

# Сучасні особливості туманів на Чернігівщині

Валентина В. Остапчук , Маргарита О. Убозько 

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, вул. Графська, 2, Ніжин, Чернігівська область, 16600, Україна

## Реферат

На основі аналізу даних про повторюваність днів з туманом протягом 1970-2018 рр., виявлені сучасні просторово-часові особливості цього явища на Чернігівщині. За побудованими картами виявлено, що середня багаторічна кількість днів з туманом у межах області залежить, насамперед, від рельєфу, а також рослинності, розподілу температури та вологості повітря. За допомогою графіків багаторічного згладженого ходу повторюваності туману на семи метеостанціях області показано, що, попри значні відмінності абсолютних показників, виявлені тенденції є подібними. На основі аналізу трендів і багаторічного згладженого ходу показано, що повторюваність днів з туманом за досліджуваний період у всі сезони зменшується (найбільш помітно навесні), вочевидь, через складну взаємодію циркуляції атмосфери (зміну впливу баричних центрів), суттєву зміну термічного режиму повітря та підстильної поверхні, вмісту аерозолів природного й антропогенного походження. Шляхом аналізу середніх сезонних показників виявлено особливості розподілу кількості днів з туманом у кожен календарний сезон року. На основі порівняльного аналізу розподілу показників, осереднених за три 16-річні періоди, показано, що головні зміни (зменшення повторюваності туману) відбулися на півночі області, що призвело до зменшення внутрішньообласних контрастів цього явища. За багаторічними даними показано, що для всіх періодів характерна найбільша повторюваність туману (переважно адвективного) в зимово-осінній сезон, коли визначальним є вплив Ісландського мінімуму; навесні та влітку, коли головним є вплив Азорського максимуму, тумани утворюються нечасто (переважно радіаційні). Показано, що на всій території області повторюваність туману сильної інтенсивності є незначною; у багаторічному ході тумани слабкої інтенсивності мають меншу мінливість, ніж тумани помірної інтенсивності, частка яких є найбільшою.

## Ключові слова

Повторюваність туману, баричний центр, інтенсивність туману

Надійшла: 1 лютого 2020 / Прийнята: 12 червня 2020

## Modern features of fogs in Chernihiv region

Valentyna V. Ostapchuk, Margaryta O. Ubozko

Nizhyn Mykola Gogol State University, 2, Graftska str., Nizhyn, Chernihiv region, 16600, Ukraine

## Abstract

On the basis of the analysis of the data on the recurrence of days with fogs during 1970-2018, modern spatiotemporal features of this phenomenon in Chernihiv region are revealed. According to the constructed cards it is revealed that the average long-term number of days with fogs within the region depends, first of all, on the topography, as well as vegetation, temperature distribution and humidity. Graphs of long-term smoothed fog recurrence at seven weather station show that, despite significant differences in absolute values, the identified trends are similar. On the basis of trend analysis and long-term smoothed course it is shown that the recurrence of days with fog during the studied period in all seasons decreases (most noticeably in spring), apparently, due to complex interaction of atmospheric circulation (change of influence of baric centers), significant change of thermal surface of air and undergrowth, content of aerosols of natural and anthropogenic origin. By analyzing the average seasonal indicators, the peculiarities of the distribution of the number of days with fog in each calendar season of the year were revealed. On the basis of comparative analysis of the distribution of indicators averages over three 16-years periods, it is shown that major changes (decrease in the recurrence of fog) occurs in the north of the region, which lead to a decrease in the intra-region contrasts of this phenomenon. Long-term data show that for all periods the highest recurrence of fog (mainly advective) in the winter and autumn season is characteristic, when the Icelandic minimum is decisive; in the spring and summer, when the influence of the Azores maximum is the main one, fogs are infrequent (mainly radiation). It is shown that in the whole territory of the region the frequency of fog of high intensity is insignificant; in the long run, low intensity fogs have less variability than moderate intensity fog with the highest proportion.

## Keywords

Recurrence of fog, baric center, intensity of fog

Received: 1 February 2020 / Accepted: 12 June 2020

## 1. Вступ

Проблема змін клімату на глобальному та регіональному рівнях не втрачає своєї актуальності, позаяк наслідки цих змін відчуваються практично в усіх частинах земної кулі. При цьому, як зазначають Балабух (Balabukh, 2002), Осадчий (Osadchyi, 2012),

Бабіченко (Babichenko, 2006), відбувається не просто поступове підвищення середньої річної температури повітря, а й суттєве порушення рівноваги у кліматичній системі планети, через що погода стає все більш непередбачуваною, збільшується частота й інтенсивність проявів небезпечних і стихійних гідрометеорологічних явищ, зокрема

туману. Головним чинником таких змін є аномальні циркуляційні процеси в атмосфері, через що перед науковцями постає завдання дослідження сучасних особливостей формування атмосферних явищ, особливо небезпечних та стихійних, зокрема і на регіональному рівні.

Вивчення особливостей утворення туманів, їхньої повторюваності, характеру поширення, зумовленого, зокрема, і місцевими умовами, дає можливість уникнути багатьох несприятливих або навіть катастрофічних наслідків, спричинених даним природним явищем, а саме: значних збитків в економіці, аварій на дорогах, на воді та при авіапольотах, поганого самопочуття.

У контексті змін клімату та циркуляційних процесів у атмосфері важливо визначити тенденції та просторово-часові особливості, які при цьому виникають, насамперед повторюваності днів з туманом, зокрема й різної інтенсивності, що і зроблено в даному дослідженні на прикладі території Чернігівської області.

Найбільш суттєві зміни клімату в останні десятиліття проявляються у підвищенні температури повітря взимку та посиленні циклонічної діяльності у цей період, більш спекотному літньому сезони завдяки посиленню впливу Азорського максимуму. Все це накладає відбиток на розподіл кількості днів з туманом. Тому важливим є порівняльно-кліматичний аналіз повторюваності днів з туманом сучасного періоду та періоду, коли найбільш значні зміни клімату ще не проявлялись (70-і рр. XX ст.).

## 2. Матеріали та методи

Статистичною базою дослідження стали дані Чернігівського обласного центру з гідрометеорології, Ніжинської метеостанції, офіційного сайту "Розклад погоди" (кількість днів з туманом на семи метеостанціях області і з туманом різної інтенсивності в Ніжині за період з 1970 по 2018 рік); Головного управління статистики в Чернігівській області (обсяги викидів забруднювальних речовин стаціонарними та пересувними джерелами з 1990 по 2018 рік).

