальних значень (Zeng et al., 2019; Wohland et al., 2021).

Висновки

Комплексний аналіз вітрового режиму метеостанції Луцьк за 2001–2024 рр. дозволив встановити усереднені значення його характеристик і тенденції їх змін в часі. Порівняно з ХХ ст., у ХХІ ст. повторюваність західних вітрів залишилась на тому ж рівні (18–19 %), тоді як повторюваність вітрів східного та південно-західного напрямків дещо зросла. Середньорічна швидкість вітру в Луцьку невелика – 2,7 м/с і зменшується упродовж 2001–2024 рр., хоча в січні, лютому, квітні та вересні простежується деяке зростання середніх швидкостей вітру. Середня за досліджуваний період місячна швидкість максимального пориву вітру складає 15,8 м/с, а найбільше значення максимальної швидкості вітру – 25 м/с (березень 2014 року). У середньому за рік у Луцьку налічується 127,5 діб зі швидкістю

вітру ≥ 10 м/с і 15,7 діб зі швидкістю вітру ≥ 15 м/с. Статистично значимими є зміни річних величин усіх аналізованих показників, крім середньої швидкості вітру. У розрізі місяців переважно статистично значущі тенденції змін вітрового режиму характерні для квітня та липня. Квітень – місяць, якому властиві зростання середньої швидкості вітру, швидкості максимальних поривів, кількості днів із вітром зі швидкостями ≥ 10 м/с та ≥ 15 м/с, а також зменшення повторюваності штилів. Щодо протилежної тенденції (зменшення середньої швидкості вітру і максимальної швидкості вітру), то такою характеризується серпень. У цілому впродовж року зазвичай найбільш «вітряними» є березень і квітень, а найбільш «тихі» в цьому плані – серпень і вересень.

У перспективі досліджень доцільним бачиться вивчення змін вітрового режиму в розрізі сезонів. Інформативним може бути також аналіз зв'язку вітрового та температурного режимів, вітрового режиму та режиму зволоження тощо. Дослідження вітрового режиму на інших метеостанціях області дозволить виявити його просторові особливості в регіоні.

Список використаної літератури

- Веклич Ю. М. Геоологій морфо-літогенез та методологічні аспекти його дослідження: монографія. Київ: УкрДГРІ, 2018. 254 с.
- Звіт про науково-дослідну роботу «Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату». Київ: УкрГМІ, 2013. 228 с.
- Івус Г. П., Агайар Е. В., Гурська А. М., Семергей-Чумаченко А. Б. Циркуляційні умови виникнення сильного та стихійного вітру над південним заходом України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. №17. С. 38–49.
- Кульбіда М. І., Єлістратова Л. О., Барабаш М. Б. Сучасний стан клімату України. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2013. Вип. 35. С. 118–130.
- Ліпінський В. М., Дячук В. А., Бабіченко В. М. Клімат України. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
- Осадчий В. І., Скриник О. Я., Ошурок Д. О., Скриник О. А. Вітрові ресурси Тернопільської області. *Геоінформатика*. 2017. № 4(64). С. 48–56.
- Павловська Т. С., Білецький Ю. В., Валянський С. В. Просторовий розподіл і режим випадання атмосферних опадів у Волинській області. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2024а. Вип. 3. С. 13–23. DOI: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.02>
- Павловська Т. С., Климюк І. В., Білецький Ю. В., Геналюк Р. М. Вітровий режим на метеостанції Луцьк (2001–2018 рр.). *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток території Землі: наслідки та шляхи вирішення*: зб. наук. праць III Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Херсон, 11–12 червня 2020 року). Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2020. С. 189–192.
- Павловська Т. С., Кондратчук О. В., Михалюк А. М., Ройко С. Р. Режим випадання опадів на метеостанції Луцьк упродовж 2001–2022 рр. *Raccolta di articoli scientifici «ЛОГОΣ»*. Bologna-Vinnitsya, 2024б. С. 385–390. DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-15.11.2024.085>
- Павловська Т. С., Стельмах В. Ю. 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. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-499-3-4>.

