

CHAPTER «GEOGRAPHICAL SCIENCES»

SPATIAL AND TEMPORAL DYNAMICS OF CHANGES IN RELATIVE HUMIDITY IN THE VOLYN REGION

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ДИНАМІКА ЗМІН ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Tetiana Pavlovska¹

Valentyna Stelmakh²

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-499-3-4>

Abstract. Threats related to climate change are becoming increasingly intense, frequent, and complex. The main manifestations of these changes include rising air temperatures, increased frequency of certain atmospheric phenomena, and altered precipitation patterns, which have drawn the attention of many researchers. However, changes in relative air humidity often remain insufficiently studied. **The purpose** of this paper is to examine the annual regime, multi-year (1977–2020) dynamics, and spatial distribution of average annual, monthly, and seasonal values of relative air humidity in the Volyn region. To achieve this goal, the following tasks were defined: to review the history of foreign and domestic research on climate change, particularly focusing on the dynamics of relative air humidity in the context of global warming; to analyze the annual patterns of relative air humidity; to investigate the seasonal regime and spatio-temporal dynamics of relative air humidity in the Volyn region; to identify trends in changes in average annual and monthly relative air humidity at weather stations in the region during 1977–2020; to analyze spatial differences in relative

¹ Associate Professor, PhD (Geographical Sciences),
Department of Physical Geography,
Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine

² Associate Professor, PhD (Geographical Sciences),
Department of Physical Geography,
Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine

humidity indicators in the Volyn region during different months of the year. **Methodology.** The study employed methods of induction, deduction, synthesis, comparative analysis, and mathematical-statistical and graphical techniques (using Microsoft Excel 2019). Cartographic modeling was performed using GS Surfer. Statistical significance of trends in average annual and monthly relative humidity series was assessed by evaluating correlation coefficients (R), based on the ratio $R/\sigma R \geq \beta$. At the 5% significance level or 95% confidence interval, $\beta=2$. **The research results** indicate that the average annual relative humidity in the Volyn region during 1977–2020 was 78.5%, with a gradual decrease over time (the linear trend is statistically significant). Relative humidity is highest in November and December (87%) and lowest in April and May (70%). Among the seasons, winter exhibits the highest relative air humidity (85%), while spring shows the lowest (72%). During the studied period, a notable decline in relative air humidity was observed in summer and spring. Monthly analysis revealed decreasing trends in relative humidity in March, April, June, July, August, and September at all weather stations, while increasing trends were noted in November and December. The main trends in relative humidity changes in the Volyn region are: decreasing average annual and monthly values of relative humidity from March to September and increasing values in November and December; increasing relative air humidity during the cold season in the northern and central parts of the region (e.g., weather stations at Svityaz, Kovel, and Lyubeshiv); decreasing relative air humidity in the southern and southeastern parts of the region (e.g., weather stations at Volodymyr, Lutsk, and Manevychi) during February–October. **Value/Originality** For the first time, trends in average monthly, seasonal, and annual relative humidity values were analyzed at all weather stations in the Volyn region for the period 1977–2020. This study characterizes the annual and seasonal distribution of relative air humidity and maps the spatial differences in relative air humidity values across the region during different months of the year.

Вступ. Загрози, пов’язані із кліматичними змінами, стають все більш інтенсивними, частими й складними. Їх прояви мають потужні наслідки для людства, особливо для спільнот із значною залежністю від природних ресурсів. Оскільки найпомітнішими ефектами кліма-

тичних трансформацій є зростання температури повітря й частоти прояву певних атмосферних явищ, зміна режиму випадання опадів, то глобальні зміни саме цих кліматичних характеристик перебувають у полі зору багатьох дослідників. Дещо менше уваги приділяється вивченню регіональних і локальних змін клімату, хоча саме такий масштаб досліджень дозволяє розробляти найоптимальніші шляхи адаптації до його змін. Один із ключових метеопказників, який часто залишається поза увагою дослідників, – відносна вологість повітря. Як відомо, всі метеорологічні параметри атмосфери перебувають у тісному зв'язку, впливаючи один на одного. Відносна вологість повітря теж залежить від низки чинників. Певний вітровий режим може впливати на переміщення вологого повітря та розподіл вологи в повітрі на різних висотах. Режим зволоження прямо впливає на вологість повітря шляхом додавання або «видалення» водяної пари з атмосфери. Також на цей показник сильно впливає температура повітря й кількість опадів. Своєю чергою, відносна вологість повітря впливає на самопочуття людей, комфортність погодних умов, міцність і тривалість експлуатації різних матеріалів, термін придатності продуктів харчування, особливості перебігу фізіологічних процесів в організмах та екзогенних процесів на земній поверхні тощо [34].

Тому метою роботи є вивчення річного режиму, багаторічної (1977–2020 рр.) динаміки й просторового розподілу середньорічних, середньомісячних і сезонних значень відносної вологості повітря у Волинській області.

Для досягнення поставленої мети нами було визначено такі **завдання**:

- 1) вивчити історію зарубіжних і вітчизняних досліджень змін клімату, у тім числі динаміки відносної вологості повітря в контексті глобального потепління;
- 2) проаналізувати річний режим відносної вологості повітря у Волинській області;
- 3) дослідити сезонний режим відносної вологості повітря та його просторово-часову динаміку;
- 4) виявити тенденції змін середньорічних і середньомісячних величин відносної вологості повітря на метеостанціях (далі – МС) області впродовж 1977–2020 рр.;

5) проаналізувати просторові відмінності показників відносної вологості повітря у Волинській області у різні місяці року.

Наукова новизна роботи. Вперше: 1) досліджено тенденції змін середньомісячних, сезонних і середньорічних значень показника відносної вологості на усіх метеостанціях Волинської області впродовж 1977–2020 рр.; 2) охарактеризовано річний і сезонний розподіл відносної вологості повітря у Волинській області за багаторічний період; 3) закартографовано хорологічні відмінності значень відносної вологості повітря в регіоні в різні місяці року.

Джерелами інформаційного забезпечення дослідження слугували фондові дані Волинського обласного центру з гідрометеорології (далі – ВОЦГМ). Для досягнення поставленої мети було застосовано **комплекс методів наукового дослідження**: індукція, дедукція, синтез, порівняльний аналіз, математико-статистичний і графічний методи (з використанням табличного процесора Microsoft Excel 2019), картографічне моделювання (з використанням GS Surfer). Оцінювання статистичної значимості трендів в рядах середньорічної і середньомісячної відносної вологості повітря виконувалася за оцінкою значимості коефіцієнтів кореляції (R) залежно від співвідношення $R/\sigma_R \geq \beta$. При 5%-ому рівні значимості або при 95%-ій довірчій межі $\beta=2$. Середньоквадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R) лінійного тренду визначалася за формулою [16, с. 32]:

$$\sigma_R = (1 - R^2) / \sqrt{n - 1} \quad (1)$$

де R – коефіцієнт кореляції, n – кількість років

З історії дослідження глобальних, регіональних і локальних кліматичних змін. Наукове вивчення змін клімату розпочалося з початку XIX-го століття. Згодом більшість вчених визнала, що на глобальне потепління сильно впливають парникові гази, зумовлені господарською діяльністю. Першу організацію з питань зміни клімату ВМО – Міжурядову групу експертів з питань зміни клімату (IPCC) – створили у 1988 р. Метою її діяльності є оцінка ризиків, пов'язаних зі зміною клімату, та розроблення стратегій адаптації до них. Ця організація публікує доповіді, які вважаються найавторитетнішим джерелом інформації про сучасні трансформації клімату. Висвітленню цієї теми також присвячені журнали Nature Climate Change, Nature, Science, Climate Change, Journal of Climate та ін. [2; 11; 13]. Слід зазначити й

організацію NASA, яка на основі супутникових даних та інших інструментів розробляє кліматичні моделі та прогнози. Саме кліматолог і науковий співробітник NASA Джеймс Хенсен був одним з перших вчених, який попередив про ризики зміни клімату [10]. Значний внесок у наукове розуміння історичних змін клімату зробив і кліматолог і геофізик Майкл Манн [6]. Потенційний вплив змін клімату на навколишнє середовище, суспільство й економіку описано в книзі колективу дослідників на чолі з Jan F. Feenstra [4]. Заходи з пом'якшення наслідків зміни клімату обгрунтовано в публікації за редакцією Erik de Ruyter van Steveninck [3].

Питання зміни величин відносної вологості повітря в умовах потепління клімату вивчали Qi Wei, Junzeng Xu, Linxian Liao, Yanmei Yu, Weixuan Liu, Jing Zhou, Yimin Ding, C. Abraham, C. Goldblatt, S. Sherwood, W. Ingram, M. Roberts, P. L. Vidale, J. Hao, E. Lu [1; 5; 8; 9]. Тенденції коливань відносної вологості повітря у зв'язку зі змінами випаровування з поверхні суходолу й океанічних вод досліджували S. M. Vicente-Serrano, R. Nieto, L. Gimeno, C. Azorin-Molina, A. Drumond, A. El Kenawy, F. Dominguez-Castro, M. Tomas-Burguera, M. Peña-Gallardo [12]. Просторово-часові зміни екстремальних значень відносної вологості та їхній вплив на кліматичний комфорт відобразили в публікації K. Solaimani, S. B. Ahmadi, F. Shokrian [7].

Серед вітчизняних науковців, котрі займаються вивченням змін клімату нашої країни та їхнього впливу на природу й різні галузі економіки, такі вчені, як В. Бабіченко, М. Ваколюк, О. Власюк, В. Гавенко, О. Ганошенко, О. Ілляш, О. Киналь, Н. Лобода, Л. Малицька, В. Осадчий, А. Польовий, М. Приходько, А. Рожкова, І. Ставчук, С. Степаненко, Л. Ткач, А. Чиняк, О. Шевченко, Т. Яковшина та ін. [14; 20; 22; 24; 25; 38; 40; 42; 44; 45]. Актуальні питання щодо кліматичних змін в Україні й розробки стратегій адаптації до них відображено в працях L. Wilson, S. New, J. Daron, N. Golding [11], а також [13; 16–18].

Відносну вологість повітря в умовах кліматичних трансформацій вивчали такі українські науковці, як Т. Данова, Є. Кіптенко, Є. Мельник, Т. Музика, Л. Недострелова, Л. Ткач [15; 21; 23; 40].