У процесі дослідження були використані статистичний і математичний методи, порівняльно-описового, просторово-часового узагальнення даних, а також методи графічного та картографічного зображення.

Оскільки повторюваність туману характеризується значною міжрічною мінливістю, для виявлення тенденцій у багаторічному ході проводилася статистична процедура 5-річного ковзного згладжування з 1-річним зміщенням на кожному кроці. Для виявлення загальної тенденції зміни повторюваності туману протягом останніх десятиліть на Чернігівщині було побудовано й проаналізовано лінійні тренди повторюваності днів з туманом за рік і для кожного календарного сезону.

## 3. Результати

### 3.1. Умови утворення туманів

Вивченням синоптичних умов туманоутворення з метою розробки методик прогнозування туманів на різні терміни займалися Зверев (Zverev, 1977), Кошеленко (Koshelenko, 1977). Вчені-метеорологи детально вивчали добові та сезонні особливості утворення та повторюваності туманів, їхню тривалість та інтенсивність, зокрема і під впливом місцевих умов, як показала це на прикладі АМСЦ Миколаїв Назхмудінова (Nazhmutdinova, 2016).

Тумани виникають, коли біля земної поверхні є сприятливі умови для конденсації водяної пари. Найчастіше це зниження температури та наявність у повітрі ядер конденсації. Оскільки ядра конденсації гігроскопічні, тумани виникають ще до зниження температури повітря до точки роси, тобто за відносної вологості близько 95%.

За умовами утворення тумани поділяють на два види: тумани охолодження і тумани випаровування. У природних умовах переважають тумани охолодження. Охолодження повітря поблизу земної поверхні відбувається внаслідок двох головних процесів – радіаційного охолодження земної поверхні та від неї прилеглого шару повітря (радіаційні тумани), а також охолодження повітря при його перенесенні з теплішої підстильної поверхні на холоднішу (адвективні тумани). Якщо повітря охолоджується внаслідок дії обох чинників, то тумани які при цьому утворюються, називаються адвективно-радіаційними.

Радіаційні тумани виникають тихої ясної ночі, за наявності слабкого вітру. Слабкий вітер створює турбулентне перемішування повітря і цим розповсюджує охолодження повітря догори. У багатьох випадках формуються приземні радіаційні тумани, найчастіше у балках, поблизу боліт, на лісових галявинах. Ці тумани виникають у приземному шарі інверсії температури. У холодний період року у стійких антициклонах утворюються високі радіаційні тумани. Вони розповсюджуються до висоти кількох сотень метрів, охоплюють величезні площі і можуть зберігатись багато днів поспіль.

Адвективні тумани виникають при адвекції теплого повітря на холодну підстильну поверхню. На території України і Чернігівщини зокрема адвективні тумани найчастіше бувають наприкінці осені та взимку. Адвективні тумани охоплюють величезні райони і розповсюджуються вгору на сотні метрів. Вони можуть виникати і при значній швидкості вітру. Адвективно-радіаційні тумани утворюються за незначної адвекції тепла та подальшого радіаційного вихолодження земної поверхні при проясненні вночі.

Тумани випаровування бувають рідше, ніж тумани охолодження і охоплюють менші ділянки земної поверхні. Вони виникають у вечірні години та вночі при стіканні повітря з навколишніх пагорбів на теплу

водну поверхню річок, озер, ставків. Інколи вони виникають увечері під час спокійного дощу на нагріту земну поверхню або після його закінчення, коли з вології теплої поверхні інтенсивно випаровується волога, а температура повітря знижується.

Тумани випаровування можуть утворюватися перед теплим фронтом, коли опади у вигляді дощу зволожують земну поверхню, а інтенсивне випаровування із неї та безпосередньо з крапель дощу насичує повітря водяною паром (Protsenko, 2007).

3.2. Сезонні особливості циркуляційних умов формування туманів в Україні та на Чернігівщині

Процеси циркуляції суттєво відрізняються за сезонами. У зимовий період посилює свою діяльність Ісландський баричний мінімум, вплив якого поширюється на територію України, що й зумовлює інтенсивний прояв явища туману. На території України значного розвитку набуває циклонічна діяльність, особливо виражена в останні десятиліття. У цей сезон зафіксована найбільша кількість циклонів. Зазвичай це циклони, які пересуваються із заходу (з Атлантичного океану), і південно-західні – з районів Середземного моря. З ними пов'язані відлиги, значна кількість опадів, досить часте утворення туманів.

Для весняного періоду характерним є підвищення впливу підстильної поверхні. Завдяки зниженню термічних контрастів між водою та суходолом процеси адвекції послаблюються. Азійський баричний максимум, який на сучасному етапі суттєво зменшив свій вплив на територію України, поступово руйнується через інтенсивне прогрівання материка, натомість над Атлантикою посилює свою діяльність Азорський антициклон, який зумовлює підвищення температури, при цьому опади майже

не утворюються.

У літній період року сонячна радіація стає більш інтенсивною, адвекція послаблюється. Значного розвитку набуває Азорський максимум. Циклонічна діяльність значно послаблюється, особливо на півдні країни. Іноді влітку проявляються південно-західні циклони, які приносять вологі повітряні маси з Середземного моря.

Восени послаблюється дія Азорського максимуму та більш яскраво проявляє свою діяльність Ісландський мінімум, який зумовлює похмуру з дощами погоду і частим утворенням туманів.

Зазначені сезонні особливості умов формування туманів проявляються і на території Чернігівської області, тому їхнє врахування є необхідним для аналізу особливостей динаміки та просторового розподілу цього явища в окремі сезони року.

3.3. Фізико-географічні особливості Чернігівщини та їхній вплив на утворення туманів

Попри те, що циркуляційний чинник є визначальним щодо просторово-часового розподілу повторюваності туманів, насамперед адвективних, характер підстильної поверхні також має суттєве значення: з одного боку він впливає на рух повітря, а з іншого – на процеси випаровування та конденсації, що найбільше проявляється у формуванні радіаційних і радіаційно-адвективних туманів, а також туманів випаровування.

Територія Чернігівської області лежить у середній течії Дніпра та басейні Десни, на північному-сході України. Протяжність області з півночі на південь становить 220 км, із заходу на схід – 180 км.