Павловська Т. С., Стельмах В. Ю., Рудик О. В., Нікон О. Просторово-часова динаміка змін сезонних значень відносної вологості повітря у Волинській області. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2025. Вип. 5(5). С. 35–43. DOI: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2025.5.03>

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

Природа Волинської області / за ред. К. І. Геренчука. Львів: Вид. об'єднання «Вища школа». 1975. 147 с.

Решетченко С. І. Дослідження вітрового режиму на території Харківської області на початку XXI століття». *Вісник ХНУ ім. Каразіна*. 2013. №1049. С. 160–164.

Стельмах В., Павловська Т., Жданюк Б. Хмарність на метеостанції Луцьк і тенденції її змін упродовж 2001–2020 рр. *Український журнал природничих наук*. Одеса: Гельветика, 2025. № 13. С. 199–211. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.18>

Федонюк В. В., Панькевич С. Г., Федонюк М. А. Вітровий режим та вітроенергетичний потенціал Луцька. *Екологічні науки*. 2024. № 1(52). С. 156–163. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.24>

Фоменко С. О. Вплив зміни клімату на вітровий режим на території України. *Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті євроінтеграції України : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. : до дня пам'яті Ф. В. Стольберга (Харків, 05–06 листопада) 2024 р.* Харків, 2024. С. 81–83.

Deng K., Li Z., Zhu C., Wu J., Chen H. Global near-surface wind speed changes over the last four decades based on observations and reanalysis data. *Journal of Climate*. 2021. Vol. 34, № 6. P. 2345–2362. DOI: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0310.1>

Fedoniuk V., Pankevich A., Fedoniuk M., Pankevich S. Analysis of the wind regime of Lutsk in the context of regional manifestations of climate changes. *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University Series Geography*. 2024. Vol. 56. No. 1. P. 27–34. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.24.1.4>

Jacob D. J. *Introduction to Atmospheric Chemistry*. Princeton: Princeton University Press, 1999. 266 p.

Jacob D. J., Winner D. A. Effect of climate change on air quality. *Atmospheric Environment*. 2009. Vol. 43, № 1. P. 51–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.051>

Laurila T. K., Pickup G., Davidson N. E., McGrath R. Climatology, variability, and trends in near-surface wind speed over land. *International Journal of Climatology*. 2021. Vol. 41, № 5. P. 2136–2154. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.6957>

McVicar T. R., Roderick M. L., Donohue R. J., Li L. T., Van Niel T. G., Thomas A., Grieser J., Jhajharia D., Himri Y., Mahowald N. M., Mescherskaya A. V., Kruger A. C., Rehman S., Dinpashoh Y. Global review and synthesis of trends in observed terrestrial near-surface wind speeds: Implications for evaporation. *Journal of Hydrology*. 2012. Vol. 416–417. P. 182–205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.10.024>

Vautard R., Cattiaux J., Yiou P., Thépaut J.-N., Ciais P. Northern Hemisphere atmospheric stilling partly attributed to an increase in surface roughness. *Nature Geoscience*. 2010. Vol. 3. P. 756–761. DOI: <https://doi.org/10.1038/ngeo979>

Wohland J., Folini D., Pickering B. Wind speed stilling and its recovery due to internal climate variability. *Earth System Dynamics*. 2021. Vol. 12. P. 1239–1251. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-12-1239-2021>

Zeng Z., Ziegler A. D., Searchinger T., Yang L., Chen A., Ju K., Piao S., Li L. A reversal in global terrestrial stilling and its implications for wind energy production // *Nature Climate Change*. 2019. Vol. 9. P. 979–985. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0622-6>

References

Veklych, Yu. M. (2018). Heoeolovyi morfo-litohenz ta metodolohichni aspekty yoho doslidzhennia [Geoeolian morpho-lithogenesis and methodological aspects of its research]. UkrDHRI. [in Ukrainian]

UkrHMI. (2013). Zvit pro naukovu-doslidnu robotu «Provedennia prostorovoho analizu zmin vodnogo rezhymu baseyniv poverkhnevnykh vodnykh ob'ektiv na terytorii Ukrainy vnaslidok zminy klimatu» [Report on research work «Spatial analysis of changes in the water regime of surface water body basins in Ukraine due to climate change»]. [in Ukrainian]