Вивченням кліматичних змін у Волинській області присвячені праці Ю. Білецького, С. Валяньського, Р. Геналука, В. Климюка, О. Кондратчук, І. Мерленка, І. Нетробчук, О. Нікон, Т. Павловської, О. Рудика,

В. Стельмах, Н. Тарасюк, Ф. Тарасюка, В. Федонюк, М. Федонюка, А. Федчик та ін. [28–32; 35; 37; 39; 41].

Просторово-часову динаміку показників відносної вологості повітря у Волинській області досліджували О. Нікон, Т. Павловська, О. Рудик [33; 34].

Річний режим відносної вологості повітря у Волинській області. Середнє річне значення відносної вологості повітря у Волинській області за 1977–2020 рр. становить 78,5 %. За усередненими середньомісячними значеннями відносної вологості повітря на метеостанціях області впродовж 1977–2020 рр. можна зробити висновок, що найвологішими місяцями в області є листопад і грудень – 87 %, дещо менш вологим є січень – 85 %, найменший показник відносної вологості простежується в квітні й травні – 70 % (рис. 1).

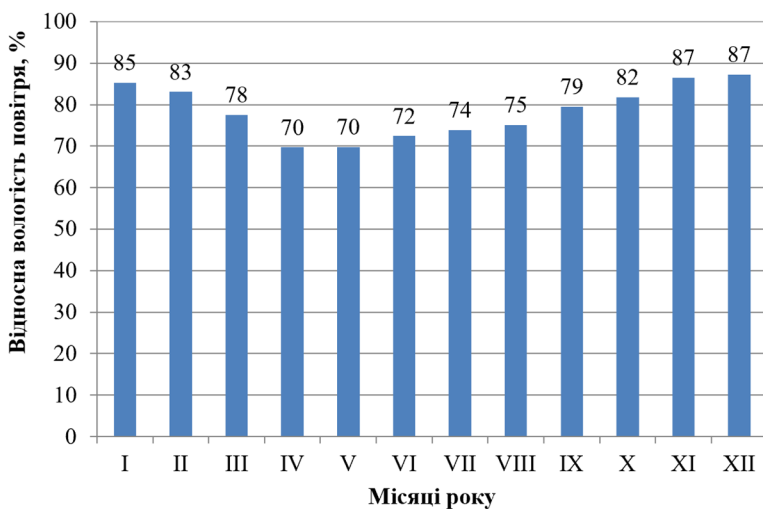


Рис. 1. Річний розподіл відносної вологості повітря у Волинській області (за усередненими даними упродовж 1977–2020 рр. по всіх метеостанціях області) [33]

З рис. 2 бачимо, що річні режими відносної вологості повітря на усіх метеостанціях області є цілком узгодженими упродовж січня –

липня, вересня – грудня, тобто лише в серпні на деяких метеостанціях помітні різноспрямовані коливання значень показника. Синхронні й синфазні коливання відносної вологості упродовж року характерні для МС Світязь і МС Любешів. Подібний між собою річний режим відносної вологості повітря мають МС Луцьк, МС Маневичі, МС Володимир, МС Ковель.

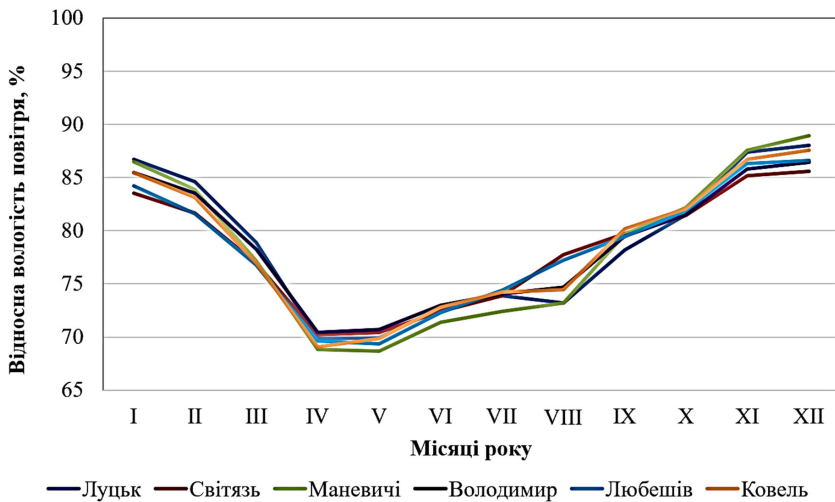


Рис. 2. Річний режим відносної вологості повітря на метеостанціях Волинської області

Сезонний розподіл відносної вологості повітря у Волинській області та його динаміка в часі. Аналізуючи сезонні відмінності показника відносної вологості у Волинській області, констатуємо, що в порядку спадання значень сезони можна розташувати таким чином: зима – 85 %, осінь – 83 %, літо – 74 % та весна – 72 % (рис. 3).

Середні в області показники відносної вологості повітря зимового й осіннього сезонів незначно зростають, їхні лінійні тренди незначимі. Лінійні тренди динаміки значень відносної вологості повітря в літній і весняний періоди значимі й указують на зменшення величин у часі (рис. 4, табл. 1).

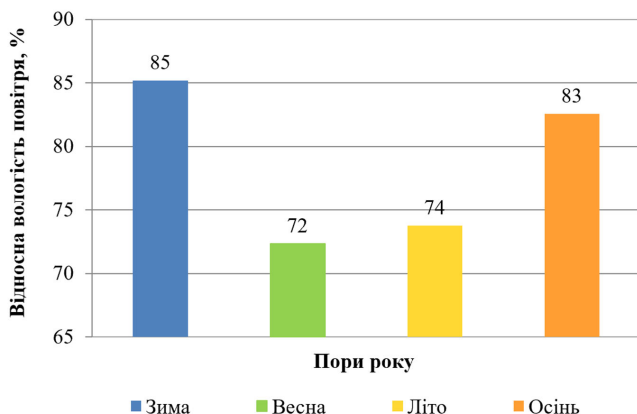


Рис. 3. Сезонний розподіл відносної вологості повітря у Волинській області (за усередненими даними упродовж 1977–2020 рр. по всіх метеостанціях)

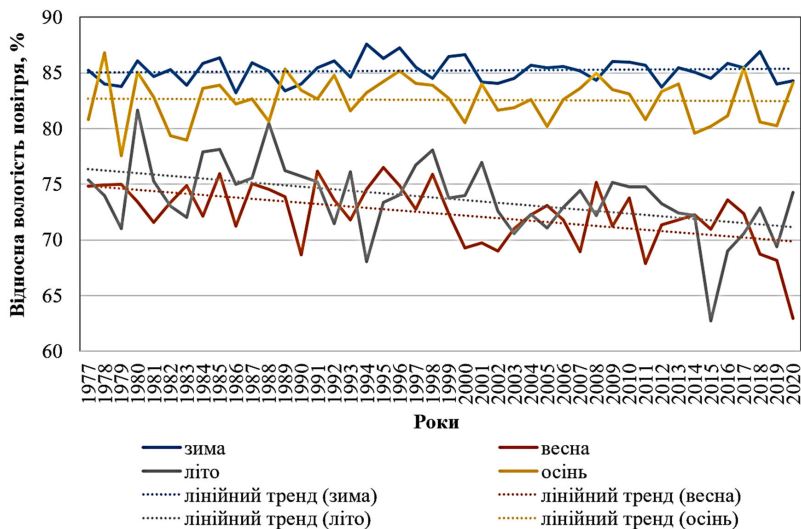


Рис. 4. Багаторічна динаміка сезонних значень відносної вологості повітря (за усередненими даними всіх метеостанцій упродовж 1977–2020 рр.)

Таблиця 1

Оцінка значущості лінійних трендів середньої відносної вологості повітря сезонів року на метеостанціях області за 1977–2020 рр.

| Характеристика | Рівняння тренду | R ² | R | σ _R | 2σ _R | Статистична значимість тренду |
|--|-------------------------|----------------|-------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| <i>Середня відносна вологість повітря зимового сезону</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = 0,0577x + 82,298$ | 0,1738 | 0,417 | 0,126 | 0,252 | Значимий |
| Любешів | $y = 0,0265x + 83,556$ | 0,0375 | 0,194 | 0,147 | 0,294 | Незначимий |
| Ковель | $y = 0,0258x + 84,804$ | 0,0471 | 0,217 | 0,145 | 0,291 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,0267x + 87,037$ | 0,0381 | 0,195 | 0,147 | 0,293 | Незначимий |
| Володимир | $y = -0,0517x + 86,328$ | 0,1457 | 0,382 | 0,130 | 0,261 | Значимий |
| Луцьк | $y = 0,0091x + 86,257$ | 0,0028 | 0,053 | 0,152 | 0,304 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = 0,0068x + 85,047$ | 0,0069 | 0,083 | 0,151 | 0,303 | Незначимий |
| <i>Середня відносна вологість повітря весняного сезону</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = -0,0463x + 73,58$ | 0,0667 | 0,258 | 0,142 | 0,285 | Незначимий |
| Любешів | $y = -0,0968x + 74,112$ | 0,1659 | 0,407 | 0,127 | 0,254 | Значимий |
| Ковель | $y = -0,0889x + 73,962$ | 0,1957 | 0,442 | 0,123 | 0,245 | Значимий |
| Маневичі | $y = -0,1439x + 74,814$ | 0,3078 | 0,555 | 0,106 | 0,211 | Значимий |
| Володимир | $y = -0,1571x + 76,675$ | 0,3571 | 0,598 | 0,098 | 0,196 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,1608x + 76,513$ | 0,3168 | 0,563 | 0,104 | 0,208 | Значимий |
| Середнє по області | $y = -0,1156x + 74,943$ | 0,2919 | 0,540 | 0,108 | 0,216 | Значимий |
| <i>Середня відносна вологість повітря літнього сезону</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = -0,0969x + 76,858$ | 0,1673 | 0,409 | 0,127 | 0,254 | Значимий |
| Любешів | $y = -0,1373x + 77,726$ | 0,2487 | 0,499 | 0,115 | 0,229 | Значимий |
| Ковель | $y = -0,0507x + 74,984$ | 0,0442 | 0,210 | 0,146 | 0,292 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,1295x + 75,23$ | 0,1371 | 0,370 | 0,132 | 0,263 | Значимий |
| Володимир | $y = -0,1712x + 77,761$ | 0,4097 | 0,640 | 0,090 | 0,180 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,1405x + 76,441$ | 0,2307 | 0,480 | 0,117 | 0,235 | Значимий |
| Середнє по області | $y = -0,121x + 76,5$ | 0,2229 | 0,472 | 0,119 | 0,237 | Значимий |
| <i>Середня відносна вологість повітря осіннього сезону</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = 0,0556x + 80,866$ | 0,1161 | 0,341 | 0,135 | 0,270 | Значимий |
| Любешів | $y = 0,0097x + 82,332$ | 0,0029 | 0,054 | 0,152 | 0,304 | Незначимий |
| Ковель | $y = 0,0447x + 81,986$ | 0,0694 | 0,263 | 0,142 | 0,284 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,0472x + 84,199$ | 0,0633 | 0,252 | 0,143 | 0,286 | Незначимий |
| Володимир | $y = -0,0393x + 83,161$ | 0,058 | 0,241 | 0,144 | 0,287 | Незначимий |
| Луцьк | $y = -0,0561x + 83,622$ | 0,0574 | 0,240 | 0,144 | 0,287 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = -0,0054x + 82,694$ | 0,0012 | 0,035 | 0,152 | 0,305 | Незначимий |

Сезонний розподіл відносної вологості повітря по метеостанціях області (рис. 5) показує, що найбільші (2 %) відмінності значень показника між метеостанціями характерні взимку й улітку, а найменші (1 %) – навесні й восени.