Територія Чернігівщини охоплює переважно низовинну ділянку земної поверхні, а саме Придніпровську низовину, на півдні області

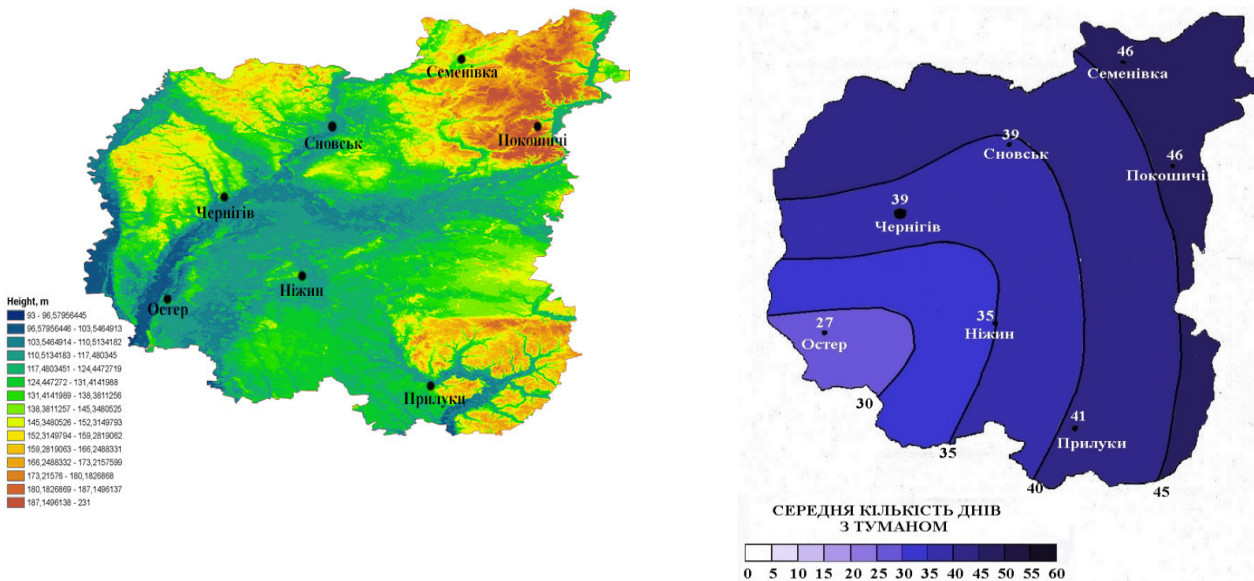


Рис. 1. Розташування метеостанцій Чернігівської області та середня річна кількість днів з туманом (за 1970–2018 рр.).  
 Fig. 1. Location of weather stations in the Chernihiv region and average annual number of days with fog (1970–2018).

представлена Полтавська рівнина (її північне крило) з легко хвилястою поверхнею. Абсолютні висоти коливаються від 100 до 220 м. Найвища точка Чернігівщини знаходиться на північному сході області, на Новгород-Сіверщині, де розташовані відроги Середньоросійської височини.

Область розміщується у межах двох природних зон – Лісостепу та мішаних лісів (Полісся). Полісся займає більшу площу, що становить близько 68% від площі всього регіону. Середня по області лісистість становить 21% (Filonenko, 2017).

Чернігівщина характеризується досить густою гідрографічною мережею. Зокрема в області нараховується понад 1300 озер, здебільшого у басейнах річок Дніпро та Десна. Поліська частина області значно заболочена. Усі гідрографічні об'єкти збільшують вологість повітря, сприяють утворенню туманів випаровування, які охоплюють невеликі площі, але мають прояв на території області.

Порівняння карт фізичної поверхні області

та середніх річних показників кількості днів з туманом за досліджуваний період (рис. 1) дозволяє простежити прямий вплив рельєфу та певною мірою рослинності на загальне збільшення кількості днів з туманом із південного заходу на північний схід області. Підвищення у рельєфі підтримують висхідні рухи повітря, при цьому посилюється конденсація. Також на розподіл середньої кількості днів з туманом впливає рослинність, яка у північній частині області представлена здебільшого лісами. Над лісовими масивами утворенню туманів сприяють підвищена евапотранспірація (зумовлює збільшення вологості повітря і зменшення дефіциту точки роси), а також зменшення швидкості вітру, через що уповільнюється розсіювання туману. Окрім того, збільшенню кількості днів з туманом на північ і північний схід області сприяє зниження температури повітря і збільшення відносної вологості повітря у цих напрямках.