- Ivus, H. P., Ahayar, E. V., Hurska, L. M., & Semerehei-Chumachenko, A. B. (2016). Tsyrculiatsiini umovy vynyknennia sylnoho ta stykhiinoho vitru nad pivdennym zakhodom Ukrainy [Circulation conditions for the occurrence of strong and violent winds over southwestern Ukraine]. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal [Ukrainian Hydrometeorological Journal]*, (17), 38–49. [in Ukrainian]
- Kulbida, M. I., Yelistratova, L. O., & Barabash, M. B. (2013). Suchasnyi stan klimatu Ukrainy [Current state of Ukraine's climate]. *Problemy okhorony navkolishnoho pryrodnoho seredovyscha ta ekolohichnoi bezpeky [Problems of Environmental Protection and Ecological Safety]*, (35), 118–130. [in Ukrainian]
- Lipinskyi, V. M., Diachuk, V. A., & Babichenko, V. M. (2003). Klimat Ukrainy [Climate of Ukraine]. Vyd-vo Raievskoho. [in Ukrainian]
- Osadchyi, V. I., Skrynyk, O. Ya., Oshurok, D. O., & Skrynyk, O. A. (2017). Vitrovi resursy Ternopilskoi oblasti [Wind resources of Ternopil region]. *Heoinformatyka [Geoinformatics]*, (4(64)), 48–56. [in Ukrainian]
- Pavlovska, T. S., Biletskyi, Yu. V., & Valianskyi, S. V. (2024a). Prostorovyi rozpodil i rezhym vypadannia atmosferynykh opadiv u Volynskii oblasti [Spatial distribution and regime of atmospheric precipitation in Volyn region]. *Heohrafichnyi chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky [Geographical Journal of Lesya Ukrainka Volyn National University]*, (3), 13–23. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.02>
- Pavlovska, T. S., Klymiuk, I. V., Biletskyi, Yu. V., & Henaliuk, R. M. (2020). Vitrovi rezhym na meteostantsii Lutsk (2001–2018 rr.) [Wind regime at the Lutsk meteorological station (2001–2018)]. *In Vplyv klimatychnykh zmin na prostоровi rozvytok terytorii Zemli: naslidky ta shliakhy vyrishennia [Impact of climate change on the spatial development of Earth's territories: consequences and solutions]: Proceedings of the III International Scientific-Practical Conference* (Kherson, June 11–12, 2020) (pp. 189–192). KhDAU. [in Ukrainian]
- Pavlovska, T. S., Kondratchuk, O. V., Mykhaliuk, A. M., & Roiko, S. R. (2024b). Rezhym vypadannia opadiv na meteostantsii Lutsk uprodovzh 2001–2022 rr. [Precipitation regime at the Lutsk meteorological station during 2001–2022]. *In Raccolta di articoli scientifici «LOGOS»* (pp. 385–390). Bologna–Vinnitsia. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-15.11.2024.085>
- Pavlovska, T. S., & Stelmakh, V. Yu. (2024). Prostorovo-chasova dynamika zmin vidnosnoi volohosti povitria u Volynskii oblasti [Spatio-temporal dynamics of relative air humidity changes in Volyn region]. *In Science, technology and innovation in the context of global transformation: Scientific monograph* (pp. 65–95). Baltija Publishing. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-499-3-4>
- Pavlovska, T. S., Stelmakh, V. Yu., Rudyk, O. V., & Nikon, O. (2025). Prostorovo-chasova dynamika zmin sezonnykh znachen vidnosnoi volohosti povitria u Volynskii oblasti [Spatio-temporal dynamics of seasonal relative air humidity changes in Volyn region]. *Heohrafichnyi chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky [Geographical Journal of Lesya Ukrainka Volyn National University]*, 5(5), 35–43. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2025.5.03>
- Pavlovska, T. S., Fedoniuk, M. A., & Rudyk, O. V. (2023). Temperaturnyi rezhym povitria u Volynskii oblasti: khronologichnyi ta khorologichnyi aspekty [Air temperature regime in Volyn region: chronological and chorological aspects]. *Heohrafichnyi chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky [Geographical Journal of Lesya Ukrainka Volyn National University]*, (1), 39–48. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04>
- Herenchuk, K. I. (Ed.). (1975). Pryroda Volynskoi oblasti [Nature of Volyn region]. Vyscha shkola. [in Ukrainian]
- Reshetchenko, S. I. (2013). Doslidzhennia vitrovoho rezhymu na terytorii Kharkivskoi oblasti na pochatku XXI stolittia [Study of wind regime in Kharkiv region at the beginning of the 21st century]. *Visnyk KhNU im. Karazina [Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University]*, (1049), 160–164. [in Ukrainian]
- Stelmakh, V., Pavlovska, T., & Zhdaniuk, B. (2025). Khmarnis na meteostantsii Lutsk i tendentsii yii zmin uprodovzh 2001–2020 rr. [Cloudiness at the Lutsk meteorological station and trends in its changes during 2001–2020]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychych nauk [Ukrainian Journal of Natural Sciences]*, (13), 199–211. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.18> [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.18>
- Fedoniuk, V. V., Pankevych, S. H., & Fedoniuk, M. A. (2024). Vitrovi rezhym ta vitroenerhetychni potentsial Lutsk [Wind regime and wind energy potential of Lutsk]. *Ekolohichni nauky [Ecological Sciences]*, (1(52)), 156–163. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.24>