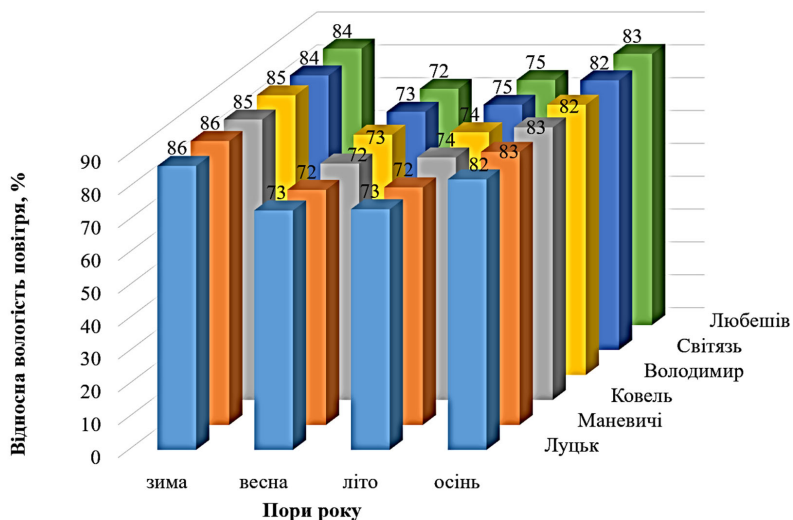


Рис. 5. Сезонний розподіл відносної вологості повітря на метеостанціях Волинської області

Незначне зростання відносної вологості повітря у зимовий період властиве усім метеостанціям, окрім МС Маневичі та МС Володимир. При цьому статистично значимі лінійні тренди характерні лише для двох метеостанцій: МС Володимир (зменшення значень) і МС Світязь (зростання значень). Весняний і літній сезони для всіх метеостанцій мають односпрямовані тенденції змін відносної вологості повітря – зменшення. Лінійні тренди усі значимі, за винятком МС Світязь (навесні) і МС Ковель (влітку). Восени в північній і центральній частинах області (МС Світязь, МС Любешів, МС Ковель) простежується зростання величин відносної вологості, а на решті території – зменшення. Лінійний тренд при цьому значимий лише для МС Світязь (див. табл. 1).

Багаторічна динаміка середньорічних значень відносної вологості повітря на метеостанціях Волинської області. Спрямування лінійних трендів (рис. 6) та їхні рівняння (табл. 2) вказують, що величини середньорічної відносної вологості повітря упродовж досліджуваного періоду помітно знижуються, особливо на МС Володимир, МС Маневичі, МС Любешів та МС Луцьк (лінійні тренди для цих метеостанцій значимі). Також на графіку чітко видно, що з 1999-го року по 2014 рік не було значних «стрибків» значень відносної вологості повітря, а 2015-ий і 2019-ий роки взагалі були «аномально» сухими (див. рис. 6).

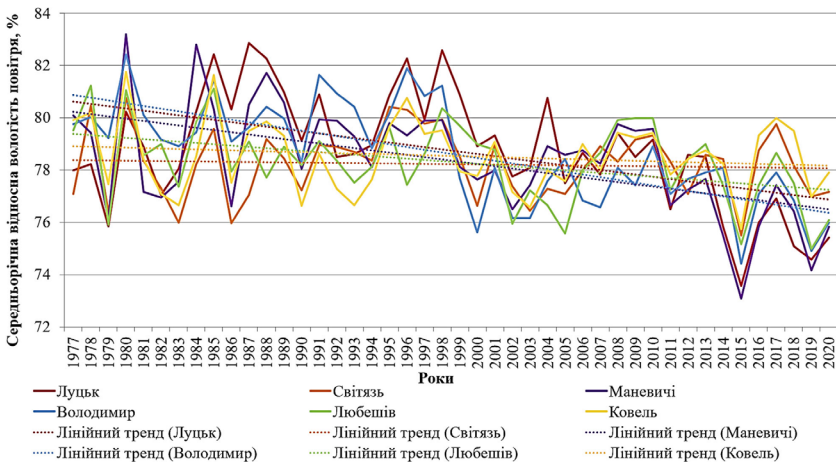


Рис. 6. Динаміка річних значень відносної вологості упродовж 1977–2020 рр. (побудовано за даними ВОЦГМ) [34]

Багаторічна динаміка середньомісячних значень відносної вологості повітря на метеостанціях Волинської області. Для вивчення динаміки середньомісячних величин відносної вологості нами для кожної метеостанції було побудовано по чотири графіки із трьома кривими (за числом місяців у сезоні), на яких відображено часову динаміку середньомісячних значень відносної вологості. Для зручності огляду результатів дослідження ми уклали таблицю,

в якій зазначили рівняння лінійних трендів динаміки місячних величин відносної вологості повітря для кожної з метеостанцій і величину вірогідності апроксимації, визначили значущість лінійних трендів (табл. 3).

Таблиця 2

**Оцінка значущості лінійних трендів
середньорічної відносної вологості повітря
на метеостанціях області за 1977–2020 рр.**

| Характеристика | Рівняння тренду | R ² | R | σ _R | 2σ _R | Статистична значимість тренду |
|---|-------------------------|----------------|-------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| <i>Середньорічна відносна вологість повітря</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = -0,0075x + 78,4$ | 0,0054 | 0,073 | 0,152 | 0,303 | Незначимий |
| Любешів | $y = -0,0495x + 79,431$ | 0,17 | 0,412 | 0,127 | 0,253 | Значимий |
| Ковель | $y = -0,0173x + 78,934$ | 0,027 | 0,164 | 0,148 | 0,297 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,0868x + 80,32$ | 0,2913 | 0,540 | 0,108 | 0,216 | Значимий |
| Володимир | $y = -0,1048x + 80,981$ | 0,4897 | 0,700 | 0,078 | 0,156 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,0871x + 80,708$ | 0,254 | 0,504 | 0,114 | 0,228 | Значимий |
| Середня по області | $y = -0,0588x + 79,796$ | 0,2743 | 0,524 | 0,111 | 0,221 | Значимий |

Як бачимо з таблиці 3, у січні відносна вологість повітря зростає на МС Світязь, МС Любешів, МС Ковель (лінійні тренди статистично значимі) і МС Луцьк (лінійний тренд незначимий), а знижується – на МС Володимир і МС Маневичі (лінійні тренди незначимі). У лютому відносна вологість повітря зростає лише на МС Світязь, на інших метеостанціях – зменшується. Лінійний тренд значимий лише для МС Володимир. У березні та квітні відносна вологість повітря стійко знижується на усіх метеостанціях. Усі лінійні тренди при цьому значимі. У травні незначне зростання відносної вологості повітря характерне для МС Світязь, МС Любешів, МС Ковель, для інших метеостанцій – спадання. Усі лінійні тренди незначимі. У червні, липні, серпні та вересні простежується зменшення відносної вологості на усіх метеостанціях. У червні лінійні тренди значимі для коливань відносної вологості повітря на МС Володимир і МС Маневичі, у липні – на МС Володимир, у серпні – значимий для усіх метеостанцій, крім МС Ковеля, у вересні – значимий для МС Маневичі, МС Воло-

димир і МС Луцьк. У жовтні відносна вологість повітря зростає на МС Світязь, МС Любешів, МС Ковель, а на інших метеостанціях – зменшується, однак усі лінійні тренди незначимі. У листопаді й грудні відносна вологість повітря зростає на усій території області. Значимими є лінійні тренди змін відносної вологості повітря у листопаді на МС Світязь і МС Ковель, у грудні – на МС Світязь (див. табл. 3).

Таблиця 3

**Оцінка значущості лінійних трендів
середньомісячних значень відносної вологості повітря
на метеостанціях області за 1977–2020 рр.**

| Характеристика | Рівняння тренду | R ² | R | σ _R | 2σ _R | Статистична значимість тренду |
|---|-------------------------|----------------|-------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у січні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = 0,0901x + 81,51$ | 0,1896 | 0,435 | 0,124 | 0,247 | Значимий |
| Любешів | $y = 0,0656x + 82,745$ | 0,1176 | 0,343 | 0,135 | 0,269 | Значимий |
| Ковель | $y = 0,0727x + 83,819$ | 0,1134 | 0,337 | 0,135 | 0,270 | Значимий |
| Маневичі | $y = -0,0068x + 86,652$ | 0,0009 | 0,030 | 0,152 | 0,305 | Незначимий |
| Володимир | $y = -0,0377x + 86,325$ | 0,0356 | 0,189 | 0,147 | 0,294 | Незначимий |
| Луцьк | $y = 0,056x + 85,453$ | 0,0385 | 0,196 | 0,147 | 0,293 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = 0,04x + 84,417$ | 0,0613 | 0,248 | 0,143 | 0,286 | Незначимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у лютому</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = 0,0203x + 81,195$ | 0,0058 | 0,076 | 0,152 | 0,303 | Незначимий |
| Любешів | $y = -0,005x + 81,71$ | 0,0004 | 0,020 | 0,152 | 0,305 | Незначимий |
| Ковель | $y = -0,031x + 83,812$ | 0,0155 | 0,124 | 0,150 | 0,300 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,0516x + 85,039$ | 0,0305 | 0,175 | 0,148 | 0,296 | Незначимий |
| Володимир | $y = -0,1058x + 85,941$ | 0,2275 | 0,477 | 0,118 | 0,236 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,0382x + 83,93$ | 0,0354 | 0,188 | 0,147 | 0,294 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = -0,0382x + 83,93$ | 0,0354 | 0,188 | 0,147 | 0,294 | Незначимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у березні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = -0,0803x + 78,768$ | 0,086 | 0,293 | 0,139 | 0,279 | Значимий |
| Любешів | $y = -0,1554x + 80,277$ | 0,2262 | 0,476 | 0,118 | 0,236 | Значимий |
| Ковель | $y = -0,15x + 80,352$ | 0,1593 | 0,399 | 0,128 | 0,256 | Значимий |
| Маневичі | $y = -0,174x + 81,105$ | 0,2075 | 0,456 | 0,121 | 0,242 | Значимий |
| Володимир | $y = -0,1917x + 82,593$ | 0,2746 | 0,524 | 0,111 | 0,221 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,1859x + 83,054$ | 0,2108 | 0,459 | 0,120 | 0,241 | Значимий |