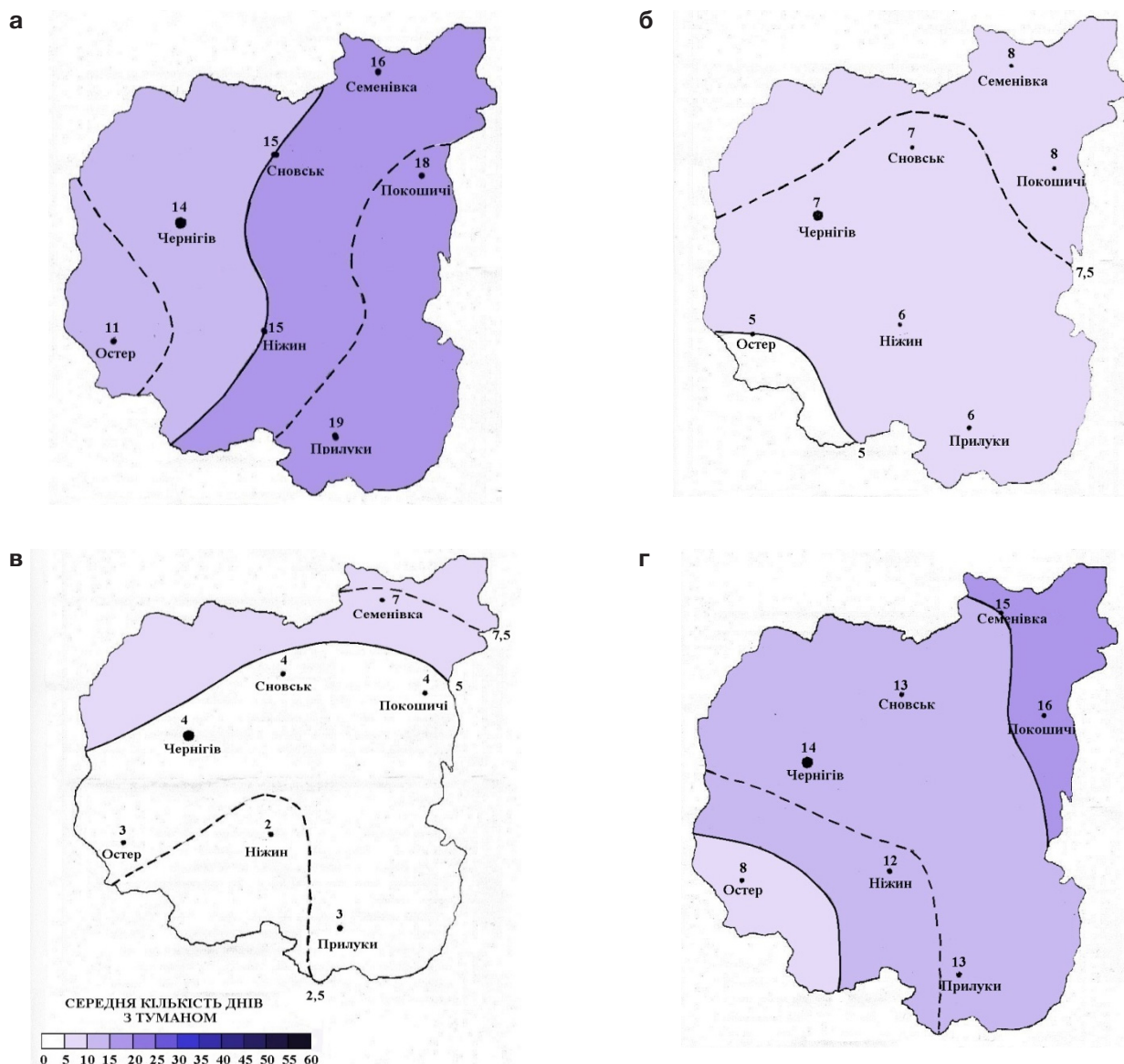


Рис. 2. Середня багаторічна кількість днів з туманом: а – взимку; б – навесні; в – влітку; г – восени  
 Fig. 2. Average long-term number of days with fog: a – in the winter; b – in the spring; c – in the summer; d – in the autumn

### 3. 4. Сезонні особливості розподілу повторюваності туману на території області

Сезонні циркуляційні особливості умов формування туманів (див. пункт 3. 2), а також орографічні відмінності території Чернігівської області, простежуються на картах середніх багаторічних значень кількості днів з туманом, побудованих для календарних сезонів (рис. 2).

Для зимового сезону (рис. 2, а) характерна найбільша середня багаторічна кількість днів з туманом і загальне її збільшення із заходу на схід (від 11 днів у Острі до 18 і 19 днів у Покошичах і Прилуках відповідно). Розподіл середньої багаторічної кількості днів з туманом восени (рис. 2, г) найбільш близький

до зимового. При тому що абсолютні показники повторюваності туману на всіх метеостанціях області помітно менші, внутрішньообласні відмінності близькі до зимових і складають 8 днів. У весняний (рис. 2, б) та особливо літній (рис. 2, в) сезони середня багаторічна кількість днів з туманом є незначною. Найменше днів з туманом улітку фіксується у південній, переважно низовинній, лісостеповій частині області – 2 дні у Ніжині і 3 дні в Острі та Прилуках. Отже, попри сезонні відмінності в абсолютних показниках кількості днів з туманом на метеостанціях Чернігівщини, у всі сезони помітний зв'язок їхнього розподілу по території області з особливостями підстильної поверхні (див. пункт 3. 3).

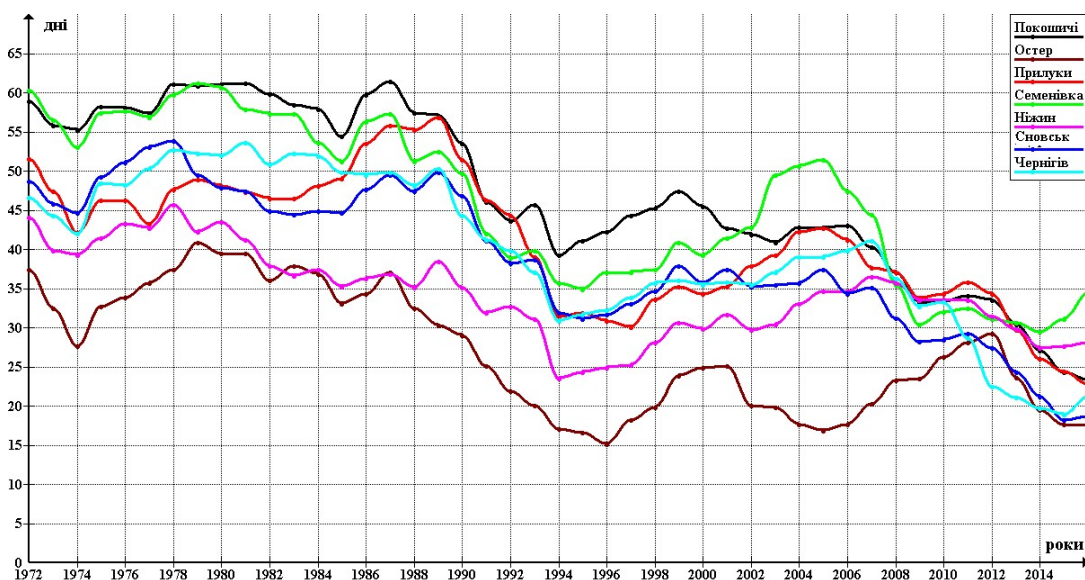


Рис. 3. Кількість днів з туманами на 7 метеостанціях (Покошичі, Остер, Прилуки, Семенівка, Ніжин, Сновськ, Чернігів) Чернігівщини з використанням ковзного згладжування.

Fig. 3. Number of days with fog at 7 weather stations (Pokoshychi, Oster, Priluki, Semenivka, Nizhyn, Snovsk, Chernihiv) of the Chernihiv region, smoothed using moving average.