Fomenko, S. O. (2024). Vplyv zminy klimatu na vitrovyy rezhyim na terytorii Ukrainy [Impact of climate change on wind regime in Ukraine]. In *Ekolohichno stalyy rozvytok urbosystem: vyklyky ta rishennia v konteksti yevrointehratsii Ukrainy: Proceedings of the All-Ukrainian scientific and practical internet conference dedicated to the memory of F. V. Stolberg* (Kharkiv, November 5–6, 2024) (pp. 81–83). Kharkiv [in Ukrainian].

Deng, K., Li, Z., Zhu, C., Wu, J., & Chen, H. (2021). Global near-surface wind speed changes over the last four decades based on observations and reanalysis data. *Journal of Climate*, 34(6), 2345–2362. DOI: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0310.1>.

Fedoniuk, V., Pankevich, A., Fedoniuk, M., & Pankevich, S. (2024). Analysis of the wind regime of Lutsk in the context of regional manifestations of climate changes. *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University Series Geography*, 56(1), 27–34. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.24.1.4>

Jacob, D. J. (1999). *Introduction to atmospheric chemistry*. Princeton University Press.

Jacob, D. J., & Winner, D. A. (2009). Effect of climate change on air quality. *Atmospheric Environment*, 43(1), 51–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.051>.

Laurila, T. K., Pickup, G., Davidson, N. E., & McGrath, R. (2021). Climatology, variability, and trends in near-surface wind speed over land. *International Journal of Climatology*, 41(5), 2136–2154. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.6957>.

McVicar, T. R., Roderick, M. L., Donohue, R. J., Li, L. T., Van Niel, T. G., Thomas, A., Grieser, J., Jhajharia, D., Himri, Y., Mahowald, N. M., Mescherskaya, A. V., Kruger, A. C., Rehman, S., & Dinpashoh, Y. (2012). Global review and synthesis of trends in observed terrestrial near-surface wind speeds: Implications for evaporation. *Journal of Hydrology*, 416–417, 182–205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.10.024>.

Vautard, R., Cattiaux, J., Yiou, P., Thepaut, J.-N., & Ciais, P. (2010). Northern Hemisphere atmospheric stilling partly attributed to an increase in surface roughness. *Nature Geoscience*, 3, 756–761. DOI: <https://doi.org/10.1038/ngeo979>.

Wohland, J., Folini, D., & Pickering, B. (2021). Wind speed stilling and its recovery due to internal climate variability. *Earth System Dynamics*, 12, 1239–1251. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-12-1239-2021>.

Zeng, Z., Ziegler, A. D., Searchinger, T., Yang, L., Chen, A., Ju, K., Piao, S., & Li, L. (2019). A reversal in global terrestrial stilling and its implications for wind energy production. *Nature Climate Change*, 9, 979–985. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0622-6>.

Дата першого надходження статті до видання: 11.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)