Tetiana Pavlovska, Valentyna Stelmakh

Продовження Таблиці 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-------------------------|--------|-------|-------|-------|------------|
| Середнє по області | $y = -0,1562x + 81,025$ | 0,2426 | 0,493 | 0,116 | 0,231 | Значимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у квітні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = -0,1165x + 72,842$ | 0,1093 | 0,331 | 0,136 | 0,272 | Значимий |
| Любешів | $y = -0,183x + 73,77$ | 0,1937 | 0,440 | 0,123 | 0,246 | Значимий |
| Ковель | $y = -0,1535x + 72,529$ | 0,1606 | 0,401 | 0,128 | 0,256 | Значимий |
| Маневичі | $y = -0,2284x + 73,994$ | 0,2402 | 0,490 | 0,116 | 0,232 | Значимий |
| Володимир | $y = -0,2264x + 75,542$ | 0,2617 | 0,512 | 0,113 | 0,225 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,2553x + 75,624$ | 0,2617 | 0,512 | 0,113 | 0,225 | Значимий |
| Середнє по області | $y = -0,1939x + 74,05$ | 0,2282 | 0,478 | 0,118 | 0,235 | Значимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у травні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = 0,0579x + 69,13$ | 0,0443 | 0,210 | 0,146 | 0,291 | Незначимий |
| Любешів | $y = 0,0481x + 68,288$ | 0,0259 | 0,161 | 0,149 | 0,297 | Незначимий |
| Ковель | $y = 0,0368x + 69,006$ | 0,0132 | 0,115 | 0,150 | 0,301 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,0294x + 69,342$ | 0,0056 | 0,075 | 0,152 | 0,303 | Незначимий |
| Володимир | $y = -0,0533x + 71,89$ | 0,0217 | 0,147 | 0,149 | 0,298 | Незначимий |
| Луцьк | $y = -0,0413x + 70,862$ | 0,0131 | 0,114 | 0,151 | 0,301 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = 0,0031x + 69,753$ | 0,0001 | 0,010 | 0,152 | 0,305 | Незначимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у червні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = -0,0384x + 73,258$ | 0,0135 | 0,116 | 0,150 | 0,301 | Незначимий |
| Любешів | $y = -0,0769x + 74,033$ | 0,0447 | 0,211 | 0,146 | 0,291 | Незначимий |
| Ковель | $y = -0,0502x + 73,939$ | 0,0184 | 0,136 | 0,150 | 0,299 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,1418x + 74,554$ | 0,1003 | 0,317 | 0,137 | 0,274 | Значимий |
| Володимир | $y = -0,1463x + 76,299$ | 0,1607 | 0,401 | 0,128 | 0,256 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,113x + 75,278$ | 0,0734 | 0,271 | 0,141 | 0,283 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = -0,0944x + 74,56$ | 0,0682 | 0,261 | 0,142 | 0,284 | Незначимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у липні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = -0,0422x + 74,859$ | 0,0144 | 0,120 | 0,150 | 0,301 | Незначимий |
| Любешів | $y = -0,0732x + 76,025$ | 0,0507 | 0,225 | 0,145 | 0,290 | Незначимий |
| Ковель | $y = -0,0348x + 75,034$ | 0,0128 | 0,113 | 0,151 | 0,301 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,0567x + 73,663$ | 0,0207 | 0,144 | 0,149 | 0,299 | Незначимий |
| Володимир | $y = -0,1596x + 77,644$ | 0,222 | 0,471 | 0,119 | 0,237 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,0997x + 76,123$ | 0,0724 | 0,269 | 0,141 | 0,283 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = -0,0777x + 75,558$ | 0,0669 | 0,259 | 0,142 | 0,285 | Незначимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у серпні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = -0,2102x + 82,457$ | 0,3078 | 0,555 | 0,106 | 0,211 | Значимий |
| Любешів | $y = -0,2619x + 83,121$ | 0,3871 | 0,622 | 0,093 | 0,187 | Значимий |
| Ковель | $y = -0,0671x + 75,98$ | 0,0426 | 0,206 | 0,146 | 0,292 | Незначимий |

Chapter «Geographical sciences»

Продовження Таблиці 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|-------------------------|--------|-------|-------|-------|------------|
| Маневичі | $y = -0,19x + 77,473$ | 0,1627 | 0,403 | 0,128 | 0,255 | Значимий |
| Володимир | $y = -0,2078x + 79,341$ | 0,3482 | 0,590 | 0,099 | 0,199 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,2086x + 77,922$ | 0,247 | 0,497 | 0,115 | 0,230 | Значимий |
| Середнє по області | $y = -0,1909x + 79,382$ | 0,3181 | 0,564 | 0,104 | 0,208 | Значимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у вересні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = -0,0198x + 80,172$ | 0,0066 | 0,081 | 0,151 | 0,303 | Незначимий |
| Любешів | $y = -0,0564x + 80,7$ | 0,039 | 0,197 | 0,147 | 0,293 | Незначимий |
| Ковель | $y = -0,0027x + 80,235$ | – | – | – | – | – |
| Маневичі | $y = -0,138x + 82,778$ | 0,1485 | 0,385 | 0,130 | 0,260 | Значимий |
| Володимир | $y = -0,1039x + 81,852$ | 0,1254 | 0,354 | 0,133 | 0,267 | Значимий |
| Луцьк | $y = -0,1463x + 81,52$ | 0,1426 | 0,378 | 0,131 | 0,262 | Значимий |
| Середнє по області | $y = -0,0778x + 81,21$ | 0,0743 | 0,273 | 0,141 | 0,282 | Незначимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у жовтні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = 0,0657x + 79,939$ | 0,0485 | 0,220 | 0,145 | 0,290 | Незначимий |
| Любешів | $y = 0,0223x + 81,407$ | 0,0061 | 0,078 | 0,152 | 0,303 | Незначимий |
| Ковель | $y = 0,0474x + 81,002$ | 0,0268 | 0,164 | 0,148 | 0,297 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,03x + 82,85$ | 0,0088 | 0,094 | 0,151 | 0,302 | Незначимий |
| Володимир | $y = -0,0188x + 81,909$ | 0,0036 | 0,060 | 0,152 | 0,304 | Незначимий |
| Луцьк | $y = -0,0366x + 82,294$ | 0,0118 | 0,109 | 0,151 | 0,301 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = 0,0083x + 81,567$ | 0,0009 | 0,030 | 0,152 | 0,305 | Незначимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у листопаді</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = 0,1209x + 82,485$ | 0,2886 | 0,537 | 0,108 | 0,217 | Значимий |
| Любешів | $y = 0,0632x + 84,889$ | 0,0625 | 0,250 | 0,143 | 0,286 | Незначимий |
| Ковель | $y = 0,0895x + 84,721$ | 0,1731 | 0,416 | 0,126 | 0,252 | Значимий |
| Маневичі | $y = 0,0263x + 86,969$ | 0,0154 | 0,124 | 0,150 | 0,300 | Незначимий |
| Володимир | $y = 0,0049x + 85,722$ | 0,001 | 0,032 | 0,152 | 0,305 | Незначимий |
| Луцьк | $y = 0,0148x + 87,053$ | 0,0045 | 0,067 | 0,152 | 0,304 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = 0,0533x + 85,306$ | 0,0842 | 0,290 | 0,140 | 0,279 | Значимий |
| <i>Середньомісячна відносна вологість повітря у грудні</i> | | | | | | |
| Світязь | $y = 0,0627x + 84,188$ | 0,0801 | 0,283 | 0,140 | 0,281 | Значимий |
| Любешів | $y = 0,0188x + 86,214$ | 0,0068 | 0,082 | 0,151 | 0,303 | Незначимий |
| Ковель | $y = 0,0356x + 86,782$ | 0,0342 | 0,185 | 0,147 | 0,295 | Незначимий |
| Маневичі | $y = -0,0217x + 89,421$ | 0,0131 | 0,114 | 0,151 | 0,301 | Незначимий |
| Володимир | $y = -0,0117x + 86,719$ | 0,0017 | 0,041 | 0,152 | 0,304 | Незначимий |
| Луцьк | $y = 0,0277x + 87,438$ | 0,0107 | 0,103 | 0,151 | 0,302 | Незначимий |
| Середнє по області | $y = 0,0186x + 86,793$ | 0,0117 | 0,108 | 0,151 | 0,301 | Незначимий |

Таким чином, нами було виявлено, що на всіх метеостанціях показник відносної вологості у березні, квітні, червні, липні, серпні, вересні зменшується, в той час як в листопаді та грудні – зростає. В інші місяці року на метеостанціях області спостерігаються різноспрямовані тенденції змін відносної вологості повітря.

Просторовий розподіл відносної вологості повітря у Волинській області за місяцями року. У листопаді–березні найвищі значення відносної вологості повітря простежуються в південній та південно-східній частинах області (рис. 7–10). У квітні й травні найвищі показники характерні для північно-західної частини області (МС Володимир, МС Світязь і МС Ковель) (див. рис. 7). У червні – у західній частині області (МС Володимир і МС Ковель) (рис. 11), у липні – МС Любешів, МС Ковель, МС Володимир (див. рис. 7), у серпні найвищі значення спостерігаються в північній частині області: МС Світязь і МС Любешів (рис. 12). У вересні більш волого на МС Ковель (рис. 13), а в жовтні – на МС Ковель і МС Маневичі (рис. 14).