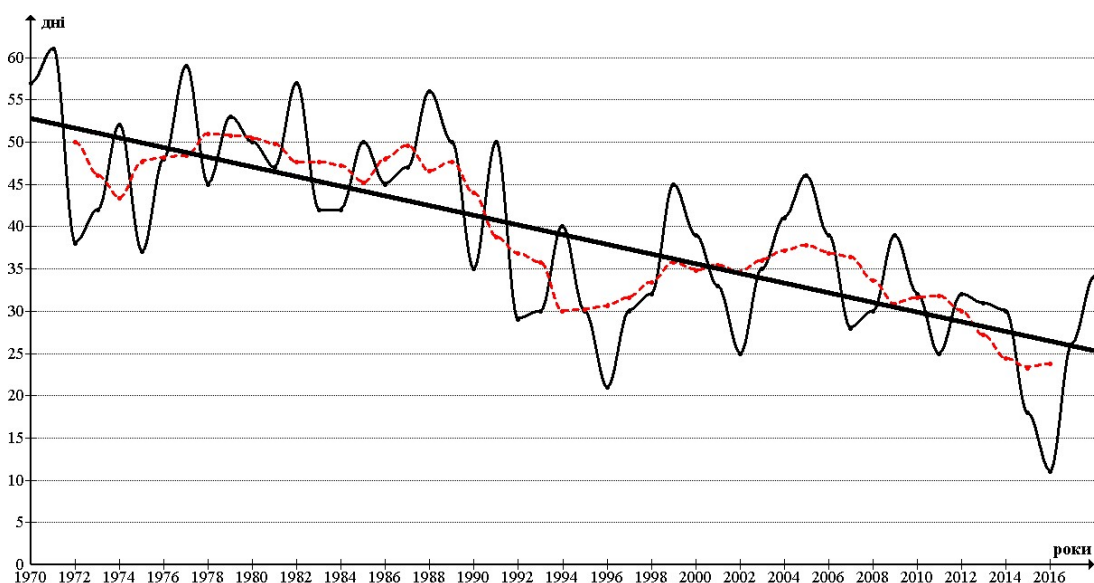


Рис. 4. Багаторічний хід повторюваності днів з туманом по Чернігівській області.

( ——— - річні значення, - - - - осереднені ковзні значення, ——— - лінійний тренд)

Fig. 4. Long-term recurrence of days with fog in Chernihiv region.

( ——— - annual values, - - - - averages sliding values, ——— - linear trend)

### 3. 5. Динаміка повторюваності днів з туманом на Чернігівщині

Для виявлення тенденцій і характеру зміни повторюваності туману на території області на основі даних багаторічних спостережень на всіх 7 метеостанціях була розрахована повторюваність днів з туманами з використанням ковзного згладжування (рис. 3).

Як видно з графіка, найменші показники відмічаються на метеостанції Остер, яка знаходиться у найнижчій частині області, а найбільші – на метеостанціях Семенівка і Покошичі, які знаходяться на півночі області, у межах відрогів Середньоросійської височини (рис. 1).

Попри те, що згладжені річні показники кількості днів з туманами різняться на окремих метеостанціях, простежується спільна тенденція до загального зменшення повторюваності днів з туманами. Так само на всіх метеостанціях чітко простежується загальне зменшення кількості днів з туманами у 1990-1996 роках, можливо, пов'язане зі зменшенням вмісту гігроскопічних аерозолів у повітрі. Ще однією особливістю згладженого багаторічного ходу кількості днів з туманом є зменшення відмінностей між показниками окремих метеостанцій протягом останніх 10-15 років. Усе це дозволяє обґрунтувати використання для дослідження динаміки повторюваності туману середніх по області показників.

Для оцінки тенденції повторюваності середньої обласної кількості днів з туманом за багаторічний період, було побудовано лінійний тренд (рис. 4).

Як видно з графіка, при значній міжрічній мінливості кількості днів з туманом (до 20 днів від року до року), лінійний тренд демонструє їхнє загальне зменшення протягом досліджуваного періоду практично вдвічі. Таке зменшення можна пояснити складною взаємодією сучасних особливостей циркуляції атмосфери, зміни температури повітря та підстильної поверхні, вмісту аерозолів природного й антропогенного походження.

### 3. 6. Сучасні особливості повторюваності туману на Чернігівщині на початку XXI ст.

Зважаючи на значну міжрічну мінливість повторюваності туману, для кліматичної оцінки змін цього явища досліджуваний 48-річний період було розділено на три 16-річні, а саме:

- I період – з 1971 р. по 1986 р.
- II період – з 1987 р. по 2002 р.
- III період – з 2003 р. по 2018 р.

За осередненими річними показниками усіх метеостанцій були побудовані карти (рис. 5), які демонструють помітні зміни у географічному розподілі та кількості днів з туманом від періоду до періоду.

Для I періоду характерні найбільші абсолютні значення та внутрішньообласні контрасти (рис. 5, а)

– від 36 днів з туманом (Остер) до 57 днів (Семенівка) і 58 днів (Покошичі). Для II періоду характерне зменшення кількості днів з туманами, особливо у східній частині області (приблизно на 10-15 днів) при збереженні внутрішньообласних контрастів, характерних для попереднього періоду (рис. 5, б).

У III періоді (рис. 5, в) кількість днів з туманами також помітно зменшилася, особливо у північно-східній частині області. Такі зміни призвели до зменшення внутрішньообласних відмінностей повторюваності туману до 18 днів порівняно з 21 і 24 днями у I і II періодах відповідно.

Зміни у кількості днів з туманом, які відбулися протягом досліджуваного періоду, можна простежити на рис. 5, г. Найбільші зміни відбулися в тих частинах області, де повторюваність туману була найбільшою, що й призвело до вирівнювання її розподілу по території області.

Таке зменшення повторюваності та зміни просторового розподілу туманів, вочевидь, можна пояснити змінами циркуляційних процесів над територією області, пов'язаних зі зміною впливу баричних центрів (Мартазінова (Martazynova, 2007)), що не могло не відобразитися на розподілі середньої річної кількості днів із туманом, і у даному випадку подібні зміни відбулися на території Чернігівської області протягом 1970-2018 років.

