



Ukrainian Journal of Natural Sciences  
№ 13  
Український журнал природничих наук  
№ 13

ISSN: 2786-6335 print  
ISSN: 2786-6343 online

УДК 551.576(477.82) «2001/2020»  
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.18>

## ХМАРНІСТЬ НА МЕТЕОСТАНЦІЇ ЛУЦЬК І ТЕНДЕНЦІЇ ЇЇ ЗМІН УПРОДОВЖ 2001–2020 РОКІВ

С. В. Стельмах<sup>1</sup>, Т. С. Павловська<sup>2</sup>, Б. С. Жданюк<sup>3</sup>

Статтю присвячено дослідженню річного режиму загальної хмарності та багаторічних тенденцій змін її місячних, сезонних і річних значень на метеостанції Луцьк упродовж 2001–2020 років у контексті глобальних кліматичних змін та їхніх регіональних проявів у Волинській області. У роботі використано фондові матеріали Волинського обласного центру з гідрометеорології та застосовано математико-статистичний, графічний, системний, описовий і порівняльно-географічний методи дослідження. Установлено, що середньорічна хмарність на метеостанції становить 6,4 бала. Найвища хмарність спостерігається взимку (7,9 бала), найнижча – улітку (5,5 бала). У холодний період року (листопад – березень) хмарність становить 7,5 бала, у теплий період (квітень – жовтень) – 5,6 бала. Щодо місяців року, то максимальні значення хмарності характерні для грудня та січня (відповідно 8,0–8,1 бала), а мінімальні (5,0 балів) – у серпні. Ключовим результатом дослідження є виявлення статистично значущих трендів зростання хмарності для середньорічних значень, середніх значень хмарності холодного і теплого періодів року, зимового та літнього сезонів. Виявлена тенденція зростання хмарності свідчить про суттєві зміни кліматичних умов регіону та пояснюється фізичними механізмами розвитку кліматичних процесів, зокрема підвищенням температури атмосферного повітря, інтенсифікацією процесів випаровування та хмароутворення з подальшим перенесенням вологих повітряних мас з Атлантичного океану на схід у помірного кліматичного поясу. Отримані результати мають велике наукове та практичне значення для розуміння регіональних проявів глобальних кліматичних змін у Волинській області, розроблення адаптаційних стратегій для сільського, лісового та водного господарства регіону, а також для про-

<sup>1</sup> кандидат географічних наук,  
доцент кафедри фізичної географії  
(Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк)  
e-mail: stelmakh.valia@vnu.edu.ua  
ORCID: 0000-0002-7106-4242

<sup>2</sup> кандидат географічних наук,  
доцент кафедри фізичної географії  
(Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк)  
e-mail: pavlovskata.tatjana@vnu.edu.ua  
ORCID: 0000-0003-4931-0803

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

гнозування майбутніх змін погодно-кліматичних умов і оцінювання їхнього впливу на різні сектори економіки, стан екосистем і добробут населення.

**Ключові слова:** Волинська область, клімат, лінійний тренд, метеостанція Луцьк, хмарність, хмари, статистична значущість лінійного тренду.

## CLOUDINESS AT LUTSK WEATHER STATION AND TRENDS OF ITS CHANGES DURING 2001–2020

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

*The article is devoted to the study of the annual regime of total cloudiness and long-term trends in changes of its monthly, seasonal and annual values at Lutsk weather station during 2001–2020 in the context of global climate change and its regional manifestations in Volyn region. The work uses archival materials from the Volyn Regional Hydrometeorological Center and applies mathematical-statistical, graphical, systematic, descriptive and comparative-geographical research methods. It has been established that the average annual cloudiness at the weather station is 6,4 points. The highest cloudiness is observed in winter (7,9 points), the lowest in summer (5,5 points). During the cold period of the year (November – March) cloudiness is 7,5 points, during the warm period (April – October) – 5,6 points.*

*Regarding the months of the year, maximum cloudiness values are characteristic in December and January (respectively 8,0–8,1 points), and minimum values (5,0 points) in August. A key result of the study is the identification of statistically significant increasing trends in cloudiness for annual mean values, mean values of cloudiness during cold and warm periods of the year, winter and summer seasons. The identified trend of increasing cloudiness indicates significant changes in the climatic conditions of the region and is explained by the physical mechanisms of climate process development, particularly the increase in atmospheric air temperature, intensification of evaporation and cloud formation processes, with subsequent transport of moist air masses from the Atlantic Ocean eastward in the temperate climate zone. The obtained results have important scientific and practical significance for understanding regional manifestations of global climate change in Volyn region, developing adaptation strategies for agriculture, forestry and water management in the region, as well as for forecasting future changes in weather and climate conditions and assessing their impact on various economic sectors, ecosystem conditions and population welfare.*

**Key words:** Volyn region, climate, linear trend, Lutsk meteorological station, cloudiness, clouds, statistical significance of linear trend.

### Вступ

Глобальні зміни клімату є достовірним і загально визнаним фактом сучасності. На фоні відносно плавних еволюційних змін погодно-кліматичних характеристик відбуваються і більш різкі зміни погоди протягом доби чи декади. У помірному кліматичному поясі все частішими стають прояви екстремальних погодних явищ (сильні вітри, зливи, град, посухи, спекотні періоди) та супроводжувані ними паводки, повені, обміління річок і водойм, зсуви, селі, обвали тощо. Актуальність цієї проблеми посилюється її далекосяжним впливом на здоров'я населення, продовольчу, екологічну й геополітичну безпеку, стає функціонування економіки. Найбільш вразливими до проявів зміни клімату можуть виявитися сільське, лісове й водне господарство й енергетика (Іванюта та ін., 2020). Саме ці галузі економіки є провідними у Волинській області, оскільки регіон на третину площі вкритий лісами, має значний потенціал водних ресур-

сів (137 річок і 266 озер, 11 водосховищ, понад 1 200 ставків), велику частку болотних угідь (7,6%), значний рівень сільськогосподарської освоєності (52%) (Павловська, 2019; Екологічний ..., 2023; Регіональна ..., 2023). Тому вивчення кліматичних змін регіону має велике практичне значення. Адже для збереження екосистем і економічного розвитку краю важливі знання про мінливість погодно-кліматичних характеристик.

У наукових дослідженнях найчастіше простежуються аналітичний огляд і моделювання динаміки змін показників температури атмосферного повітря та режиму зволоження, відносної вологості повітря, тривалості сонячного сяйва, вітрового режиму. Значно менше уваги приділяється вивченню змін хмарності. Ступінь покриття неба хмарами має неабияке значення для вегетації, отже, для сільського й лісового господарства, є наслідком і водночас впливає на температурний режим, процеси випаровування та конденсації, що акту-

ально для перебігу гідрологічних процесів і явищ, фізіологічних процесів в організмах. Зрештою, хмарність є обов'язковою умовою для випадання опадів. Окрім того, хмари мають вплив на естетику навколишнього середовища, атрактивність ландшафтів. Нині відкритими залишаються питання впливу хмар (їхньої площі поширення, потужності, висоти над землею поверхнею, кольору, температури) на глобальні зміни клімату. Адже, з одного боку, вони відбивають приблизно 20% сонячного випромінювання, тобто вдень вони охолоджують земну поверхню. Якщо глобальний ступінь хмарності збільшиться приблизно на 2%, то зростання альбеда може компенсувати потепління, спричинене вивільненням парникових газів унаслідок антропогенної діяльності. Із другого боку, хмари посилюють парниковий ефект, стримують приблизно 10% термічного випромінювання Землі як уночі, так і вдень. Тому з'ясувати достеменно роль хмар у загальній кліматичній системі досить складно (Heintzenberg & Lupp, 2011).

Від режимів хмарності й інсоляції залежить і здоров'я населення: алергічні прояви, стан шкіри й очей, синтез в організмі окремих вітамінів (зокрема, D) і гормонів (наприклад, серотоніну), що впливає на кісткову й імунну системи, настрої, утомлюваність, сонливість тощо (Вітамін D ..., 2021; УФ-індекс, 2024).

Уважаємо, що з'ясування тенденцій багаторічної динаміки величин кліматичних параметрів (хмарності також) і науково обґрунтована адаптація до виявлених змін дозволять зменшити негативні наслідки та скористатися сприятливими можливостями трансформації кліматичної системи та її окремих характеристик.

У сучасних зарубіжних дослідженнях значну увагу приділяють аналізу багаторічної мінливості хмарності в контексті кліматичних змін. Комплексний аналіз змін хмарності в Європі провели А. Сфіка, Х. Бек, А. Ніта, М. Войкулеску, М. Бирсан і А. Філіп (Sfîcă et al., 2021), які дослідили зміни хмарності, зумовлені атмосферною циркуляцією в Європі протягом 1981–2014 рр. Дослідження виявило зменшення хмарності над внутрішньою частиною регіону у зв'язку зі збільшенням типів циркуляції, пов'язаних із центрами високого тиску. Вплив лісового покриву на регіональні кліматичні умови, зокрема й хмарність, досліджували М. Брейль, В. Шнайдер

і Х. Пінто (Breil et al., 2024), які показали збільшення хмарності над Центральною та Східною Європою в період 1986–2015 рр. Особливий інтерес становлять дослідження А. Тейлінга, К. Тейлора, Й. Мейрінка, Л. Мелсен, Д. Міраллеса, К. ван Гірвардена та Х. ван Арпельяно (Teuling et al., 2017), які виявили підвищення хмарності над лісовими територіями Західної Європи.

Важливими є праці Д. Матушко, К. Бартошека та Я. Сороки (Matuszko et al., 2022), які дослідили довгострокову мінливість хмарності в Польщі впродовж 1971–2020 рр. Детальний аналіз хмарності та її різновидів на межі ХХІ ст. представлено в роботі К. Шиги-Плюти (Szyga-Pluta, 2022) для міста Познань (Польща). Довгострокові тенденції змін хмарності в Середземноморському регіоні досліджував Г. Беллокі (Bellocchi, 2024). Дослідження змін хмарності в Балтійському регіоні, проведені П. Постом і М. Ауном (Post & Aun, 2023), показали зменшення хмарності в усі сезони, що сприяє подовженню літа. Супутникові дані CLARA-A2 за 1982–2018 рр. засвідчили значне зростання сонячної радіації в Балтійському регіоні, що пов'язано зі зменшенням хмарності. Систематичний моніторинг хмарності в Європі здійснює Служба зі змін клімату Коперніка (Copernicus ..., 2025) і відображає це в серії щорічних звітів «Стан клімату Європи». Спостереження показують, що Східна Європа характеризується тенденцією до зменшення хмарності порівняно із Західною Європою. Аналогічні закономірності можуть проявлятися і в межах України: західні області, які розташовані ближче до Атлантики, можуть мати інші тенденції хмарності порівняно зі східними. Особливе значення для розуміння просторових відмінностей хмарності в Україні має кліматична вісь Воєйкова, яка розділяє територію країни на дві кліматичні області: одну з переважанням циклональної діяльності, другу – з домінуванням антициклоніальних процесів, що й зумовлює різні режими хмароутворення.

Значний науковий інтерес становлять дослідження впливу урбанізації на хмарність. Н. Тювес, Д. Барлоу, А. Тейлінг, С. Гріммонд і С. Коттгауз (Theeuwes et al., 2019) показали, що мегаполіси Париж і Лондон посилюють процеси хмароутворення через ефект міського «острова тепла». Дослідники виявили підвищення хмарності над містами на 510 % порівняно з навколишніми сільськими районами. Аспекти



впливу хмарності на міське середовище розглядали Ш. Ву, Б. Чен, Д. Ан та інші (Wu et al., 2024), які проаналізували 1 353 міста США з використанням LiDAR-даних і встановили, що хмарність і міська забудова суттєво обмежують надходження сонячної радіації до поверхні.

Питання змін хмарності та її параметрів вивчається і українськими науковцями. Вертикальний і горизонтальний розподіл фазового стану у хмарах різних форм досліджували Т. Заболоцька, В. Підгурська та Т. Шпиталь (Заболоцька та ін., 2011). Важливим напрямом досліджень є вивчення режиму хмарності в контексті оцінювання природної освітленості земної поверхні. В. Затула (Затула, 2013) розробив методичні підходи до врахування хмарності в розрахунках інсоляції. Подальший розвиток цього напрямку висвітлено в роботі В. Затули, Я. Кихтенко, Р. Олійника та С. Сніжко (Затула та ін., 2021), які провели статистичний аналіз параметрів прозорості та хмарності атмосфери на півдні України. Комплексне дослідження хмарності у Волинській області впродовж 2010–2021 рр. здійснили В. Федонюк, О. Гусар і М. Федонюк (Федонюк та ін., 2023). Особливості режиму низької хмарності на метеостанції Івано-Франківськ досліджували Н. Міщенко й А. Ламанова (Міщенко і Ламанова, 2022). Просторові відмінності в тенденціях змін хмарності відображено в регіональних дослідженнях Л. Недострелової (Недострелова, 2016). Характеристика основних форм хмарності та їхньої повторюваності представлена у праці К. Чернової (Чернова, 2017).

Загальнонаціональні проєкції хмарності для України розроблено С. Краковською, А. Паламарчук, А. Білозеровою та Т. Шпиталь (Краковська та ін., 2017) на основі ансамблю з 9 регіональних кліматичних моделей. Отриманий прогноз загальної хмарності до середини XXI ст. показує незначне зменшення середньорічних значень – на 0,1–0,2 бала в центральних областях у період 2011–2030 рр. і на півдні та сході країни впродовж 2031–2050 рр. На решті території суттєвих змін середньорічних значень не очікується. У річному ході прогнозується неоднозначний характер змін полів загальної хмарності.

Комплексне вивчення кліматичних характеристик на метеостанції Луцьк теж у полі зору багатьох українських дослідників. Температурний режим вивчали В. Бакалейко, Р. Геналюк, Т. Павловська, О. Рудик, М. Федонюк (Павловська та ін., 2020а; Павловська та ін., 2023), режим атмосферних опадів – Ю. Білецький, С. Валянський, О. Кондратчук, А. Михалюк, Т. Павловська, С. Ройко (Павловська та ін.,

2024а; Павловська та ін., 2024b; Павловська, 2025а; Павловська, 2025b), відносну вологість повітря – О. Нікон, Т. Павловська, О. Рудик, В. Стельмах (Павловська і Стельмах, 2024; Павловська та ін., 2025а), вітровий режим – Ю. Білецький, Р. Геналюк, І. Климюк, А. Панкевич, М. Панкевич, С. Панкевич, Т. Павловська, В. Федонюк (Павловська та ін., 2020b; Fedoniuk et al., 2024), структуру природного року й тривалість метеорологічних пір року – М. Мельничук, В. Мілінчук, Т. Павловська (Мельничук та ін., 2022). Мікрокліматичні особливості міста проаналізували І. Вдовичук, І. Нетробчук (Нетробчук і Вдовичук, 2018). Формування та просторовий розподіл «острова тепла» над Луцьком вивчали А. Прохоренко, В. Федонюк, М. Федонюк (Федонюк та ін., 2018), над іншими містами області – В. Стельмах та І. Нетробчук (Стельмах і Нетробчук, 2023). Дослідження сучасного клімату Волині проводили Н. Тарасюк, Ф. Тарасюк (Тарасюк і Тарасюк, 2016). Інструментальні спостереження за кліматом регіону здійснюються на метеостанціях краю, систематизація та аналітичний огляд даних – у Волинському обласному центрі з гідрометеорології.

Окремим напрямом досліджень кліматичних характеристик Луцька є вивчення хмарності. І. Нетробчук і В. Горбач (Нетробчук і Горбач, 2019) створили атлас хмар як наочний посібник для вивчення хмарності в регіоні. Динаміку хмарності в Луцьку у XXI ст. (2010–2020 рр.) та вплив останньої на геліоенергетичний потенціал з'ясовували О. Гусар і В. Федонюк (Husar & Fedoniuk, 2022; Fedoniuk et al., 2022).

Попри наявність окремих досліджень хмарності в регіоні, відсутній детальний аналіз багаторічної динаміки цього параметра на метеостанції Луцьк у контексті сучасних кліматичних змін.

Метою нашого дослідження є вивчення річного режиму та тенденцій змін місячних, сезонних і річних значень загальної хмарності на метеостанції Луцьк упродовж 2001–2020 рр. Для цього було виконано низку завдань: 1) визначено середні місячні значення хмарності за досліджуваній період і побудовано графік її річного режиму; 2) визначено щорічні середні значення хмарності кожного кліматичного сезону, холодного і теплого періодів року; 3) за допомогою Microsoft Excel 2019 побудовано графіки динаміки середніх місячних, сезонних і річних значень хмарності, визначено рівняння лінійних трендів і величини вірогідності апроксимації; 4) здійснено оцінювання статистичної значущості лінійних трендів (Розроблення ..., 2013); 5) побудовано графіки динаміки середніх місячних,

сезонних і річних значень температури повітря, визначено рівняння лінійних трендів і величини вірогідності апроксимації.

### Матеріал і методи

У процесі дослідження було застосовано математико-статистичний, графічний, системний, описовий, порівняльно-географічний та інші методи, використано багаторічні дані спостережень на метеостанції Луцьк за період 2001–2020 рр. з архівів Волинського обласного центру з гідрометеорології. Для статистичної обробки даних та їх графічної інтерпретації застосовано програмне забезпечення “Microsoft Excel 2019”.

### Результати

На метеостанції Луцьк середньорічне значення загальної хмарності (середнє багаторічне за 2001–2020 рр.) становить 6,4 бала. Упродовж досліджуваного періоду відбувається зростання значень показника (рис. 1), лінійний тренд є статистично значущим (табл. 1).

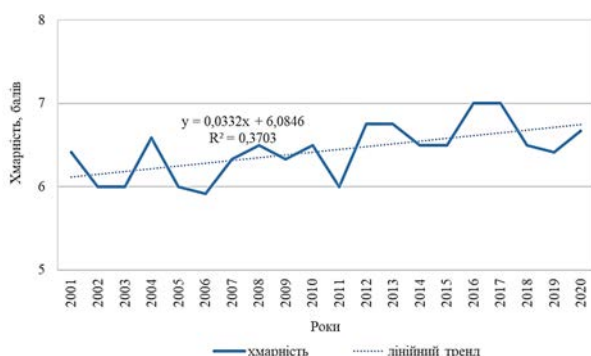


Рис. 1. Багаторічна (2001–2020 рр.) динаміка середньорічних значень загальної хмарності на метеостанції Луцьк

У холодний період року на метеостанції Луцьк хмарність вища (7,5 бала), ніж у теплий (5,6 бала), що пов'язано з вищою циклонічною активністю на Волині в листопаді – березні. І в холодний, і в теплий періоди року простежується зростання хмарності, лінійні тренди статистично значущі (рис. 2) (див. табл. 1).

Щодо сезонного розподілу хмарності, то найвища вона в Луцьку взимку – 7,9 бала, а найменша – улітку (5,5 бала) (рис. 3). Для всіх сезонів характерне зростання хмарності (рис. 4), зміни хмарності взимку і влітку статистично значущі (див. табл. 1).

Щодо розподілу хмарності за місяцями року, то найвищою вона є у грудні та січні (8,0 і 8,1 бала відповідно), а найменшою – у серпні

(5,0 бала) (рис. 5). У всі місяці року спостерігається зростання хмарності (рис. 8–9), лінійні тренди статистично незначущі (див. табл. 1).

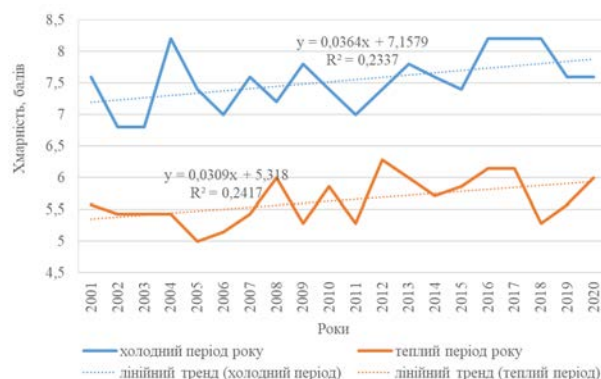


Рис. 2. Багаторічна (2001–2020 рр.) динаміка середніх значень хмарності холодного і теплої періодів року на метеостанції Луцьк

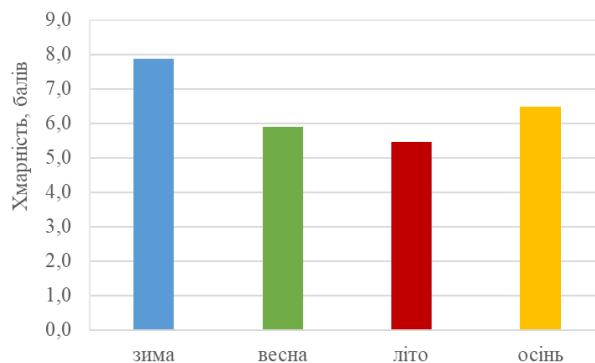


Рис. 3. Сезонний розподіл хмарності на метеостанції Луцьк (усереднені дані за період 2001–2020 рр.)