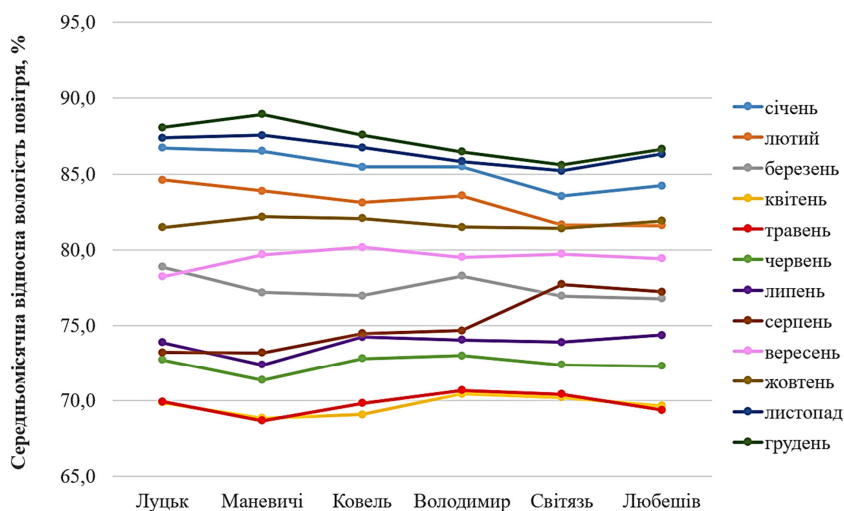


Рис. 7. Середньомісячні значення відносної вологості повітря на метеостанціях Волинської області

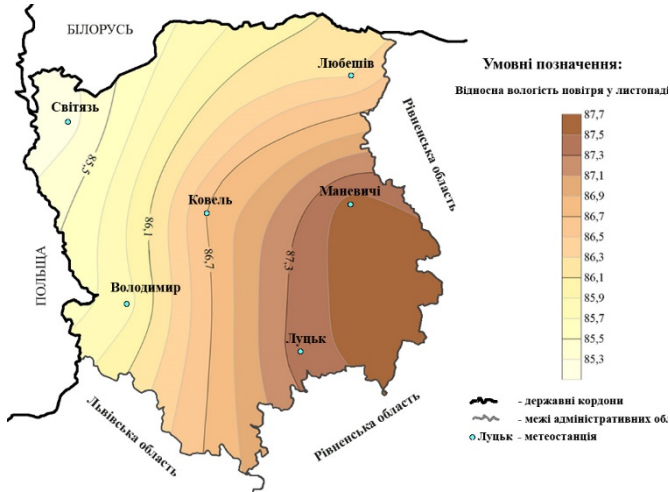


Рис. 8. Просторовий розподіл відносної вологості повітря у Волинській області у листопаді

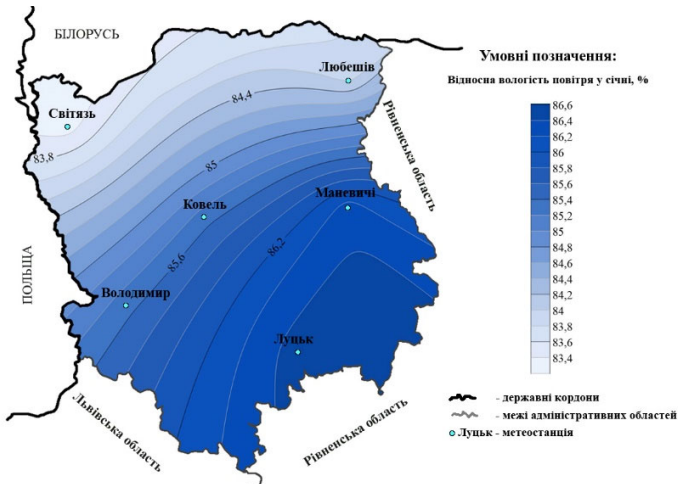


Рис. 9. Просторовий розподіл відносної вологості повітря у Волинській області в січні

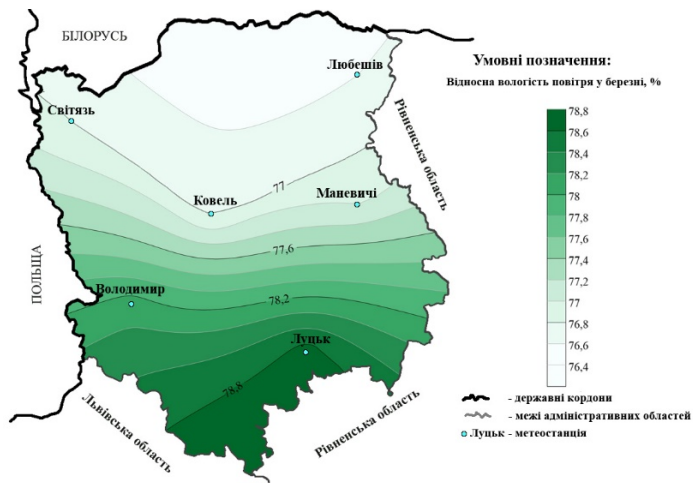


Рис. 10. Просторовий розподіл відносної вологості повітря у Волинській області в березні

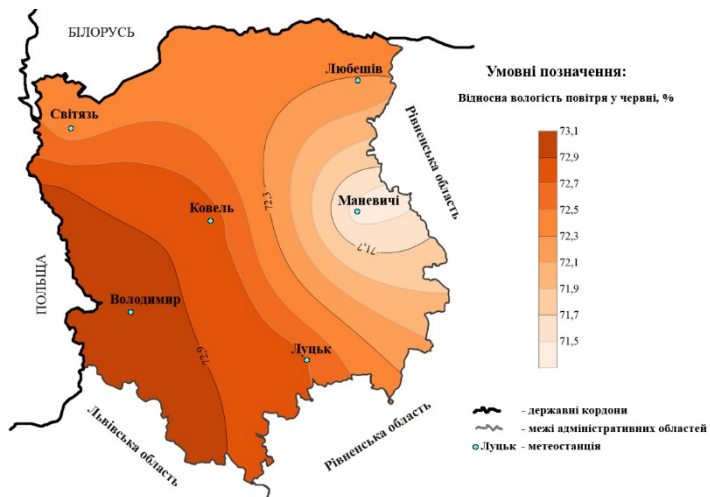


Рис. 11. Просторовий розподіл відносної вологості повітря у Волинській області в червні

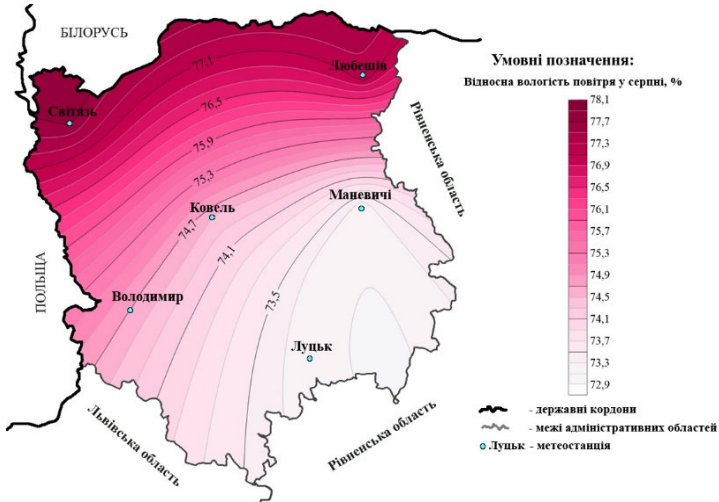


Рис. 12. Просторовий розподіл відносної вологості повітря у Волинській області в серпні

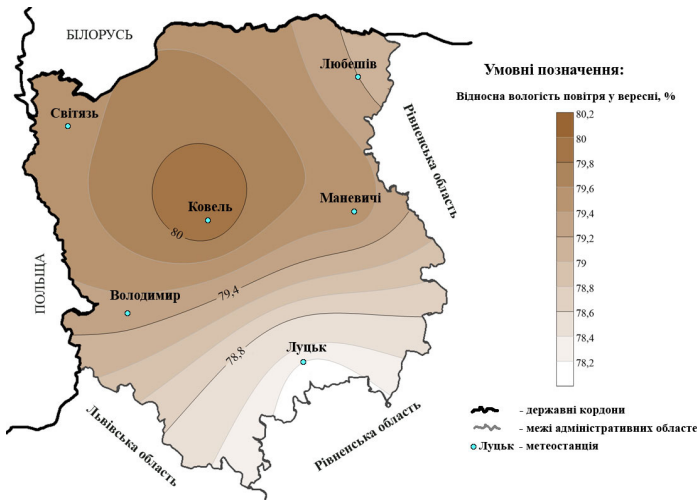


Рис. 13. Просторовий розподіл відносної вологості повітря у Волинській області у вересні

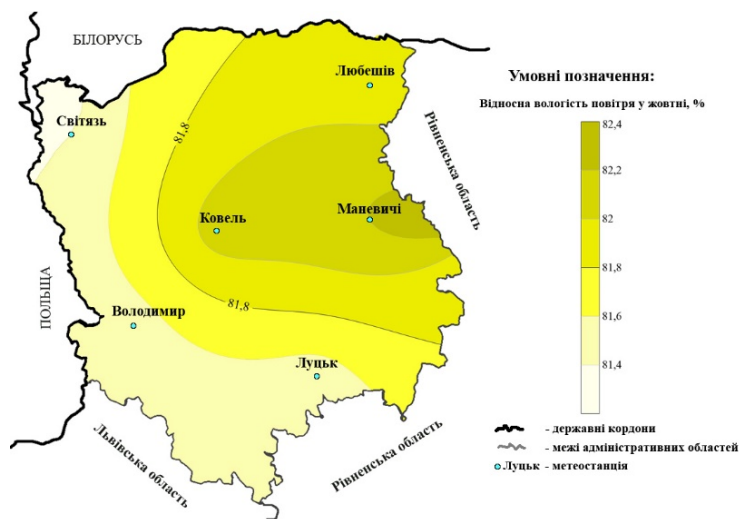


Рис. 14. Просторовий розподіл відносної вологості повітря у Волинській області у жовтні

Висновки. Середнє значення річної вологості повітря у Волинській області впродовж 1977–2020 рр. становить 78,5 % і з плином часу поступово знижується (лінійний тренд значимий). Ця тенденція характерна для усіх метеостанцій області, але статистично значимими лінійні тренди є для МС Володимир, МС Маневичі, МС Любешів та МС Луцьк. Упродовж року найбільша відносна вологість повітря в області відмічається у листопаді та грудні (87 %), найменша – у квітні й травні (70 %). Існують просторові відмінності в ході річного режиму відносної вологості повітря: коливання відносної вологості узгоджені на метеостанціях північної частини області (МС Світязь і МС Любешів) і окремо на решті території регіону (МС Луцьк, МС Маневичі, МС Володимир, МС Ковель).