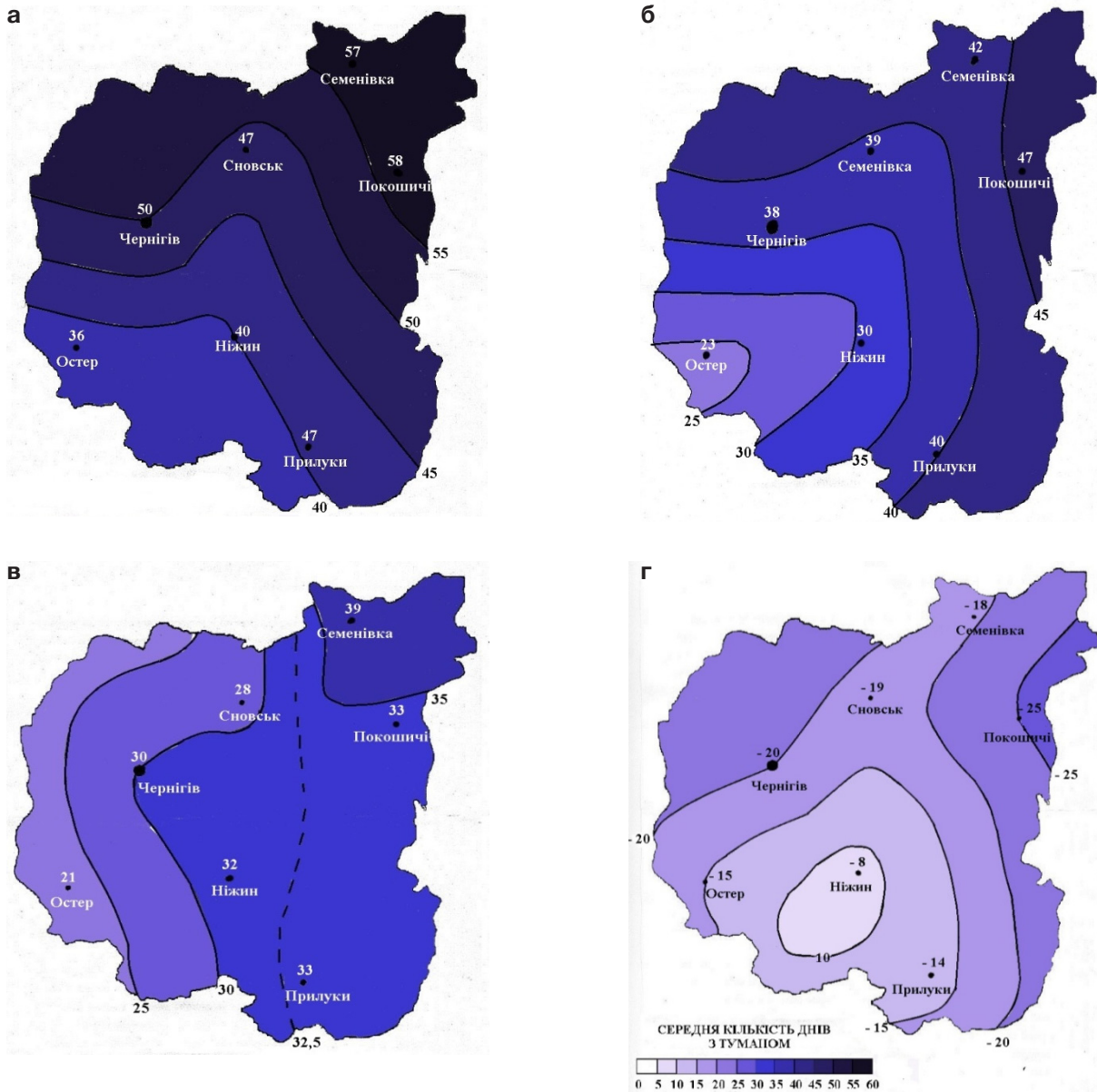
Зазначені зміни, виявлені у розподілі середніх річних показників кількості днів з туманом протягом трьох періодів, мають свої сезонні особливості прояву. На рис. 6 представлена повторюваність днів з туманами в Ніжині за сезонами і в середньому за рік для трьох виділених для порівняння періодів.

Найчастіше тумани реєструються саме у зимово-осінній сезон, а найменшу повторюваність мають у весняно-літню пору року, і це характерно для всіх трьох досліджуваних періодів. Найбільш суттєве зменшення повторюваності туману характерне для літніх місяців і особливо весняних. За рахунок цього відбулося і загальне зменшення річних показників при переході від I до II періоду, тобто наприкінці минулого століття.

Такі зміни спричинені, як зазначає Мартазінова (Martazynova, 2007) та інші автори, мінливістю великомасштабної циркуляції атмосфери, яка призводить до зміни місця розташування центрів циркуляції атмосфери, тобто у нижньому шарі – тропосфері, відбуваються нетипові процеси розподілу теплих повітряних мас, що відображається у зміні не тільки температури, але й повторюваності різних метеорологічних явищ, у тому числі небезпечних і стихійних, зокрема туману.

### 3. 7. Повторюваність туману різної інтенсивності

Важливою характеристикою туману, яка разом із тривалістю визначає, наскільки небезпечним може бути дане явище, є його інтенсивність. При досягненні критичних показників дальності видимості



**Рис. 5.** Осереднені річні показники кількості днів з туманом: а – I період; б – II період; в – III період; г – різниці кількості днів з туманом між III і I періодами.

**Fig. 5.** Annual average number of days with fog: а - I period; б - II period; в - III period; г - the difference in the number of days with fog between III and I periods.

та тривалості туман набуває значення небезпечного чи стихійного гідрометеорологічного явища.

Відповідно до Настанови по службі прогнозів та попереджень про небезпечні і стихійні явища погоди (2003), прийнято вирізняти туман такої інтенсивності:

- слабкої – видимість більше 500 м;
- помірної – від 100 м до 500 м;
- сильної – менше 100 м.

Повторюваність туману різної інтенсивності на території Чернігівщини має свої особливості. Для визначення характеру їхньої зміни, побудовано графік багаторічного ходу кількості днів з туманом різної інтенсивності у Ніжині з використанням 5-річного ковзного згладжування (рис. 7).

З графіка видно, що за досліджуваний період, з 1970 по 2018 р., у м. Ніжин найчастіше утворювалися

тумани помірної та слабкої інтенсивності. Сильні тумани у досліджуваний період майже не утворювалися (не частіше двох днів за рік). Повторюваність туману помірної інтенсивності є найбільшою (крім 90-х років XX ст.) і характеризується різкими змінами з періодами різної тривалості (від 10 до 20 років), у той час як багаторічний хід повторюваності туману слабкої інтенсивності є більш-менш рівномірним при загальній тенденції незначного зменшення.