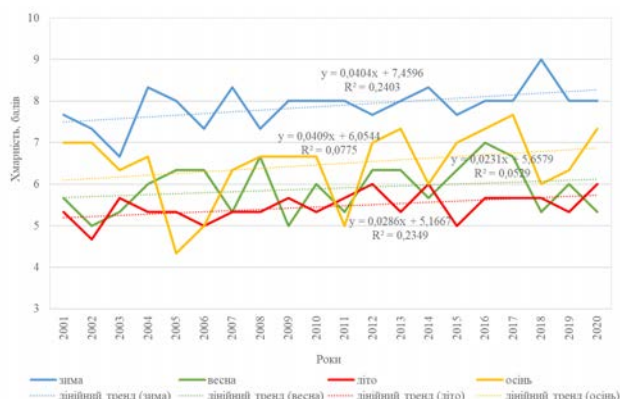


Рис. 4. Багаторічна (2001–2020 рр.) динаміка середніх сезонних значень хмарності на метеостанції Луцьк

Таблиця 1

Тенденції змін місячних, сезонних і річних значень хмарності на МС Луцьк і значущість виявлених трендів

| Проміжок часу   | Рівняння лінійного тренду* | R <sup>2</sup> | R     | σ <sub>R</sub> | 2σ <sub>R</sub> | Статистична значимість тренду |
|-----------------|----------------------------|----------------|-------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| Січень          | $y = 0,0286x + 7,8$        | 0,0696         | 0,264 | 0,213          | 0,426           | незначущий                    |
| Лютий           | $y = 0,0451x + 7,1263$     | 0,1057         | 0,325 | 0,205          | 0,410           | незначущий                    |
| Березень        | $y = 0,0113x + 6,2316$     | 0,0041         | 0,064 | 0,228          | 0,456           | незначущий                    |
| Квітень         | $y = 0,0113x + 5,4316$     | 0,0040         | 0,063 | 0,228          | 0,456           | незначущий                    |
| Травень         | $y = 0,0466x + 5,3105$     | 0,1095         | 0,331 | 0,204          | 0,408           | незначущий                    |
| Червень         | $y = 0,0383x + 5,3474$     | 0,0832         | 0,288 | 0,210          | 0,420           | незначущий                    |
| Липень          | $y = 0,0361x + 5,3211$     | 0,1056         | 0,325 | 0,205          | 0,410           | незначущий                    |
| Серпень         | $y = 0,0113x + 4,8316$     | 0,0095         | 0,097 | 0,227          | 0,454           | незначущий                    |
| Вересень        | $y = 0,0233x + 5,3053$     | 0,0110         | 0,105 | 0,227          | 0,454           | незначущий                    |
| Жовтень         | $y = 0,0496x + 5,6789$     | 0,0561         | 0,237 | 0,217          | 0,434           | незначущий                    |
| Листопад        | $y = 0,0496x + 7,1789$     | 0,0900         | 0,300 | 0,209          | 0,418           | незначущий                    |
| Грудень         | $y = 0,0474x + 7,4526$     | 0,0880         | 0,283 | 0,209          | 0,418           | незначущий                    |
| Зима            | $y = 0,0404x + 7,4596$     | 0,2403         | 0,490 | 0,174          | 0,348           | значущий                      |
| Весна           | $y = 0,0231x + 5,6579$     | 0,0529         | 0,230 | 0,217          | 0,434           | незначущий                    |
| Літо            | $y = 0,0286x + 5,1667$     | 0,2349         | 0,485 | 0,176          | 0,351           | значущий                      |
| Осінь           | $y = 0,0409x + 6,0544$     | 0,0775         | 0,278 | 0,212          | 0,423           | незначущий                    |
| Холодний період | $y = 0,0364x + 7,1579$     | 0,2337         | 0,483 | 0,176          | 0,352           | значущий                      |
| Теплий період   | $y = 0,0309x + 5,318$      | 0,2417         | 0,492 | 0,174          | 0,348           | значущий                      |
| Рік             | $y = 0,0332x + 6,0846$     | 0,3703         | 0,609 | 0,144          | 0,289           | значущий                      |

\*Примітка: жовтим кольором показано тенденцію зростання значень показника.

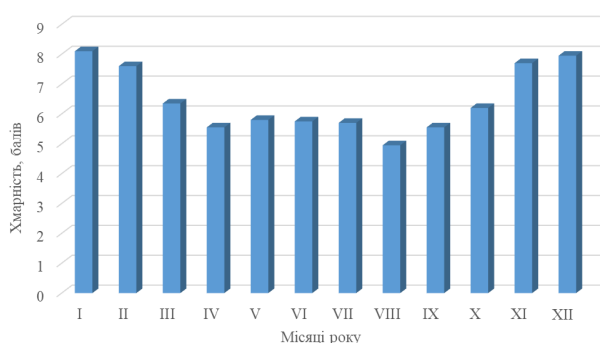


Рис. 5. Річний режим хмарності на метеостанції Луцьк (за усередненими даними впродовж 2001–2020 рр.)

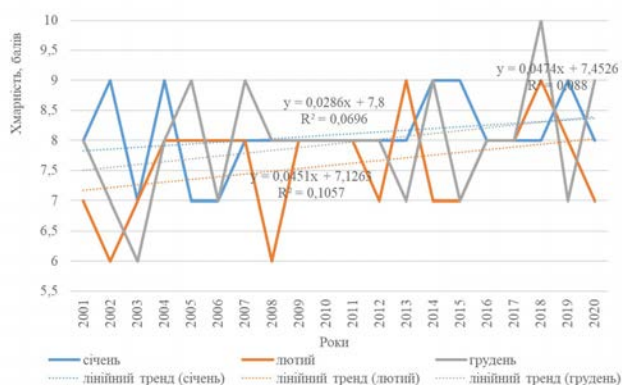


Рис. 6. Багаторічна (2001–2020 рр.) динаміка середніх значень хмарності зимових місяців на метеостанції Луцьк



Рис. 7. Багаторічна (2001–2020 рр.) динаміка середніх значень хмарності весняних місяців на метеостанції Луцьк

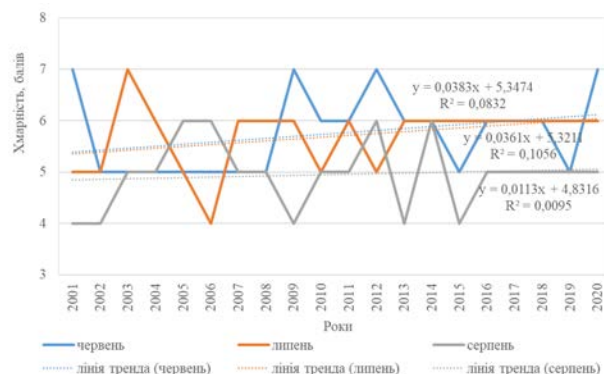


Рис. 8. Багаторічна (2001–2020 рр.) динаміка середніх значень хмарності літніх місяців на метеостанції Луцьк



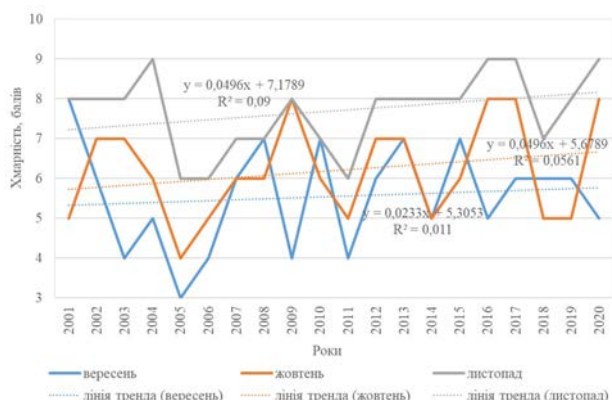


Рис. 9. Багаторічна (2001–2020 рр.) динаміка середніх значень хмарності літніх місяців на метеостанції Луцьк

### Обговорення

Середня річна хмарність на метеостанції Луцьк коливається в межах 6–7 балів. Упродовж року вона найвища у грудні та січні (приблизно 8 балів), а найнижча – у серпні (5 балів). З-поміж сезонів року найвищою хмарністю характеризується зима, а найнижчою – літо. У холодний період (листопад – березень) хмарність вище (7,5 бала), ніж у теплий (квітень – жовтень) – 5,6 бала. Упродовж досліджуваного періоду простежується зростання середніх

місячних, сезонних, річних значень хмарності. Збільшення хмарності взимку, улітку, у холодний, теплий періоди року та середніх річних значень є статистично значущими.

Виявлена тенденція зростання хмарності на метеостанції Луцьк пояснюється фізичними механізмами розвитку кліматичних процесів у регіоні дослідження та в помірному кліматичному поясі загалом. Національні сценарії кліматичних змін в Україні до кінця XXI ст., розроблені на основі ансамблю моделей загальної циркуляції атмосфери й океану, передбачають підвищення температури повітря в усі сезони з найбільшими темпами зростання взимку, зміну режиму опадів зі збільшенням їхніх сум у зимово-весняний період і зменшенням улітку, що може змінити традиційний річний розподіл з літнім максимумом на більш рівномірний. Особливо вираженими такі зміни прогнозуються для західних областей України (Розроблення ..., 2013).

Зростання температури повітря в Луцьку (табл. 2) та на Волині (Павловська та ін., 2023) у поєднанні зі збільшенням річних, зокрема й зимово-весняних сум опадів (Павловська та ін., 2024а; Павловська, 2025а; Павловська, 2025b), створює сприятливі умови для інтенсифікації процесів випаровування та хмароутворення.

Таблиця 2  
Тенденції змін місячних, сезонних і річних значень температури атмосферного повітря на МС Луцьк і значущість виявлених трендів

| Проміжок часу        | Рівняння лінійного тренду* | R <sup>2</sup> | R     | σ <sub>R</sub> | 2σ <sub>R</sub> | Статистична значимість тренду |
|----------------------|----------------------------|----------------|-------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| Січень               | $y = 0,0289x - 3,2289$     | 0,0038         | 0,062 | 0,229          | 0,457           | незначущий                    |
| Лютий                | $y = 0,1872x - 3,8158$     | 0,1018         | 0,319 | 0,206          | 0,412           | незначущий                    |
| Березень             | $y = 0,1354x + 1,2132$     | 0,0878         | 0,296 | 0,209          | 0,419           | незначущий                    |
| Квітень              | $y = 0,0904x + 8,5011$     | 0,1554         | 0,394 | 0,194          | 0,388           | значущий                      |
| Травень              | $y = -0,0132x + 14,889$    | 0,0022         | 0,047 | 0,229          | 0,458           | незначущий                    |
| Червень              | $y = 0,1953x + 16,095$     | 0,5798         | 0,761 | 0,097          | 0,193           | значущий                      |
| Липень               | $y = -0,0421x + 20,642$    | 0,065          | 0,255 | 0,214          | 0,429           | незначущий                    |
| Серпень              | $y = 0,1058x + 18,474$     | 0,3448         | 0,587 | 0,150          | 0,301           | значущий                      |
| Вересень             | $y = 0,1332x + 12,967$     | 0,3833         | 0,619 | 0,141          | 0,283           | значущий                      |
| Жовтень              | $y = 0,0857x + 7,81$       | 0,09           | 0,300 | 0,209          | 0,418           | незначущий                    |
| Листопад             | $y = 0,0696x + 3,1589$     | 0,058          | 0,241 | 0,216          | 0,432           | незначущий                    |
| Грудень              | $y = 0,2709x - 3,7195$     | 0,2645         | 0,514 | 0,169          | 0,337           | значущий                      |
| Зима                 | $y = 0,1604x - 3,5761$     | 0,2361         | 0,486 | 0,175          | 0,351           | значущий                      |
| Весна                | $y = 0,0705x + 8,2028$     | 0,164          | 0,405 | 0,192          | 0,384           | значущий                      |
| Літо                 | $y = 0,0855x + 18,409$     | 0,4614         | 0,679 | 0,124          | 0,247           | значущий                      |
| Осінь                | $y = 0,0961x + 7,9791$     | 0,3974         | 0,630 | 0,138          | 0,276           | значущий                      |
| Холодний період року | $y = 0,1373x - 1,2716$     | 0,3082         | 0,555 | 0,159          | 0,317           | значущий                      |
| Теплий період року   | $y = 0,0787x + 14,2$       | 0,5301         | 0,728 | 0,108          | 0,216           | значущий                      |
| Рік                  | $y = 0,1035x + 7,7608$     | 0,6407         | 0,800 | 0,082          | 0,165           | значущий                      |

\*Примітка: жовтим кольором показано тенденцію зростання значень показника, зеленим – зменшення.

Такій динаміці досліджуваного показника, очевидно, сприяють глобальне потепління та посилення випаровування океанічних вод і перенесення насичених вологою повітряних мас з Атлантики на територію Європи загалом і Волині зокрема. Що вищою є температура атмосферного повітря і земної поверхні, то інтенсивніше відбувається випаровування води з водойм, ґрунту та живих організмів. Зростання вмісту водяної пари в атмосфері є передумовою її подальшої конденсації, що може сприяти формуванню хмар і збільшувати ймовірність випадання опадів. Збільшенню хмарності в помірному поясі можуть сприяти не лише панівні вітри західних румбів, які є головними постачальниками вологи в досліджуваному регіоні, а й конвекція в теплий період року, особливо за наявності значних площ водного дзеркала чи перезволожених земель. Такі умови характерні для Волинської області, у структурі земельного фонду якої значні частки вод, болот і заболочених земель (Павловська, 2014; Павловська та ін., 2015).

#### Висновки

Дослідження змін клімату в Україні та її регіонах засвідчують тенденцію до можливого зменшення континентальності клімату у країні (Розроблення ..., 2013), особливо в її західній частині, зокрема на Волині (Павловська та ін., 2023). Тому виявлена на метеостанції Луцьк тенденція зростання хмарності підкреслює прогнозовані сце-

нарії кліматичних змін на досліджуваній території.

Варто зауважити, що процеси випаровування, конденсації, хмароутворення та випадання опадів характеризуються впливом на них вертикальної стратифікації атмосфери, вітру й інших фізичних процесів у системі Земля – атмосфера і є зсунутими один щодо одного в часі й просторі, часто характеризуються інерційністю. Як наслідок, періоди підвищеної температури повітря можуть збігатися з періодами як високих, так і низьких значень хмарності. Припускаємо, що подовження часового ряду даних може показати інші спрямування змін хмарності за місяцями та сезонами. Тому в перспективі розширення періоду даних загальної хмарності є нашим пріоритетним завданням. Окрім того, подовження часового ряду даних дозволить виявити циклічність коливання аналізованого параметра. Доцільним вбачається також порівняння різницевого інтегральних кривих модульних коефіцієнтів хмарності, температури повітря, відносної вологості повітря та кількості опадів, визначення коефіцієнта кореляції між цими метеопказниками. Науковий інтерес становлять і дані нижньої хмарності, оцінювання значущості лінійного тренду змін її значень. Саме ці завдання вважаємо доцільними для поглибленого вивчення кліматичних змін у місті Луцьку та на Волині.

#### Список використаної літератури

- Вітамін D або кальциферол. *DeltaMed* [Електронний ресурс]. URL: <https://delta-med.com.ua/vitamin-d-abo-kalciferol/> (дата звернення 10.07.2025).
- Екологічний паспорт Волинської області за 2023 р. *Волинська обласна державна адміністрація* [Електронний ресурс]. URL: <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-volinskoji-oblasti-za-2023-rik/> (дата звернення 12.07.2025).
- Заболоцька Т., Підгурська В., Шпиталь Т. Вертикальний і горизонтальний розподіл фазового стану у хмарах різних форм. *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*. 2011. Вип. 260. С. 80–94.
- Затула В. Урахування режиму хмарності при оцінці природної освітленості земної поверхні. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. Т. 30. Вип. 3. С. 105–111.
- Затула В., Кихтенко Я., Олійник Р., Сніжко С. Статистичний аналіз параметрів прозорості та хмарності атмосфери на півдні України. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. Серія «Геологія. Географія. Екологія». 2021. № 55. С. 159–173. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-12>.
- Іванюта С., Коломієць О., Малиновська О., Якушенко Л. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації : аналітична доповідь / за ред. С. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. 110 с.
- Краковська С., Паламарчук Л., Білозерова А., Шпиталь Т. Кліматичні зміни в Україні: оцінки та прогнози на основі регіональних кліматичних моделей. Київ : ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2017. 220 с.
- Мельничук М., Мілінчук В., Павловська Т. Тривалість і часові рамки метеорологічної зими на метеостанції Луцьк. *Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень* : матеріали



XVI Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів і студентів, 17 травня 2022 р., м. Луцьк. Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2022. С. 133–136.

Міщенко Н., Ламанова А. Режим низької хмарності над ст. Івано-Франківськ за останні п'ять років. *Science and technology: problems, prospects and innovations* : The 1st International scientific and practical conference, October 19–21, 2022. Osaka : CPN Publishing Group, 2022. P. 126.

Недострєлова Л. Кліматичні зміни хмарності в Україні. *Географія та туризм*. 2016. Вип. 38. С. 131–142.

Нетробчук І., Вдовичук І. Особливості мікроклімату міста Луцька. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2018. № 15. С. 23–29.

Нетробчук І., Горбач В. Атлас хмар : наочний посібник. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. 70 с.

Павловська Т. Багаторічна (1974–2023 рр.) динаміка місячних сум опадів на метеостанції Луцьк (Волинська область, Україна). *Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів* : матеріали X Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Луцьк, 15–16 травня 2025 р. / за ред. Ю. Барського, В. Лажніка. Луцьк : ФОП Мажула Ю.М., 2025а. С. 119–122.

Павловська Т. Географія Волинської області : навчальний посібник / за ред. І. Ковальчука. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. 212 с.

Павловська Т. Геоекологічна діагностика територіальної структури землекористування у Волинській області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету*. Серія «Географія». 2014. № 1 (36). С. 223–231.

Павловська Т. Тенденції змін кількості опадів у холодний і теплий періоди року у Волинській області. *Актуальні питання історії, громадянства, географії та методик їх викладання* : збірник матеріалів Усеукраїнської науково-практичної конференції, м. Рівне, 20 травня 2025 р. Рівне, 2025b. С. 179–183.

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

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

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

Павловська Т., Ковальчук І., Рудик О. Болотні екосистеми у структурі природно-заповідної мережі Волинської області. *Фізична географія та геоморфологія*. Київ, 2015. Вип. 3 (79). С. 67–77.

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

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

Павловська Т., Стельмах В., Рудик О., 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. С. 35–43. <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2025.5.03>.

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

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища за 2023 р. *Волинська обласна державна адміністрація* [Електронний ресурс]. URL: <https://voladm.gov.ua> (дата звернення 15.07.2025).

Розроблення сценаріїв зміни кліматичних умов в Україні на середньо- та довгострокову перспективу з використанням даних глобальних та регіональних моделей : звіт про науково-дослідну роботу / УкрНДГМІ. Київ, 2013. 135 с.

Стельмах В., Нетробчук І. Особливості формування «острова тепла» над містом Нововолинськ та шляхи оптимізації мікрокліматичних змін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія «Географія». 2023. Т. 54. № 1. С. 23–32. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.3>.

Тарасюк Н., Тарасюк Ф. Сучасний клімат Волині : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 200 с.

УФ-індекс: що це таке, як захиститися від сонця і чи можна засмагати безпечно. *BBC News Україна* [Електронний ресурс]. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/ckmgkp5ez75o> (дата звернення 12.07.2025).

Федонюк В., Гусар О., Федонюк М. Динаміка хмарності в межах Волинської області в період 2010–2021 рр. *Український журнал природничих наук*. 2023. Вип. 4. С. 85–95.

Федонюк В., Прохоренко А., Федонюк М. Особливості формування та просторового розподілу «острова тепла» над містом Луцьк. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2018. № 15. С. 11–17.

Чернова К. Характеристика основних форм хмарності та їх повторюваності на досліджуваній території. *Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття* : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. Ужгород, 2017. Ч. 1. С. 165–179.

Bellocchi G. Downward Mediterranean Cloudiness Beyond Little Ice Age Background Variability. *Ocean-Land-Atmosphere Research*. 2024. Vol. 2024. P. 0053.

Breil M., Schneider V.K.M., Pinto J.G. The effect of forest cover changes on the regional climate conditions in Europe during the period 1986–2015. *Biogeosciences*. 2024. Vol. 21. P. 811–836.

Copernicus Climate Change Service (C3S). European State of the Climate reports. 2020–2024 [Електронний ресурс]. URL: <https://climate.copernicus.eu/> (дата звернення 14.07.2025).

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 (1). P. 27–34.

Fedoniuk V.V., Husar O.N., Fedoniuk M.A. Study of the cloudiness dynamics in Lutsk in the context of climate change. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment* : Conference Proceedings, International Scientific Conference, 15–18 Nov 2022. European Association of Geoscientists & Engineers, 2022. P. 1–5.

Heintzenberg J., Lupp J. Про що розкажуть хмари? / перекл. О. Дущенко, О. Васніцька. *КЛІМАТИНФО* : інформаційний центр зі зміни клімату [Електронний ресурс]. URL: <http://www.climateinfo.org.ua/content/pro-sho-rozkazhut-khmari> (дата звернення 16.07.2025).

Husar O., Fedoniuk V. Dynamics of cloud cover in Lutsk in the 21st century and its impact on solar energy potential. *Renewable Energy and Energy Efficiency* : Proceedings of the XXIII International Conference. Kyiv, 2022. P. 305–307.

Matuszko D., Bartoszek K., Soroka J. Long-term variability of cloud cover in Poland (1971–2020). *Atmospheric Research*. 2022. № 268. P. 106028.

Post P., Aun M. Changes in cloudiness contribute to changing seasonality in the Baltic Sea region. *Ocean Science*. 2023. Vol. 19. P. 589–605.

Sfică L., Beck C., Nita A.I., Voiculescu M., Birsan M.V., Philipp A. Cloud cover changes driven by atmospheric circulation in Europe during the last decades. *International Journal of Climatology*. 2021. Vol. 41. P. 1665–1684.

Szyga-Pluta K. Cloudiness and cloud genera variability at the turn of the 21st century in Poznań (Poland). *IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. 2022. Vol. 126 (1). P. 109–125.

Teuling A.J., Taylor C.M., Meirink J.F., Melsen L.A., Miralles D.G., Van Heerwaarden C.C., de Arellano J.V.G. Observational evidence for cloud cover enhancement over western European forests. *Nature communications*. 2017. Vol. 8 (1). P. 14065.

Theeuwes N., Barlow J.F., Teuling A.J., Grimmond C.S.B., Kotthaus S. Persistent cloud cover over mega-cities linked to surface heat release. *Climate and Atmospheric Science*. 2019. Vol. 2. P. 1–6.

Wu S., Chen B., An J. et al. The interplay of cloud cover and 3D urban structures reduces human access to sunlight. *Nature Cities*. 2024. Vol. 1. P. 686–694.

## References

- Vitamin D abo kaltsyferol [Vitamin D or calciferol]. DeltaMed. [Electronic resource] URL: <https://delta-med.com.ua/vitamin-d-abo-kalciferol/> (access date 10.07.2025) [in Ukrainian].
- Ekolohichniy pasport Volynskoi oblasti za 2023 r. Volynska oblasna derzhavna administratsiia [Ecological passport of Volyn region for 2023. Volyn Regional State Administration]. [Electronic resource] URL: <https://voladm.gov.ua/article/ekologichnyi-pasport-volinskoyi-oblasti-za-2023-rik/> (access date 16.07.2025) [in Ukrainian].
- Zabolotska, T.M., Pidhurska, V.M., & Shpytal, T.M. (2011). Vertykalnyi i horyzontalni rozpodil fazovoho stanu v khmararh riznykh form [Vertical and horizontal distribution of phase state in clouds of different forms]. *Naukovi pratsi Ukrainiskoho naukovo-doslidnoho hidrometeorolohichnoho instytutu* [Scientific works of Ukrainian Research Hydrometeorological Institute], 260, 80–94 [in Ukrainian].
- Zatula, V.I. (2013). Urakhuvannia rezhymu khmarnosti pry otsintsi pryrodnoi osvitenosti zemnoi poverkhni [Consideration of cloudiness regime in assessing natural illumination of earth's surface]. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia* [Hydrology, hydrochemistry and hydroecology], 30 (3), 105–111 [in Ukrainian].
- Zatula, V., Kykhtenka, Ya., Oliynyk, R., & Snizhko, S. (2021). Statystychnyi analiz parametriv prozorosti ta khmarnosti atmosfery na pivdni Ukrainy [Statistical analysis of atmospheric transparency and cloudiness parameters in southern Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Serii "Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia"* [Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series "Geology. Geography. Ecology"], 55, 159–173. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-12> [in Ukrainian].
- Ivaniuta, S.P., Kolomiiets, O.O., Malynovska, O.A., & Yakushenko, L.M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. dopovid [Climate change: consequences and adaptation measures: analytical report], S.P. Ivaniuta (Ed.). Kyiv: NISD [in Ukrainian].
- Kravovska, S., Palamarchuk, L., Bilozero, A., & Shpytal, T. (2017). Klimatychni zminy v Ukraini: otsinky ta prohnozy na osnovi rehionalnykh klimatychnykh modelei [Climate changes in Ukraine: assessments and forecasts based on regional climate models]. Kyiv: TOV "NVP Interservis" [in Ukrainian].
- Melnichuk, M.A., Milinchuk, V.V., & Pavlovska, T.S. (2022). Tryvalist y chasovi ramky meteorolohichnoi zymy na meteostantsii Lutsk [Duration and temporal boundaries of meteorological winter at Lutsk weather station]. *Materialy XVI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. aspirantiv i studentiv Moloda nauka Volyni: priorytety ta perspektyvy doslidzhen* [Materials of XVI International scientific-practical conference of graduate students and students Young science of Volyn: priorities and prospects of research]. Lutsk: VNU im. Lesi Ukrainky, 133–136 [in Ukrainian].
- Mishchenko, N.M., & Lamanova, A.Ye. (2022). Rezhym nyzkoi khmarnosti nad st. Ivano-Frankivsk za ostanni p'iat rokiv [Low cloudiness regime over Ivano-Frankivsk station during the last five years]. *The 1st International scientific and practical conference "Science and technology: problems, prospects and innovations"* Osaka: CPN Publishing Group, 126 [in Ukrainian].
- Nedostrielova, L.V. (2016). Klimatychni zminy khmarnosti v Ukraini [Climate changes of cloudiness in Ukraine]. *Heohrafiia ta turizm* [Geography and tourism], 38, 131–142 [in Ukrainian].
- Netrobchuk, I.M., & Vdovychuk, I.I. (2018). Osoblyvosti mikroklimatu mista Lutska [Features of Lutsk city microclimate]. *Pryroda Zakhidnoho Polissia ta prylehlykh terytorii* [Nature of Western Polissya and adjacent territories], 15, 23–29 [in Ukrainian].
- Netrobchuk, I.M., & Horbach, V.V. (2019). Atlas khmar: naochnyi posibnyk [Cloud atlas: visual guide]. Lutsk: Vezha-Druk [in Ukrainian].
- Pavlovska, T.S. (2025). Bahatorichna (1974–2023 rr.) dynamika misiachnykh sum opadiv na meteostantsii Lutsk (Volynska oblast, Ukraina) [Long-term (1974–2023) dynamics of monthly precipitation sums at Lutsk weather station (Volyn region, Ukraine)]. *Materialy X Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii Suspilno-heohrafichni chynnyky rozvytku rehioniv* [Materials of X International scientific-practical internet conference Social-geographical factors of regional development], Yu.M. Barskyi, V.Y. Lazhnik (Eds.). Lutsk: FOP Mazhula Yu.M., 119–122 [in Ukrainian].
- Pavlovska, T.S. (2019). Heohrafiia Volynskoi oblasti: navchalnyi posibnyk [Geography of Volyn region: textbook], I.P. Kovalchuk (Ed.). Lutsk: Vezha-Druk [in Ukrainian].
- Pavlovska, T.S. (2014). Heoekolohichna diahnostyka terytorialnoi struktury zemlekorystuvannia u Volynskii oblasti [Geoecological diagnostics of territorial structure of land use in Volyn region]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Serii: Heohrafiia* [Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University. Series: Geography], 1 (36), 223–231 [in Ukrainian].
- Pavlovska, T.S. (2025b). Tendentsii zmin kilkosti opadiv u kholodnyi i teplyi periody roku u Volynskii oblasti [Trends in precipitation changes during cold and warm periods of the year in Volyn



region]. Zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni pytannia istorii, hromadianoznavstva, heohrafii ta metodyk yikh vykladannia": [Collection of materials of All-Ukrainian scientific-practical conference "Current issues of history, civics, geography and methods of their teaching"]. Rivne, 179–183 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Bakaleyko, V.A., & Henaliuk, R.M. (2020a). Temperaturnyi rezhym na meteostantsii Lutsk v umovakh suchasnykh klimatychnykh zmin [Temperature regime at Lutsk weather station under modern climate change conditions]. Zb. nauk. prats III Mizhnar. nauk.-prakt. konf.: Vplyv klimatychnykh zmin na prostorovy rozvytok terytorii Zemli: naslidky ta shliakhy vyrishennia [Collection of scientific works of III International scientific-practical conference: Impact of climate change on spatial development of Earth territories: consequences and solutions]. Kherson: DVNZ "KhDAU", 172–176 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Biletskyi, Yu.V., & Valianskyi, S.V. (2024a). Prostоровyi rozpodil i rezhym vypadannia atmosfernykh 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. <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.02> [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Klymiuk, I.V., Biletskyi, Yu.V., & Henaliuk, R.M. (2020b). Vitrovyy rezhym na meteostantsii Lutsk (2001–2018 rr.) [Wind regime at Lutsk weather station (2001–2018)]. Zb. nauk. prats III Mizhnar. nauk.-prakt. konf.: Vplyv klimatychnykh zmin na prostorovy rozvytok terytorii Zemli: naslidky ta shliakhy vyrishennia [Collection of scientific works of III International scientific-practical conference: Impact of climate change on spatial development of Earth territories: consequences and solutions]. Kherson: DVNZ "KhDAU", 189–192 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Kovalchuk, I.P., & Rudyk, O.V. (2015). Bolotni ekosystemy u strukturi pryrodno-zapovidnoi merezhi Volynskoi oblasti [Wetland ecosystems in the structure of nature reserve network of Volyn region]. Fizychna heohrafiia ta heomorfologhiia [Physical geography and geomorphology], 3 (79), 67–77 [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Kondratchuk, O.V., Mykhaliuk, A.M., & Royko, S.R. (2024b). Rezhym vypadannia opadiv na meteostantsii Lutsk uprodovzh 2001–2022 rr. [Precipitation regime at Lutsk weather station during 2001–2022]. Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche: Raccolta di articoli scientifici "ΛΟΓΟΣ". Bologna; Vinnytsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC, 385–390. <https://doi.org/10.36074/logos-15.11.2024.085> [in Ukrainian].

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

Pavlovska, T., Stelmakh, V., Rudyk, O., & Nikon, O. (2025). Prostоровo-chasova dynamika zmin sezonnykh znachen vidnosnoi volohosti povitria u Volynskii oblasti [Spatio-temporal dynamics of seasonal relative 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. <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2025.5.03> [in Ukrainian].

Pavlovska, T.S., Fedoniuk, M.A., & Rudyk, O.V. (2023). Temperaturnyi rezhym povitria u Volynskii oblasti: khronolohichni ta khorolohichni 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. <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04> [in Ukrainian].

Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha za 2023 rik. Volynska oblasna derzhavna administratsiia [Regional report on the state of the environment for 2023. Volyn Regional State Administration]. [Electronic resource] URL: <https://voladm.gov.ua> (access date 15.07.2025) [in Ukrainian].

Rozroblennia stsensarii zminy klimatychnykh umov v Ukraini na seredno- ta dovhostrokovu perspektyvu z vykorystanniam danykh hlobalnykh ta rehionalnykh modelei: zvit pro naukovo-doslidnu robotu [Development of scenarios for climate change in Ukraine for medium and long-term perspective using global and regional model data: research report] (2013). Kyiv: UkrNDHMI [in Ukrainian].

Stelmakh, V.Yu., & Netrobchuk, I.M. (2023). Osoblyvosti formuvannia "ostrova tepla" nad mistom Novovolynsk ta shliakhy optymizatsii mikroklimatychnykh zmin [Features of "heat island" formation over Novovolynsk city and ways to optimize microclimatic changes]. Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Serii: heohrafiia [Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatiuk. Series: geography], 54 (1), 23–32. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.3> [in Ukrainian].

Tarasiuk, N.A., & Tarasiuk, F.P. (2016). Suchasnyi klimat Volyni: monohrafiia [Modern climate of Volyn: monograph]. Lutsk: Vezha-Druk [in Ukrainian].

UF-indeks: shcho tse take, yak zakhystytysia vid sontsia i chy mozna zasmahaty bezpechno [UV index: what it is, how to protect from the sun and whether it's safe to sunbathe]. BBC News Ukraina. [Electronic resource] URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/ckmgkp5ez75o> (access date 12.07.2025) [in Ukrainian].

Fedoniuk, V.V., Husar, O.N., & Fedoniuk, M.A. (2023). Dynamika khmarnosti v mezhakh Volynskoi oblasti v period 2010–2021 rr. [Cloudiness dynamics within Volyn region during 2010–2021]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychkh nauk [Ukrainian journal of natural sciences]*, 4, 85–95 [in Ukrainian].

Fedoniuk, V.V., Prokhorenko, A.A., & Fedoniuk, M.A. (2018). Osoblyvosti formuvannia ta prostorovoho rozpodilu “ostrova tepla” nad mistom Lutsk [Features of formation and spatial distribution of “heat island” over Lutsk city]. *Pryroda Zakhidnoho Polissia ta prylehlykh terytorii [Nature of Western Polissya and adjacent territories]*, 15, 11–17 [in Ukrainian].

Chernova, K.V. (2017). Kharakterystyka osnovnykh form khmarnosti ta yikh povtoriuvanosti na doslidzhuvaniy terytorii [Characteristics of main cloud forms and their recurrence in the study area]. *Zb. materialiv mizhnarod. nauk.-prakt. konferentsii: Innovatsiinyi rozvytok nauky novoho tysyacholittia [Collection of materials of international scientific-practical conference: Innovative development of science of the new millennium]*. Uzhhorod, 1, 165–179 [in Ukrainian].

Bellocchi, G. (2024). Downward Mediterranean Cloudiness Beyond Little Ice Age Background Variability. *Ocean-Land-Atmosphere Research*, 0053.

Breil, M., Schneider, V.K.M., & Pinto, J.G. (2024). The effect of forest cover changes on the regional climate conditions in Europe during the period 1986–2015. *Biogeosciences*, 21, 811–836.

Copernicus Climate Change Service (C3S) (2020–2024). European State of the Climate reports. <https://climate.copernicus.eu/>.

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.

Fedoniuk, V.V., Husar, O.N., & Fedoniuk, M.A. (2022). Study of the cloudiness dynamics in Lutsk in the context of climate change. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Conference Proceedings, International Scientific Conference. European Association of Geoscientists & Engineers*, 1–5.

Heintzenberg, J., & Lupp, J. (2011, June 22). Pro shcho rozkazhut khmary? [What will clouds tell us?] (O. Dushchenko & O. Vasnitska, Trans.). KLIMATINFO: informatsiinyi tsentr zi zminy klimatu [CLIMATEINFO: information center on climate change]. [Electronic resource] URL: <http://www.climateinfo.org.ua/content/pro-sho-rozkazhut-khmari> (access date 16.07.2025) [in Ukrainian].

Husar, O., & Fedoniuk, V. (2022). Dynamics of cloud cover in Lutsk in the 21st century and its impact on solar energy potential. *Renewable Energy and Energy Efficiency: Proceedings of the XXIII International Conference*. Kyiv, 305–307.

Matuszko, D., Bartoszek, K., & Soroka, J. (2022). Long-term variability of cloud cover in Poland (1971–2020). *Atmospheric Research*, 268, 106028.

Post, P., & Aun, M. (2023). Changes in cloudiness contribute to changing seasonality in the Baltic Sea region. *Ocean Science*, 19, 589–605.

Sfică, L., Beck, C., Nita, A.I., Voiculescu, M., Birsan, M.V., & Philipp, A. (2021). Cloud cover changes driven by atmospheric circulation in Europe during the last decades. *International Journal of Climatology*, 41, 1665–1684.

Szyga-Pluta, K. (2022). Cloudiness and cloud genera variability at the turn of the 21st century in Poznań (Poland). *IDŐJÁRÁS / Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 126 (1), 109–125.

Teuling, A.J., Taylor, C.M., Meirink, J.F., Melsen, L.A., Miralles, D.G., Van Heerwaarden, C.C., & de Arellano, J.V.G. (2017). Observational evidence for cloud cover enhancement over western European forests. *Nature Communications*, 8 (1), 14065.

Theeuwes, N., Barlow, J.F., Teuling, A.J., Grimmond, C.S.B., & Kotthaus, S. (2019). Persistent cloud cover over mega-cities linked to surface heat release. *Climate and Atmospheric Science*, 2, 1–6.

Wu, S., Chen, B., An, J., et al. (2024). The interplay of cloud cover and 3D urban structures reduces human access to sunlight. *Nature Cities*, 1, 686–694.

Отримано: 22.07.2025

Прийнято: 25.08.2025

Опубліковано: 17.10.2025