Із сезонів року найбільша відносна вологість повітря характерна для зими (85 %), а найменша – для весни (72 %). Упродовж досліджуваного періоду простежується виражене зменшення відносної вологості повітря в літній і весняний періоди. Спрямування змін значень показника в зимовий та осінній сезони слабо виражені. У просто-

ровому аспекті найбільші контрасти у значеннях відносної вологості повітря спостерігаються між метеостанціями взимку й улітку, а найменші – навесні й восени. На МС Світязь статистично значимі тенденції змін значень відносної вологості повітря простежуються взимку, влітку та восени, на МС Володимир – взимку, навесні й улітку, на МС Ковель – лише навесні, на МС Любешів, МС Маневичі, МС Луцьк – навесні та влітку.

Щодо динаміки місячних значень відносної вологості повітря, то нами було виявлено, що на всіх метеостанціях у березні, квітні, червні, липні, серпні, вересні вони зменшуються, а в листопаді й грудні – зростають. В інші місяці на метеостанціях області спостерігаються різноспрямовані тенденції змін відносної вологості повітря: у січні, травні, жовтні зростання величин характерне для МС Світязь, МС Любешів і МС Ковель, а зменшення – для МС Маневичі, МС Володимир, а також (у більшості випадків) і для МС Луцьк; у лютому відносна вологість повітря незначно зростає на МС Світязь, а на інших метеостанціях – зменшується. Статистично значимим зростання показників відносної вологості повітря є у січні на МС Світязь, Любешів і Ковель, у березні та квітні – на всіх метеостанціях, у листопаді – на МС Світязь, МС Ковель, у грудні – на МС Світязь, а статистично значиме зменшення значень відбувається в лютому на МС Володимир, у червні – на МС Маневичі та Володимир, у липні – на МС Володимир, у серпні – на всіх метеостанціях, крім МС Ковеля, у вересні – на МС Маневичі, МС Володимир, МС Луцьк.

У просторовому аспекті найвищі значення відносної вологості повітря в листопаді–лютому характерні для МС Маневичі, МС Луцьк, а найменші – для МС Світязь. У березні–травні найвища відносна вологість повітря спостерігається на МС Володимир, а найменша – на МС Маневичі. У червні й липні вона найвища на МС Ковель, а найменша – на МС Маневичі. У серпні найвищою відносна вологість повітря є на МС Світязь і МС Любешів, а найменшою – на МС Луцьк і МС Маневичі. У вересні найвищі значення характерні для МС Ковель, а найнижчі – для МС Луцьк, у жовтні найвища відносна вологість простежується у МС Маневичі та МС Ковель, а найменша – на МС Світязь.

Таким чином, основними тенденціями змін відносної вологості повітря у Волинській області є: 1) зниження середньорічних і місяч-

них значень відносної вологості повітря у період з березня до вересня включно та їх зростання у листопаді й грудні; 2) зростання відносної вологості повітря у холодний сезон року в північній та центральній частині області (МС Світязь, МС Ковель, МС Любешів); 3) зниження відносної вологості повітря у південній та південно-східній частинах області (МС Володимир, МС Луцьк, МС Маневичі) у лютому–жовтні. Очевидно, виявлені тенденції мають зв'язок з режимами вітру, температури повітря й випадання опадів, континентальністю клімату, особливостями підстильної поверхні (абсолютна висота місцевості, площі водойм і водотоків, поверхонь із штучними покриттями). Як відомо, глобальне й регіональне потепління клімату, особливо в осінньо-зимовий сезон [29], зумовлює зростання випаровування з місцевих водойм та океанічних вод і, як наслідок, підвищення вологості повітря у холодний період року; інтенсивне підвищення температури навесні й улітку зменшує показники відносної вологості повітря, особливо за умови тривалих бездошових періодів. Ймовірно, на зростання відносної вологості повітря в холодний сезон року в північній та північно-західній частині області найбільший вплив має надходження насичених вологою з Атлантики панівних у цій місцевості північно-західних вітрів [19], про що свідчить зростання тут кількості опадів в останні десятиріччя [30]. Зниження відносної вологості повітря в південній та південно-східній частині області відповідає напрямку зростання континентальності клімату в регіоні й зменшенню кількості опадів в цій частині області останнім часом [30]. Таким чином, у північній та північно-західній частині області відбувається пом'якшення погодно-кліматичних умов, а в південній та південно-східній – деяка аридизація.

Для більш детального вивчення й обґрунтування отриманих результатів дослідження необхідно визначити тісноту зв'язку температури повітря й відносної вологості повітря, кількості опадів і відносної вологості повітря, детальніше дослідити вплив вітрового режиму на відносну вологість повітря. Тому з'ясування тісноти кореляційних зв'язків метеопараметрів, а також особливостей їх просторового розподілу і визначає найближчу перспективу наших досліджень змін погодно-кліматичних умов у Волинській області.

Список літератури:

1. Abraham C., Goldblatt C. A satellite climatology of relative humidity profiles and outgoing thermal radiation over Earth's oceans. *Journal of the Atmospheric Sciences*. 2022. 79 (7), 2022:2243–2265. DOI: <https://doi.org/10.1175/JAS-D-21-0270.1>
2. Climate Change (2021). *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. DOI: <https://doi.org/10.1017/978100915789>
3. De Ruyter van Steveninck E., Arrieta L., Lloyd G. J., Thevenon F., Ashpala J., Gallo I., Rais El Fenni Y. *Climate Change Adaptation and Integrated Water Resources Management*. 2018. 115 p. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29264.66560>
4. Feenstra, J. F., Burton, I., Smith, J. B., & Tol, R. S. J. *Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies*. Version 2.0, October, 1988 p. 464. URL: [https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Country%20Documents/General/UNEPHandbookEBA2ED27-994E-4538-B0F0C424C6F619FE_tcm53-102683\[1\].pdf](https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Country%20Documents/General/UNEPHandbookEBA2ED27-994E-4538-B0F0C424C6F619FE_tcm53-102683[1].pdf)
5. Hao J., Lu E. Variation of Relative Humidity as Seen through Linking Water Vapor to Air Temperature: An Assessment of Interannual Variations in the Near-Surface Atmosphere. *Atmosphere*. 2022, 13(8):1171. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos13081171>
6. Mann M. University of Pennsylvania School of Arts & Sciences Department of Earth and Environmental Science. URL: <https://earth.sas.upenn.edu/people/michael-mann>
7. Solaimani K., Ahmadi S. B., Shokriani F. The spatiotemporal trend changes of extreme temperature-humidity variables and their impact on climatic comfort changes. *Ecological Indicators*. 2024. Volume 158, 111629, ISSN 1470-160X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111629>.
8. Sherwood, S., Ingram, W., Roberts, M., Vidale, P. L. (2010). Relative humidity changes in a warmer climate. *Journal of Geophysical Research*, Issue 115. DOI: <https://doi.org/10.1029/2009JD012585>. Susan
9. Wei Q., Xu J., Liao L., Yu Y., Liu W., Zhou J., Ding, Y. Indicators for evaluating trends of air humidification in arid regions under circumstance of climate change: Relative humidity (RH) vs. Actual water vapour pressure (ea). *Ecological Indicators*. 2021. Volume 121, 107043, ISSN 1470-160X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107043>
10. Who is James E. Hansen? Greenly. institute. URL: <https://greenly.earth/en-us/blog/ecology-news/who-is-james-e.-hansen>
11. Wilson L., New S., Daron J., Golding N. *Climate Change Impacts for Ukraine*. Met Office. 2021 URL: https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/services/government/met-office_climate-change-impacts-for-ukraine_report_08dec2021_english.pdf
12. Vicente-Serrano S. M., Nieto R., Gimeno L., Azorin-Molina C., Drumond A., El Kenawy A., Dominguez-Castro F., Tomas-Burguera M., Peña-Gallardo M.:

Recent changes of relative humidity: regional connections with land and ocean processes, *Earth Syst. Dynam.*, 9, 915–937. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-9-915-2018>

13. Адаптація до зміни клімату. Карпатський Інститут Розвитку Агентство сприяння сталому розвитку Карпатського регіону «ФОРЗА» 2015. 40 с.

14. Ганошенко О. М., Гавенко В. А. Тенденції глобальних змін клімату. Тези 75-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (Полтава, 02 трав.–25 трав. 2023 р.). Полтава, 2023. Т. 1. С. 331–332.

15. Данова Т. Є., Мельник Є. А. Особливості просторово-часового розподілу аномалій температурно-вологісних характеристик повітря в північному полярному регіоні. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія. Географія. Екологія. 2013. № 39 (1084). С. 131–136.

16. Звіт про науково-дослідну роботу проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату. 2013. 228 с.

17. Зміна клімату в Україні та світі: причини, наслідки та рішення для протидії. Центр екологічних ініціатив «Екодія». URL: <https://ecoaction.org.ua/zminaklimatu-ua-ta-svit.html>

18. Зміна клімату та кліматична адаптація: всеукраїнське соціологічне опитування та рекомендовані заходи з адаптації до зміни клімату / О. Мар'юк, Т. Жавжарова, М. Цигрик, Є. Колішевський, М. Скиданюк, О. Фурсік. 2021, 139 с. URL: https://ucn.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/Zmina-klimaty-ta-klimatuchna-adaptacia_oputyvannia-UCN.pdf

19. Змодельовані історичні дані клімату і погоди. URL: <https://www.meteoblue.com/uk>

20. Киналь О. В. Тривалість та часові межі кліматичних сезонів у Чернівцях на зламі XX–XXI століть. Проблеми гірського ландшафтознавства. Львів, 2014. Вип. 1. С. 101–108.

21. Кіптенко Є. М. Вологість повітря в басейні Південного Бугу в умовах сучасного клімату. Тези доповідей Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду. Одеса : ТЕС, 2017. С. 204–205.

22. Малицька Л. В. Дискомфорт погодних умов зимового періоду в Україні. Український гідрометеорологічний журнал. 2017. № 20. С. 26–36.