Варто також зазначити, що від усіх днів з туманом за досліджуваний період, тумани середньої інтенсивності становили 54,8% (переважали в холодну пору року), тумани слабкої інтенсивності – 43,8% (головним чином у літні місяці), і практично не зустрічалися тумани сильної інтенсивності – 1,3%.

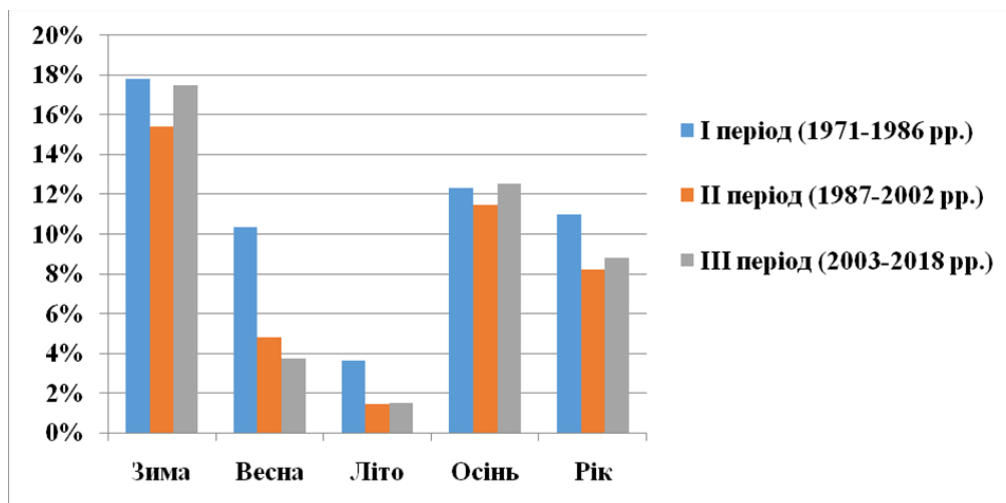


Рис. 6. Повторюваність днів з туманами за три періоди у м. Ніжин (%).

Fig. 6. Frequency of days with fog over three periods in Nizhyn (%).

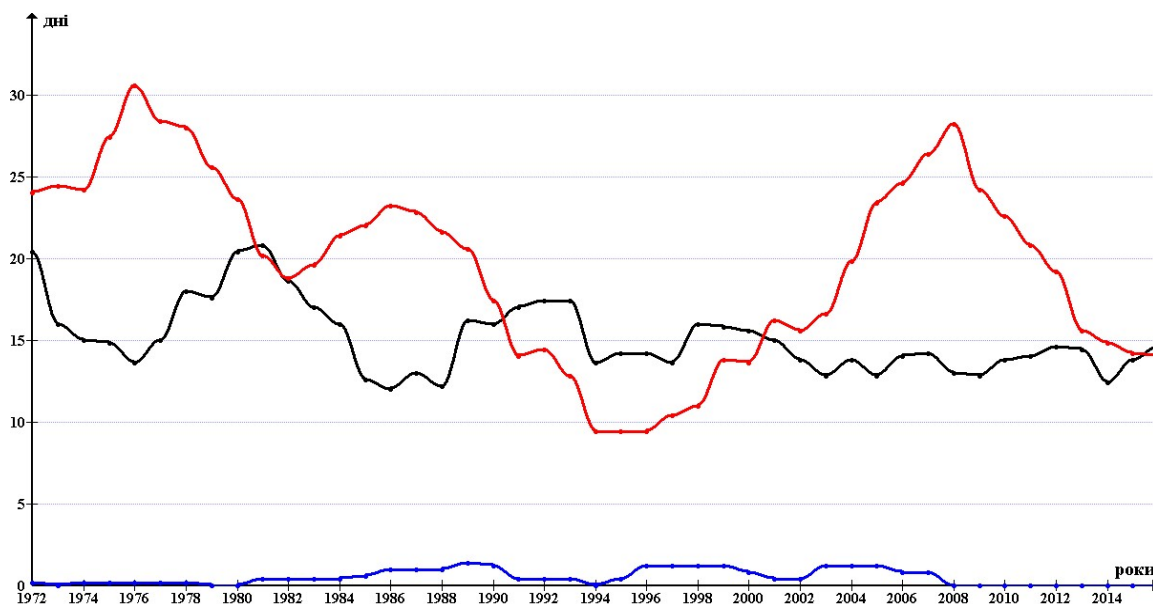


Рис. 7. Багаторічний згладжений хід кількості днів з туманами різної інтенсивності.

( — - слабкої; — - помірної; — - сильної)

Fig. 7. Long-term smoothed course of the number of days with fogs of varying intensity.

( — - weak; — - moderate; — - strong)

#### 4. Обговорення

Детальна характеристика та виявлення закономірностей поширення туману на певній території дають уявлення про регіональні зміни клімату, які відбуваються протягом десятиліть, і можуть бути використані при прогнозуванні даного явища. Наразі є велика кількість наукових робіт, присвячених глобальним змінами клімату, проте як це впливає на просторово-часовий розподіл днів з туманами на регіональному рівні – залишається мало вивченим аспектом.

Виявлені в даному дослідженні основні чинники формування туманів та закономірності їхнього поширення, сучасні статистичні характеристики просторово-часового розподілу даного явища, детальний аналіз не тільки річних, але і сезонних

показників туманів можуть бути використані для розробки та забезпечення більш точного прогнозу туману на території Чернігівської області, плануванні роботи окремих підприємств та установ.

Представлені в даному дослідженні лінійні тренди дають можливість оцінити повторюваність туману на наступні роки, а картографічні зображення, які дають уявлення про поширення даного явища, можуть використовуватись у багатьох сферах практичної діяльності.

Зазначені просторово-часові особливості повторюваності туману є наслідком цілої низки змін, які відбуваються в кліматичній системі на сучасному етапі, і характеризуються складними взаємозв'язками, які ще потребують всебічного та комплексного аналізу.

Актуальність дослідження сучасних умов

виникнення і поширення туману пов'язана також із його впливом на забруднення повітря, яке, згідно дослідження Кіптенко (Kiptenko, 2016), суттєво залежить від характеристик туману (висоти, водності та розподілу температури в ньому). Підвищення забруднення повітря у туманах пов'язане з поглинанням краплями шкідливих домішок. Водночас домішки разом з краплями залишаються в приземному шарі повітря. Через утворення значних градієнтів концентрацій (поза краплями) відбувається перенесення домішок з навколишнього простору в туман, у зв'язку з чим сумарна концентрація домішок у приземному шарі зростає.