23. Музика Т. А. Недострелова Л. В. Просторово-часова мінливість вологості повітря на Житомирщині. Науковий простір: актуальні питання, досягнення та інновації. V Міжнародна наукова конференція (м. Черкаси 26 травня 2023 р.). Черкаси, 2023.

24. Осадчий В. І., Бабіченко В. М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату. Український географічний журнал. Київ : Академперіодика, 2013. № 4. С. 32–39.

25. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. проф. С. М. Степаненка та проф. А. М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 694 с.

26. Павельчук Є. М., Сніжко С. І. Гідролого-гідрохімічні характеристики річок Житомирського Полісся в умовах глобального потепління. Житомир : В-во «Волинь», 2017. 244 с.

27. Павловська Т. С. Географія Волинської області: навч. посіб. / за ред. проф. І. П. Ковальчука. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. 212 с.

28. Павловська Т. С., Пархомук О. В., Нікон О. Є. Тривалість і часові рамки кліматичних сезонів на метеостанції Маневичі (Волинська область). Географія та туризм: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. Харківського національного педагогічного університету ім. Г. С. Сковороди (м. Харків, 28 лютого – 1 березня 2023 р.) / за заг. ред. Муромцевої Ю. І. Харків: ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2023. С. 209–215.

29. 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. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 1. С. 39–48. DOI: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04>

30. 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. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 3. С. 13–23. DOI: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.02>

31. 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 територій 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.

32. Павловська Т. С., Кондратчук О. В., Михалюк А. М., Ройко С. Р. 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-Vinnitsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC, 2024, 385–390. DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-15.11.2024.085>

33. Павловська Т. С., Нікон О. Є. Багаторічна (1977–2020 рр.) динаміка показників відносної вологості повітря у Волинській області. Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів: матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції / за ред. Ю. М. Барського та В. Й. Лажника, м. Луцьк, 12–14 квітня 2024 р. Луцьк : ФОП Мажула Ю. М., 2024. С. 55–58.

34. Павловська Т. С., Рудик О. В., Нікон О. Є. Просторовий розподіл та багаторічна динаміка кількості днів з низькою відотною вологістю повітря у Волинській області впродовж 2001–2020 рр. Природничо-географічні дослідження рельєфу, клімату та поверхневих вод: сучасний стан та перспективи розвитку (до 75-річчя кафедр землезнавства та геоморфології, метеорології та кліматології, гідрології та гідроекології): матеріали міжн. наук.-практ. конф. (м. Київ, 2–4 жовтня 2024 р.). Київ, 2024. С. 95–96.

35. Павловська Т. С., Федчик А. П. Динаміка тривалості сонячного сьйва у Волинській області. Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення: зб. наук. праць II Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Херсон, 13–14 червня 2019 року). Херсон : ДВНЗ «ХДАУ», 2019. С. 136–140.

36. Природа Волинської області / за ред. К. І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1975. 147 с.

37. Стельмах В. Ю., Нетробчук І. М. Особливості формування «острову тепла» над містом Нововолинськ та шляхи оптимізації мікрокліматичних змін. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2023. № 1 (вип. 54). С. 23–32. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.3>

38. Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С. та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.

39. Тарасюк Н. А., Тарасюк Ф. П. Регіональні дослідження сучасного клімату Волині. Актуальні проблеми країнознавчої науки: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції (м. Луцьк, 15–16 листопада 2016 р.) / за ред. В. Й. Лажніка. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. С. 259–263.

40. Ткач Л. Потепління клімату в Україні та його можливі наслідки. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Сер. Географія. Тернопіль : ТНПУ, 2004. Вип. 2. С. 88–95.

41. Федонюк В. В., Мерленко І. М., Федонюк М. А., Линюк Р. В., Ковальчук Н. С. Зміни агрокліматичних чинників в зоні Полісся в контексті глобального потепління (на прикладі Волинської області). Вісник Національного університету водного господарства та природокористування, 2019. Вип. 2(86). С. 124-134.

42. Чиняк А., Приходько М. Розподіл температур повітря і опадів по території України. Збірник наукових праць студентів географічного факультету. Ужгород, 2020. С. 116–120.

43. Чому клімат змінюється і цього разу це не природний процес. Центр екологічних ініціатив «Екодія». URL: https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-nepryrodnyjprotses.html?amp&gclid=EAIaIQobChMIsLfCkt7M9AIVL5BoCR0iHgE2EAAAYASAAEgJuXPD_BwE

44. Шевченко О., Власюк О., Ставчук І., Ваколюк М., Ілляш О., Рожкова А. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК). Київ: МуІаer: 2014. 74 с. URL: https://necu.org.ua/wpcontent/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf

45. Яковшина Т. Ф. Адаптація ЄС до змін клімату та стійкі урбоєкосис-теми: навчальний посібник. Дніпро : ПДАБА, 2023. 109 с.

References:

1. Abraham, C., & Goldblatt, C. (2022). A satellite climatology of relative humidity profiles and outgoing thermal radiation over Earth's oceans. *Journal of*

the Atmospheric Sciences, 79(7), 2243–2265. DOI: <https://doi.org/10.1175/JAS-D-21-0270.1>

2. Climate Change (2021). The Physical Science Baseline. Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. DOI: <https://doi.org/10.1017/978100915789>

3. De Ruyter van Steveninck, E., Arrieta, L., Lloyd, G. J., Thevenon, F., Ashipala, J., Gallo, I., & Rais El Fenni, Y. (2018). Climate change adaptation and integrated water resources management. 115 p. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29264.66560>

4. Feenstra, J. F., Burton, I., Smith, J. B., & Tol, R. S. J. (1988). Handbook on methods for climate change impact assessment and adaptation strategies (Version 2.0). October, 464 p. Retrieved May 26, 2024, from [https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Country%20Documents/General/UNEPHandbookEBA2ED27-994E-4538-B0F0C424C6F619FE_tcm53-102683\[1\].pdf](https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Country%20Documents/General/UNEPHandbookEBA2ED27-994E-4538-B0F0C424C6F619FE_tcm53-102683[1].pdf)

5. Hao, J., & Lu, E. (2022). Variation of relative humidity as seen through linking water vapor to air temperature: An assessment of interannual variations in the near-surface atmosphere. *Atmosphere*, 13(8), 1171. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos13081171>

6. Mann, M. (n.d.). University of Pennsylvania School of Arts & Sciences Department of Earth and Environmental Science. Retrieved May 14, 2024, from <https://earth.sas.upenn.edu/people/michael-mann>

7. Solaimani, K., Ahmadi, S. B., & Shokrian, F. (2024). The spatiotemporal trend changes of extreme temperature-humidity variables and their impact on climatic comfort changes. *Ecological Indicators*, 158, 111629. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111629>

8. Sherwood, S., Ingram, W., Roberts, M., & Vidale, P. L. (2010). Relative humidity changes in a warmer climate. *Journal of Geophysical Research*, 115. DOI: <https://doi.org/10.1029/2009JD012585>

9. Wei, Q., Xu, J., Liao, L., Yu, Y., Liu, W., Zhou, J., & Ding, Y. (2021). Indicators for evaluating trends of air humidification in arid regions under circumstance of climate change: Relative humidity (RH) vs. actual water vapour pressure (ea). *Ecological Indicators*, 121, 107043. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107043>

10. Who is James E. Hansen? Greenly. institute. (n.d.). URL: <https://greenly.earth/en-us/blog/ecology-news/who-is-james-e-hansen>

11. Wilson, L., New, S., Daron, J., & Golding, N. (2021). Climate change impacts for Ukraine. Met Office. Retrieved November 15, 2024, from https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/services/government/met-office_climate-change-impacts-for-ukraine_report_08dec2021_english.pdf

12. Vicente-Serrano, S. M., Nieto, R., Gimeno, L., Azorin-Molina, C., Drumond, A., El Kenawy, A., Dominguez-Castro, F., Tomas-Burguera, M., & Peña-Gallardo, M. (2018). Recent changes of relative humidity: Regional connections with land and ocean processes. *Earth System Dynamics*, 9(4), 915–937. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-9-915-2018>

13. Adaptatsiia do zminy klimatu [Adaptation to climate change]. (2015). Karpatskyi Instytut Rozvytku. Ahentsiia spriannia staloho rozvytku Karpatskoho rehionu «FORZA», 40 p. (in Ukrainian)

14. Hanoshenko, O. M., & Havenko, V. A. (2023). Tendentsii hlobalnykh zmin klimatu [Trends in global climate change]. Tezy 75-yi naukovi konferentsii profesoriv, vykladachiv, naukovykh pratsivnykiv, aspirantiv ta studentiv Natsionalnoho universytetu «Poltavska politehnika imeni Yurii Kondratiuka» 1, 331–332. Poltava. (in Ukrainian)

15. Danova, T. Ye., & Melnyk, Ye. A. (2013). Osoblyvosti prostorovo-chasovoho rozpodilu anomalii temperaturno-volohisnykh kharakterystyk povitrya v pivnichnomu polyarnomu rehioni [Features of the spatial-temporal distribution of air temperature-humidity anomalies in the northern polar region]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Serii: Heolohiya. Heohrafiya. Ekolohiya [Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: Geology. Geography. Ecology], 39(1084), 131–136. (in Ukrainian)

16. Zvit pro nauково-doslidnu robotu provedennia prostorovoho analizu zmin vodnoho rezhymu baseiniv poverkhnevnykh vodnykh ob'ektiv na terytorii Ukrainy vnaslidok zminy klimatu [Report on research work on spatial analysis of water regime changes in surface water basins in Ukraine due to climate change]. (2013). 228 p. (in Ukrainian)

17. Zmina klimatu v Ukraini ta sviti: prychny, naslidky ta rishennia dlia proty-dii [Climate change in Ukraine and the world: causes, consequences, and solutions to counteract it]. (2024). Tsentral ekolohichnykh initsiatyv «Ekodiia». Retrieved November 12, 2024, from <https://ecoaction.org.ua/zminaklimatu-ua-ta-svit.html> (in Ukrainian)

18. Zmina klimatu ta klimatychna adaptatsiia: vseukrainske sotsiolohichne opytuvannia ta rekomendovani zakhody z adaptatsii do zminy klimatu [Climate change and climate adaptation: A nationwide sociological survey and recommended adaptation measures] (2021). Retrieved November 12, 2024, from https://ucn.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/Zmina-klimaty-ta-klimatychna-adaptacia_opytuvannia-UCN.pdf (in Ukrainian)

19. Zmodelovani istorychni dani klimatu i pohody dlia Lutsk [Simulated historical climate and weather data for Lutsk]. (n.d.). Retrieved from https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/climatemodelled/lutsk_ukraine_702569 (in Ukrainian)

20. Kynal, O. V. (2014). Tryvalist ta chasovi mezi klimatychnykh sezoniv u Chernivtsiakh na zlami XX–XXI stolittia [Duration and time boundaries of climatic seasons in Chernivtsi at the turn of the 20th–21st centuries]. Problemy hirs-koho landshaftoznavstva [Problems of Mountain Landscape Science], 1, 101–108. (in Ukrainian)

21. Kiptenko, Ye. M. (2017). Volohist povitrya v baseini Pivdennoho Buha v umovakh suchasnoho klimatu [Air humidity in the Southern Bug basin under modern climate conditions]. Tezy dopovidei Pershoho Vseukrainskoho hidrometeorolohichnoho zizdu [Abstracts of the First All-Ukrainian Hydrometeorological Congress], 204–205. Odesa: TES. (in Ukrainian)

22. Malytska, L. V. (2017). Dyskomfort pohodnykh umov zymovoho periodu v Ukraini [Discomfort of weather conditions in the winter period in Ukraine]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal* [Ukrainian Hydrometeorological Journal], 20, 26–36. (in Ukrainian)

23. Muzyka, T. A., & Nedostrelova, L. V. (2023). Prostorovo-chasova minlyvist volohosti povitrya na Zhytomyrshchyni [Spatial and temporal variability of air humidity in Zhytomyr region]. *Naukovyi prostir: aktualni pytannia, dosiahnennia ta innovatsii: V Mizhnarodna naukova konferentsiia* [Scientific Space: Current Issues, Achievements and Innovations: V International Scientific Conference], May 26, 2023, Cherkasy. (in Ukrainian)

24. Osadchyi, V. I., & Babichenko, V. M. (2013). Temperatura povitrya na terytorii Ukrainy v suchasnykh umovakh klimatu [Air temperature in Ukraine under modern climate conditions]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal* [Ukrainian Geographical Journal], 4, 32–39. (in Ukrainian)

25. Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy [Assessment of the impact of climate change on the sectors of Ukraine's economy]. (2011). S. M. Stepanenko & A. M. Polovyi (Eds.). Odesa: Ekolohiya, 694 p. (in Ukrainian)

26. Pavelchuk, Ye. M., & Snizhko, S. I. (2017). Hidroloho-hidrokhimichni kharakterystyky richok Zhytomyrskoho Polissia v umovakh hlobalnoho poteplinnia [Hydrological and hydrochemical characteristics of rivers in the Zhytomyr Polissia under global warming conditions]. *Zhytomyr: V-vo «Volyn»*, 244 p. (in Ukrainian)

27. Pavlovska, T. S. (2019). *Heohrafiya Volynskoi oblasti: Navchalnyi posibnyk* [Geography of the Volyn region: Textbook]. I. P. Kovalchuk (Ed.). Lutsk: Vezha-Druk, 212 p. (in Ukrainian)

28. Pavlovska, T. S., Parkhomuk, O. V., & Nikon, O. Ye. (2023). Tryvalist i chasovi ramky klimatychnykh sezoniv na meteostantsii Manevychi (Volynska oblast) [Duration and time frames of climatic seasons at Manevychi meteorological station (Volyn region)]. *Heohrafiya ta turizm* [Geography and Tourism], Proceedings of VI All-Ukrainian Scientific-Practical Internet Conference, 209–215. Kharkiv: HNPU im. H. S. Skovorody. (in Ukrainian)

29. Pavlovska, T. S., Fedoniuk, M. A., & Rudyka, O. V. (2023). Temperaturny rezhym povitrya u Volynskii oblasti: Khronolohichnyi ta khorolohichnyi aspekty [Temperature regime of air in the 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. DOI: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04> (in Ukrainian)

30. Pavlovska, T. S., Biletskyi, Yu. V., & Valianskyi, S. V. (2023). Prostorovy rozpodil i rezhym vypadannia atmosferynykh opadiv u Volynskii oblasti [Spatial distribution and precipitation regime in the Volyn region]. *Heohrafichnyi chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky* [Geographical Journal of Lesya Ukrainka Volyn National University], 3, 13–23. DOI: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.02> (in Ukrainian)

31. Pavlovska, T. S., Klymiuk, I. V., Biletskyi, Yu. V., & Henalyuk, R. M. (2020). Vitrovyi rezhym na meteostantsii Lutsk (2001–2018 rr.) [Wind regime at

Lutsk meteorological station (2001–2018)]. Vplyv klimatychnykh zmin na prostorovy rozvytok terytoriy Zemli: Naslidky ta shliakhy vyrishennia [The impact of climate change on the spatial development of Earth's territories: Consequences and solutions], Proceedings of III International Scientific-Practical Conference, 189–192. Kherson: KhDAU. (in Ukrainian)

32. Pavlovska, T. S., Kondratchuk, O. V., Mykhaliuk, A. M., & Roiko, S. R. (2024). Rezhym vypadannia opadiv na meteostantsii Lutsk uprodovzh 2001–2022 rr. [Precipitation regime at Lutsk meteorological station during 2001–2022]. Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: Esperienza mondiale e realtà domestiche, Proceedings of VI International Scientific-Practical Conference, 385–390. Bologna-Vinnytsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC. DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-15.11.2024.085> (in Ukrainian)

33. Pavlovska, T. S., & Nikon, O. Ye. (2024). Bahatorichna (1977–2020 rr.) dynamika pokaznykiv vidnosnoi volohosti povitrya u Volynskii oblasti [Long-term (1977–2020) dynamics of relative humidity indicators in the Volyn region]. Sotsialno-heohrafichni chynnyky rozvytku rehioniv [Socio-geographical factors of regional development], Proceedings of VIII International Scientific-Practical Internet Conference, 55–58. Lutsk: FOP Mazhula Yu. M. (in Ukrainian)

34. Pavlovska, T. S., Rudyka, O. V., & Nikon, O. Ye. (2024). Prostorovy rozpodil ta bahatorichna dynamika kilkosti dnev z nyzkoiu vidnosnoiu volohistiu povitrya u Volynskii oblasti (2001–2020 rr.) [Spatial distribution and long-term dynamics of low relative humidity days in Volyn region (2001–2020)]. Pryrodnychno-heohrafichni doslidzhennia reliefu, klimatu ta poverkhnevnykh vod: Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku [Physical-geographical studies of relief, climate, and surface waters: Current state and development prospects], Proceedings of the International Scientific-Practical Conference, 95–96. Kyiv. (in Ukrainian)

35. Pavlovska, T. S., & Fedchuk, A. P. (2019). Dynamika tryvalosti sonyachnoho syayva u Volynskii oblasti [Dynamics of sunshine duration in the Volyn region]. Vplyv klimatychnykh zmin na prostorovy rozvytok terytoriy Zemli: Naslidky ta shliakhy vyrishennia [The impact of climate change on the spatial development of Earth's territories: Consequences and solutions], Proceedings of II International Scientific-Practical Conference, 136–140. Kherson: KhDAU. (in Ukrainian)

36. Pryroda Volynskoi oblasti [Nature of the Volyn region]. (1975). K. I. Herenchuk (Ed.). Lviv: Vyscha shkola, 147 p. (in Ukrainian)

37. Stelmakh, V. Yu., & Netrobchuk, I. M. (2023). Osoblyvosti formuvannia «ostrovu tepla» nad mistom Novovolynsk ta shliakhy optymizatsii mikroklimatechnykh zmin [Formation of the «heat island» over Novovolynsk and ways to optimize microclimatic changes]. Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka [Scientific Notes of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University], 1(54), 23–32. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.3> (in Ukrainian)

38. Stepanenko, S. M., Polovyi, A. M., Loboda, N. S., et al. (2015). Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy: Monohrafiia [Climate change and its impact on Ukraine's economic sectors: Monograph]. Odesa: TES, 520 p. (in Ukrainian)

39. Tarasiuk, N. A., & Tarasiuk, F. P. (2016). Rehionalni doslidzhennia suchasnoho klimatu Volyni [Regional studies of the modern climate of Volyn]. Aktualni problemy kraioznavchoi nauky: Materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii [Current Problems of Regional Science: Materials of the IV International Scientific-Practical Internet Conference], 259–263. Lutsk: Vezha-Druk. (in Ukrainian)
40. Tkach, L. (2004). Poteplinnia klimatu v Ukraini ta yoho mozhlyvi naslidky [Climate warming in Ukraine and its possible consequences]. Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Serii: Heohrafiia [Scientific Notes of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Geography], (2), 88–95. (in Ukrainian)
41. Fedoniuk, V. V., Merlenko, I. M., Fedoniuk, M. A., Lyniuk, R. V., & Kovalchuk, N. S. (2019). Zminy ahroklimatychnykh chynnykiv v zoni Polissia v konteksti hlobalnoho poteplinnia (na prykladi Volynskoi oblasti) [Changes in agroclimatic factors in the Polissia zone in the context of global warming (based on Volyn region)]. Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia [Bulletin of the National University of Water and Environmental Engineering], 2(86), 124–134. (in Ukrainian)
42. Chyniak, A., & Prykhodko, M. (2020). Rozpodil temperatur povitrya i opadiv po terytorii Ukrainy [Distribution of air temperatures and precipitation across Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prats studentiv heohrafichnoho fakultetu [Collection of Scientific Works of Students of the Faculty of Geography], 116–120. Uzhhorod. (in Ukrainian)
43. Tsentral ekologichnykh initsiatyv «Ekodiia». (2024). Chomu klimat zminiuetsia i toho razu tse ne pryrodnyi protses [Why the climate is changing, and this time it's not a natural process]. Retrieved May 21, 2024, from <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-nepryrodnyjprotses.html> (in Ukrainian)
44. Shevchenko, O., Vlasiuk, O., Stavchuk, I., Vakoliuk, M., Illyash, O., & Rozhkova, A. (2014). Otsinka vrazlyvosti do zminy klimatu: Ukraina [Vulnerability assessment to climate change: Ukraine]. Kyiv: Myflaer. Retrieved May 24, 2024, from https://necu.org.ua/wpcontent/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf (in Ukrainian)
45. Yakovshyna, T. F. (2023). Adaptatsiia YeS do zmin klimatu ta stiiki urboekosystemy: navchalnyi posibnyk [Adaptation of the EU to climate change and sustainable urban ecosystems: A textbook]. Dnipro: PDABA, 109 p. (in Ukrainian)