## 5. Висновки

Узагальнюючи результати дослідження сучасних просторово-часових особливостей повторюваності туману на Чернігівщині, можна дійти висновків про те, що:

- простежується прямий вплив рельєфу та певною мірою рослинності на загальне збільшення кількості днів з туманом із південного заходу на північний схід області, оскільки підвищення у рельєфі підтримують висхідні рухи повітря, які посилюють конденсацію, а над лісовими масивами утворенню туманів сприяють підвищена евапотранспірація та зменшення швидкості вітру;

- збільшенню кількості днів з туманом на північ і північний схід області сприяє також зниження температури повітря і збільшення відносної вологості повітря у цих напрямках;

- з 1970 року повторюваність днів з туманом зменшується (насамперед навесні), вочевидь, через складну взаємодію циркуляції атмосфери, термічного режиму повітря та підстильної поверхні, вмісту аерозолів природного й антропогенного походження;

- попри те, що згладжені річні показники кількості днів з туманами різняться на окремих метеостанціях області, простежується спільна тенденція до загального зменшення повторюваності днів з туманами, при цьому на всіх метеостанціях чітко простежується зменшення кількості днів з туманами у 1990-1996 роках;

- лінійний тренд демонструє загальне зменшення річної кількості днів з туманом протягом досліджуваного періоду приблизно вдвічі з 53 до 25;

- найсуттєвіше зменшення кількості днів з туманом за рік відбулося на півночі області, що призвело до вирівнювання її розподілу по території області, тобто зменшення внутрішньообласних відмінностей повторюваності туману до 18 днів порівняно з 21 і 24 днями у I і II періодах відповідно;

- найчастіше тумани реєструються у зимово-осінній сезон (переважно адвективні), коли визначальним є вплив Ісландського мінімуму;

- навесні та влітку, коли головним є вплив Азорського максимуму, тумани утворюються нечасто

(переважно радіаційні);

- найбільш суттєве зменшення повторюваності туману характерне для літніх місяців і особливо весняних;

- повторюваність туману сильної інтенсивності, є незначною (на них припадає лише 1,3% від усіх випадків туману);

- тумани слабкої інтенсивності утворюються досить часто (їхня частка становить 43,8%) і мають меншу міжрічну мінливість, ніж тумани помірної інтенсивності, частка яких є найбільшою (54,8%).

## ORCID iD

Valentyna Ostapchuk  <https://orcid.org/0000-0001-5157-0626>

Margaryta Ubozko  <https://orcid.org/0000-0002-6248-5555>

## Список посилань

- Balabukh, V. O. (2002). Regionalni osoblyvosti rozpodilu nebezpechnykh i stykhiinykh yavlyshch pohody pry peremishchenni v Ukrainu tsykloniv i frontiv z pivnichnoiu skladovoiu naprykintsi XX stolittia. *Hydrometeorology and environmental protection*, 31-36. [Балабукх, В.О. (2002). Регіональні особливості розподілу небезпечних і стихійних явищ погоди при переміщенні в Україну циклонів і фронтів з північною складовою наприкінці XX століття. *Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища*, 31-36].
- Kiptenko, Ye. M., Kozlenko, T. V. (2016). Metodyka korotkostrokovoho prohozu zabrudnennia atmosfernoho povitria dlia mista Kyieva. *Scientific works of UkrHRI*, 269, 138–150. [Кіптенко, Є. М., Козленко, Т. В. (2016). Методика короткострокового прогнозу забруднення атмосферного повітря для міста Києва. *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*, 269, 138–150].
- Martazynova, V. F., Yvanova, E. K., Chaika, D. Yu. (2007). Yzmenenye atmosfernoї tsyrkuliatsyy v Severnom polusharyi v techenye peryoda hlobalnoho poteplyeniya v XX veke. *Ukrainian Geographical Journal*, 3, 10–20. [Мартазынова, В. Ф., Иванова, Е. К., Чайка, Д. Ю. (2007). Изменение атмосферной циркуляции в Северном полушарии в течение периода глобального потепления в XX веке. *Український географічний журнал*, 3, 10–20].
- Zverev, A. S. (1977). *Tumany i ih predskazanie*. Leningrad: Gidrometeoizdat. [Зверев, А. С. (1977). *Туманы и их предсказание*. Ленинград: Гидрометеоиздат].
- Koshelenko, I. V. (1977). Tumany. *Scientific works of UkrHRI*, 155, 211–215. [Кошеленко, И. В. (1977). Туманы. *Труды УкрНИГМИ*, 155, 211–215].
- Nazhmudinova, O. M. (2016). Protsey tumanoūtvořennia na AMSTs Mykolaiv. *Physical Geography and Geomorphology*, 83, 88–93. [Нажмудінова, О. М. (2016). Процеси туманоутворення на АМСЦ Миколаїв. *Фізична географія та геоморфологія*, 83, 88–94].
- Filonenko, I. M., Filonenko, Yu. M., Filonenko, O. Yu. (2017). *Kraieznavstvo*. Nizhyn: NDU im. M. Hoholia. [Філоненко, І. М., Філоненко, Ю. М., Філоненко, О. Ю. (2017). *Краєзнавство*. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя].
- Osadchy, V. I., Babichenko, V. M. (2012). Dynamika stykhiinykh meteorolohichnykh yavlyshch v Ukraini. *Ukrainian*

- Geographical Journal*, 4, 8–14. [Осадчий, В. І., Бабіченко, В. М. (2012). Динаміка стихійних метеорологічних явищ в Україні. *Український географічний журнал*, 4, 8–14].
- Lipinskiy, V. M., Osadchyi, V. I., Babichenko, V. M. (Eds.). (2006). *Stykhyni meteorolohichni yavvyshcha na terytorii Ukrainy za ostannye dvadtsyatyrichchya (1986–2005 rr.)*. Kyiv: Nika-Tsentr. [Ліпінський, В. М., Осадчий, В. І., Бабіченко, В. М. (Ред.) (2006). *Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986–2005 рр.)*. К.: Ніка-Центр].
- Protsenko, H. D. (2007). *Meteorolohiia ta klimatolohiia*. Kyiv: Natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni M. P. Drahomanova. [Проценко, Г. Д. (2007). *Метеорологія та кліматологія*. Київ: Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова].