

НИЗЬКИЙ ВАГОВИЙ ВМІСТ КИСНЮ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ЯК СКЛАДОВА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ В РЕГІОНАХ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ

Грабко Н.В., Колісник А.В.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

вул. Змієнка Всеволода, 2, 65082, м. Одеса

grabkonatalyavikt@gmail.com

Значна частина населення відчуває погіршення самопочуття та стану здоров'я, обумовлені коливаннями метеорологічних умов. Таке погіршення пов'язують із коливаннями вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі (P_o). Особливо це стосується низьких значень показника. У представленому дослідженні коливання P_o розглядаються як фактор ризику для здоров'я людини. А повторюваність порушень межі (нижньої) зони комфорту для P_o визначається як ймовірність небезпечного явища у визначенні поняття «ризик» (добуток частоти несприятливого явища і впливу). Метою дослідження стала оцінка частоти порушень зони комфорту P_o на 8 метеорологічних станціях Західної України, а також виділення найбільш і найменш комфортних для людини територій. Для досягнення мети було поставлено такі завдання: оцінити і проаналізувати ситуацію щодо вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі в районі 8 метеостанцій з виявленням основних періодів порушення меж зони комфорту; оцінити роль висоти розташування станції над рівнем моря у формуванні значення P_o ; оцінити повторюваність порушень нижньої межі зони комфорту в районі кожної з досліджених метеостанцій; виявити станції з більш і менш комфортними значеннями повторюваності. За результатами дослідження було встановлено, що найбільш виражені порушення нижньої межі зони комфорту за P_o спостерігалися у літні місяці, висота станції над рівнем моря є визначальним фактором для рівня P_o , найбільший її вплив взимку, найменший – влітку; повторюваність порушень нижньої межі зони комфорту за P_o складає 17,6-51,9 % у різні роки на різних станціях, найбільші значення такої частоти (80-100 %) спостерігаються в літні місяці, найменші (близько 0) – у зимові; за результатами кластерного аналізу показано, що найбільш сприятлива ситуація спостерігається на метеостанціях Луцьк і Ужгород, найменш сприятлива – на станціях Тернопіль і Хмельницький. *Ключові слова:* ваговий вміст кисню в повітрі, ризик, здоров'я людини, частота, ймовірність, зона комфорту.

Low mass concentration of oxygen in atmospheric air as a risk for human health in the regions of Western Ukraine.
Hrabko N., Kolisnyk A.

A significant part of the population experiences a deterioration in well-being and health caused by fluctuations in meteorological conditions. Such deterioration is associated with fluctuations in the weight content of oxygen in the atmospheric air (P_o). This especially applies to low values of the indicator. In the presented study, fluctuations of P_o are considered as a risk factor for human health. And the repeatability of violations of the limit (lower) comfort zone for P_o is defined as the probability of a dangerous event in definition of "risk" (the product of the frequency of the adverse event and the impact). The purpose of the study was to assess the frequency of violations of the comfort zone of P_o at 8 meteorological stations in Western Ukraine, as well as to identify the most and least comfortable areas for humans. To achieve the goal, the following tasks were set: to evaluate and analyze the situation regarding the weight content of oxygen in atmospheric air in the area of 8 meteorological stations with the identification of the main periods of violation of the limits of the comfort zone; evaluate the role of station altitude in the formation of the P_o value; evaluate the repeatability of violations of the lower limit of the comfort zone in the area of each of the studied meteorological stations; identify meteorological stations with more and less comfortable repeatability values. According to the results of the study, it was established that the most pronounced violations of the lower limit of the comfort zone for P_o were observed in the summer months, the height of the station above sea level is a determining factor for the P_o level, its greatest influence is in winter, the smallest is in summer; the frequency of violations of the lower limit of the comfort zone according to P_o is 17.6-51.9% in different years at different stations, the highest values of this frequency (80-100%) are observed in the summer months, the lowest (about 0) in the winter months; according to the results of the cluster analysis, it is shown that the most favorable situation is observed at the Lutsk and Uzhhorod meteorological stations, the least favorable – at the Ternopil and Khmelnytskyi stations. *Key words:* mass concentration of oxygen in the air, risk, human health, frequency, probability, comfort zone.

Постановка проблеми. Вміст кисню в атмосферному повітрі вважається досить постійною величиною з середньою концентрацією 20,9 % [1]. Але на значення цього показника впливає висота населеного пункту над рівнем моря або зміни метеорологічних умов, що викликають коливання вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі. Це може стати причиною функціональних зрушень в організмі



людини, що супроводжується погіршенням самопочуття, виникненням головного болю, болів у м'язах або суглобах, втомлюваності, коливань артеріального тиску. Гіпоксичні ефекти, що супроводжують зниження вмісту кисню в повітрі, можуть проявлятися у збільшенні серцебиття й дихання, задишки, слабкості, запаморочення й сплутаності свідомості й інших хворобливих проявів [2]. Метеотропні реакції можуть демонструвати 35-40 % [2-3] населення, а серед хворих на хронічні хвороби цей показник може сягати 80 %. Це дослідження присвячено оцінці повторюваності (складової ризику) таких несприятливих метеорологічних умов в регіонах Західної України.

Актуальність дослідження обумовлена можливістю врахування періодів часу протягом року, особливо несприятливих для самопочуття або здоров'я людини, що досить важливо для регіонів Західної України, особливо у контексті розвитку рекреаційно-туристичної діяльності на цій території.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. З одного боку в науковій статті запропоновано підхід, що розвиває сучасні уявлення про екологічний ризик, і це можна вважати науковою складовою авторського доробку. З іншого – проведені дослідження мають безумовне практичне значення через безпосередній зв'язок із питаннями оцінки впливу екологічних умов на здоров'я людини. А результати досліджень можуть бути враховані під час планування заходів щодо розвитку рекреаційно-туристичної діяльності на території Західної України, що також має практичне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Переважна більшість сучасних публікацій, присвячених оцінці біокліматичних умов території присвячена оцінці й аналізу часового й територіального розповсюдження різноманітних біокліматичних індексів [4]. Дослідження, присвячені ваговому вмісту кисню в атмосферному повітрі зустрічаються досить часто [2-6] і розглядають, серед іншого, особливості його впливу на організм людини. Також існує достатня кількість публікацій, присвячених теоретичним і практичним питанням визначення екологічного ризику. Так, досить велику і розвернуту класифікацію ризиків надає Фаюра О.П. із співавторів [7]. А Войцицький В.М. [8] розглядає різноманітні підходи до визначення терміну «ризик», у тому числі, і як синонім термінів «вірогідність» і «частота». В.В. Добровольський [9], цитуючи М.Ф. Реймерса, також розглядає ризик як «вірогідність несприятливих для екологічних ресурсів наслідків». Згідно із Методичними рекомендаціями для здійснення оцінки ризиків [10] «ризик часто представляють як ймовірність або вірогідність виникнення небезпечних подій або тенденцій, помножену на вплив, якщо ці події або тенденції відбудуться» – так можна представити двокомпонентний підхід до визначення

ризиків, широко поширений у публікаціях як вітчизняних, так і зарубіжних авторів. Також, з цього питання існує досить велика кількість різноманітної навчальної літератури, у тому числі [11]. Виходячи з цього, частоту несприятливих біокліматичних умов можна розглядати як вірогідність несприятливих наслідків для стану організму і здоров'я людини. І, застосувавши величину «впливу» цих несприятливих умов, можна визначити ризик. Саме визначенню першої складової ризику присвячено це дослідження. Крім того, в значній частині наукових публікацій з питань ризику застосовуються різноманітні статистичні методи. У представленому дослідженні крім загальновідомих статистичних методик застосовується кластерний аналіз, теоретичні і практичні основи якого добре показані у публікаціях А.Т. Ярового [12].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячена означена стаття. У дослідженні вперше проведено порівняльний аналіз статистичних характеристик несприятливих біокліматичних умов (на прикладі вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі) у різних регіонах Західної України. Такі несприятливі умови розглядаються як один з факторів ризику (частота) впливу на організм людини. Також проводиться обговорення причин, що обумовлюють виникнення цих ризиків.

Новизна дослідження полягає у підході авторів до визначення повторюваності (частоти) випадків порушення нижньої межі оптимального діапазону вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі як складової ризику здоров'я людини від несприятливих біокліматичних умов.

Методичне або загально наукове значення. У дослідженні у якості вихідних даних застосовувалися результати метеорологічних спостережень за температурою повітря, атмосферним тиском і відотною вологістю, що проводилися у стандартні строки спостережень – 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 і 21 години. Використані відповідні матеріали з метеорологічних станцій обласних центрів Західної України (І.-Франківськ, Львів, Ужгород, Чернівці, Луцьк, Рівне, Тернопіль, Хмельницький – враховувалися тільки ті з них, що розташовані в обласних центрах) за кожен день 2020-2025 років.

Під ваговим вмістом кисню в атмосферному повітрі розуміють масу кисню в кубічному метрі атмосферного повітря. Визначення вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі здійснювалося за допомогою формули Клапейрона, застосування якої запропонувала В.Ф. Овчарова (вимірювання вмісту кисню в атмосферному повітрі здійснюється лише на декількох десятках станцій у світі, жодна з яких не розташована в Україні). Вигляд формули Клапейрона у різних публікаціях [2-7] трохи відрізняється. У цьому дослідженні вона була застосована у такому вигляді [2-5]:

$$P_o = 0,232m \frac{(P - e)}{KT}, \quad (1)$$

де P_o – ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі, г/м³;

0,232 – масова доля кисню в сухому повітрі;

m – молярна маса повітря (за m приймається 28,98 г/моль – це середня молярна маса сухого повітря);

P – атмосферний тиск, Па;

e – парціальний тиск водяної пари в атмосферному повітрі, Па;

K – молярна газова стала, Дж/(моль К) (K дорівнює 8,31 Дж/(моль К));

T – абсолютна температура повітря, К (T визначається як $273,15^\circ\text{C} + t^\circ$, де t° – температура атмосферного повітря).

Для визначення парціального тиску водяної пари (e) застосовують формули Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, запропоновані Всесвітньою метеорологічною організацією, із застосуванням відповідних значень температури повітря і відносної вологості.

Діапазон комфортних умов для показника P_o складає 280-300 г/м³ [2; 3], а інколи такий діапазон розширюється до 275-300 г/м³ [3]. Значення, отримані за допомогою формули (1), вважаються досить близькими до результатів фактичних вимірювань.

У дослідженні розраховувалися строкові значення вагового вмісту кисню. Кількість строкових значень P_o , розрахованих на кожній метеостанції за кожен рік показана в табл. 1. Різниця у кількості вимірювань на різних станціях протягом одного року пояснюється відсутністю вихідних даних у окремі строки через технічні причини. Дуже велика кількість таких «пропусків» спостерігалася у 2022 році – у зв'язку із бойовими діями.

На основі строкових значень розраховувалися середньомісячні значення P_o за кожен календарний місяць кожного з 2020-2025 років на кожній з 8 метеостанцій окремо. Також, визначалася повторюваність випадків порушення нижньої межі інтервалу

зони комфорту для вагового вмісту кисню в повітрі (275 г/м³) – щомісячна на кожній метеостанції за кожен з 6 досліджуваних років, а також за кожен місяць протягом всього шестирічного періоду.

Для визначення зв'язків між показниками вмісту кисню в повітрі і факторами, що впливають на нього, застосовувався кореляційний аналіз (розраховувався парний коефіцієнт кореляції Пірсона і коефіцієнт детермінації). А для візуального представлення результатів досліджень застосовувався графічний метод.

Щодо методичного аспекту дослідження, то можна додати, що це дослідження базується на уявленні про те, що «ризик часто представляють як ймовірність або вірогідність виникнення небезпечних подій або тенденцій, помножену на вплив, якщо ці події або тенденції відбудуться» [8]. У представленому дослідженні визначається частота (вірогідність) порушень нижньої межі зони комфорту для P_o – тобто одна зі складових ризику для самопочуття і здоров'я людини, обумовлена зниженням вмісту кисню в атмосферному повітрі. Характеристика «впливу» (друга складова «ризик») ще вимагатиме уточнення.

Викладення основного матеріалу.

На основі вихідних даних – значення температури атмосферного повітря, атмосферного тиску і парціальний тиск водяної пари (показник перерахований за стандартними формулами із застосуванням температури атмосферного повітря і відносної вологості – за формулою (1) були розраховані значення P_o за кожен строк спостережень (за виключенням тих строків, коли спостереження не здійснювалися). На основі цих даних для кожної з восьми метеорологічних станцій Західної України розраховувалися середньомісячні значення P_o за кожен місяць кожного року – з 2020 по 2025. Результати цих розрахунків представлені у вигляді графіків на рис. 1 і рис. 2.

Червоною пунктирною лінією на цих графіках показана нижня межа зони комфорту (275 г/м³). Верхню межу зони комфорту (300 г/м³) на графіки не нанесено, оскільки середньомісячні значення не перевищували цей показник на жодній з метеостанцій.

Таблиця 1

Кількість розрахованих значень P_o за кожен рік на восьми метеостанціях Західної України

Метеостанція	Рік						
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Разом
І. Франківськ	2927	2919	2236	2901	2925	2920	16828
Львів	2921	2919	2234	2902	2925	2920	16821
Ужгород	2928	2920	883	2919	2928	2920	15498
Чернівці	2928	2920	2176	2919	2928	2920	16791
Луцьк	2927	2918	1727	2584	2823	2791	15770
Рівне	2926	2920	2355	2906	2925	2920	16952
Тернопіль	2926	2918	2334	2906	2926	2920	16930
Хмельницький	2928	2919	2350	2907	2926	2920	16950

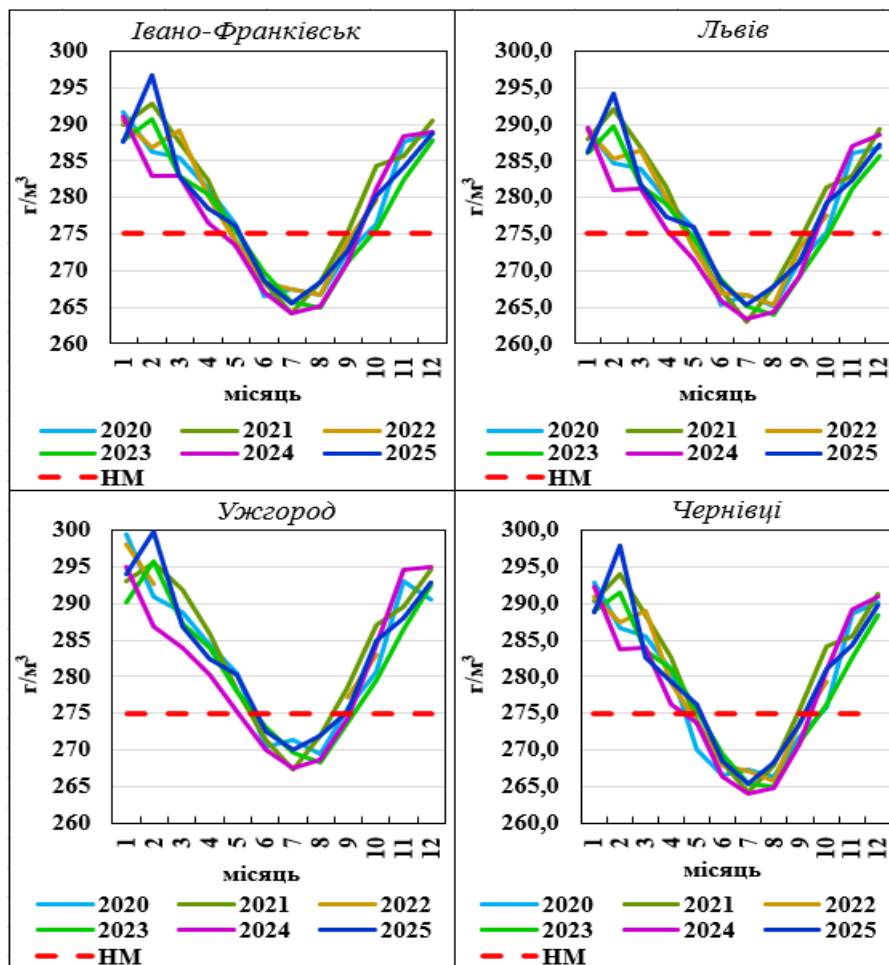


Рис. 1. Значення середньомісячних значень вагового вмісту кисню в повітрі на станціях І. Франківськ, Львів, Ужгород і Чернівці протягом 2020-2025 років

На цих рисунках можна побачити, що на кожній з восьми досліджених метеорологічних станцій порушення нижньої межі зони комфорту починається у травні і закінчується у вересні, а найбільш несприятливими з цієї точки зору є три літні місяці. Найбільш вираженими такі порушення є на метеостанціях Львів, Тернопіль і Хмельницький, а найменш – на станціях Луцьк і Ужгород.

Отже, зниження вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі пов'язане з підвищенням температури атмосферного повітря у літній період року.

Така різниця пояснюється досить відомим фактором – висотою розташування метеостанції над рівнем моря. Коефіцієнт кореляції Пірсона, розрахований для 18 метеорологічних станцій, розташованих на території Західної України, і значеннями P_o , розрахованими для цих станцій за середніми багаторічними даними, складає 0,997, тобто зв'язок майже прямий. Для фактичних даних цей фактор також є визначальним, проте не єдиним.

На рис. 3 представлені регресійні графіки з коефіцієнтами детермінації між висотою станції над рівнем моря і середніми значеннями P_o , розра-

хованими на кожній з восьми станцій за період 2020-2025 років для середніх місяців кожного сезону року. Найтісніший (зворотний) зв'язок спостерігається у січні і характеризується коефіцієнтом кореляції Пірсона -0,989, найменший – у липні – і складає -0,896. У квітні і жовтні ці значення проміжні і складають відповідно -0,921 і -0,978. Такі результати показують, що саме в теплий період року місцеві умови вносять найбільший внесок у відхилення P_o від багаторічної норми.

Далі слід звернутися до ризику, обумовленого впливом на здоров'я людини зниженого P_o . «Ймовірністю небезпечної події» у цьому випадку буде частота порушень нижньої межі зони комфорту P_o (застосовувалося значення 275 г/м³). Результати визначення цього показника для восьми метеорологічних станцій Західної України за кожен з шістьох років дослідженого періоду представлена у табл. 2. З цієї таблиці вилучені дані на метеостанції Ужгород у 2022 році, оскільки через недостатню вибірку (можна побачити в табл. 1), отримана частота перетворилася у очевидний «викид».

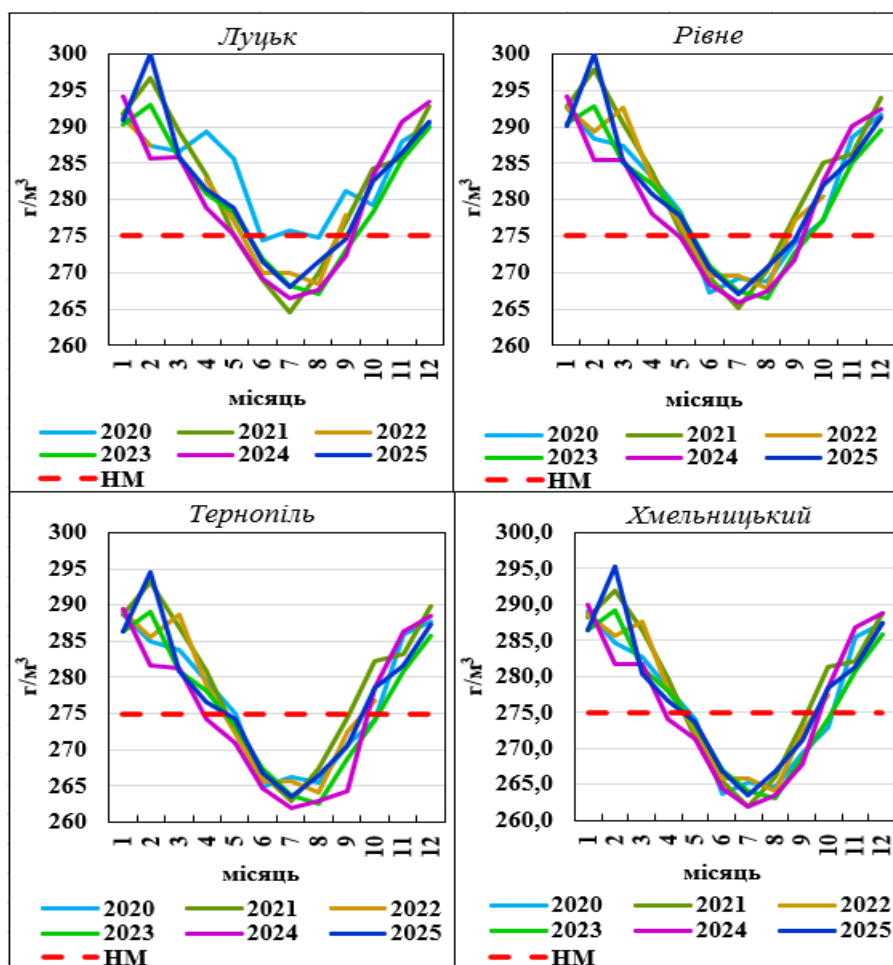


Рис. 2. Значення середньомісячних значень вагового вмісту кисню в повітрі на станціях Луцьк, Рівне, Тернопіль і Хмельницький протягом 2020-2025 років

З табл. 2 видно, що протягом року частота несприятливих умов, коли ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі нижчий за 275 г/м^3 , коливається дуже істотно – від 17,6 % (метеостанція Луцьк, 2020 рік) до 51,9 % (станція Хмельницький, 2022 рік). В середньому за 6 років дослідженого періоду найнижча частота порушень нижньої межі зони комфорту P_o спостерігалася в районі метеостанції Ужгород – 28,9 %, а найвища на метеостанції Хмельницький – 46,2 %.

Важливим є показник частоти порушень комфортних умов за P_o протягом різних місяців року. На рис. 4 представлені значення показника P_o , осереднені для кожного місяця року за період 2020-2025 років. На рис. 4 можна побачити, що саме у літні місяці частота порушень зони комфорту за P_o складає 80-100 %. У інші місяці (за виключенням травня і вересня) цей показник не перевищує 40 %. Отже, найнесприятливішими місяцями за цим показником знову стали літні.

Для визначення схожості ситуації на різних метеостанціях протягом літнього сезону був проведений кластерний аналіз вісьмох метеостанцій, що при-

йняли участь у дослідженні, за частотою порушень нижньої межі зони комфорту P_o у кожен з літніх місяців (червень, липень і серпень).

Застосовувався метод деревоподібної кластеризації з розрахунком Евклідових відстаней. Результати кластеризації представлені на рис. 5.

Аналіз цього рисунку показав, що умовно можна виділити такі групи (кластери) метеостанцій:

Перший кластер – це Луцьк і Ужгород з найнижчою частотою порушень у червні-вересні (характеризуються найнижчою – Ужгород і однією з найнижчих – Луцьк висотою розташування над рівнем моря).

Другий кластер – це метеостанція Рівне зі середньою частотою порушень показника, що характеризується низькою (друга за значенням) висотою над рівнем моря.

Третій кластер – це метеостанції І.-Франківськ, Львів, Чернівці, Тернопіль і Хмельницький. Вони характеризуються найбільшою частотою порушень нижньої межі зони комфорту P_o у літні місяці і, одночасно, найвищою висотою розташування над рівнем моря.

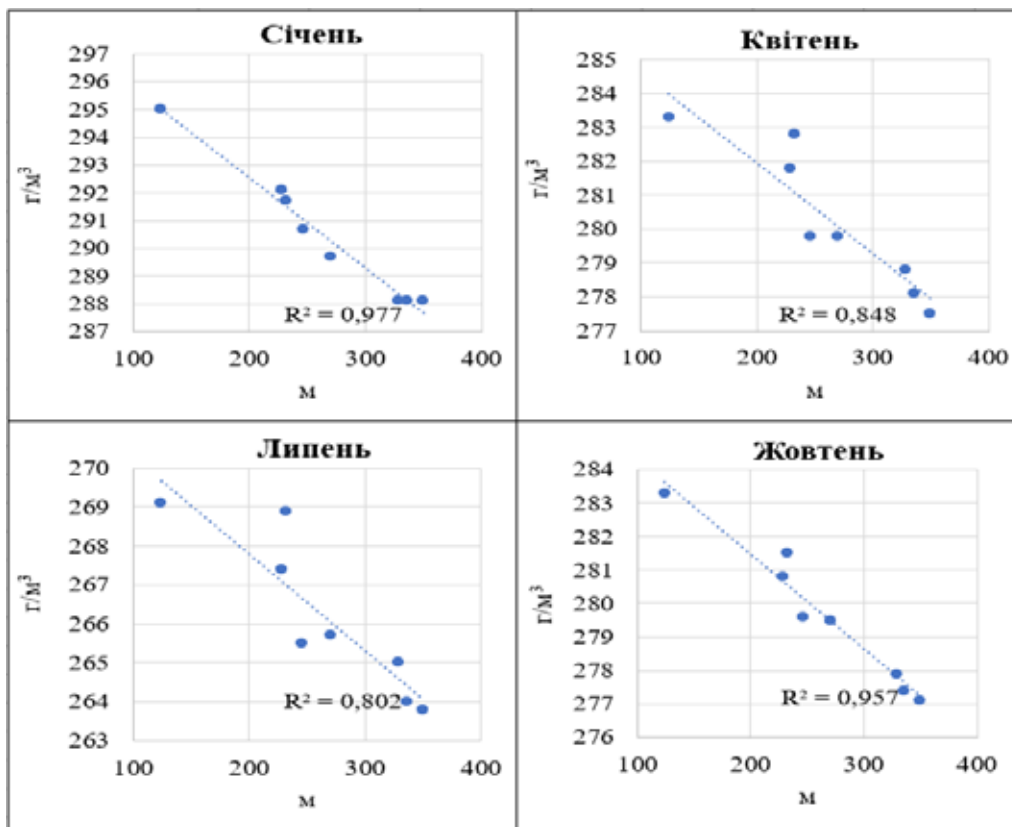


Рис. 3. Коефіцієнти детермінації між висотою станції над рівнем моря і середнім по станції P_o за період 2020-2025 років у центральні місяці сезонів року

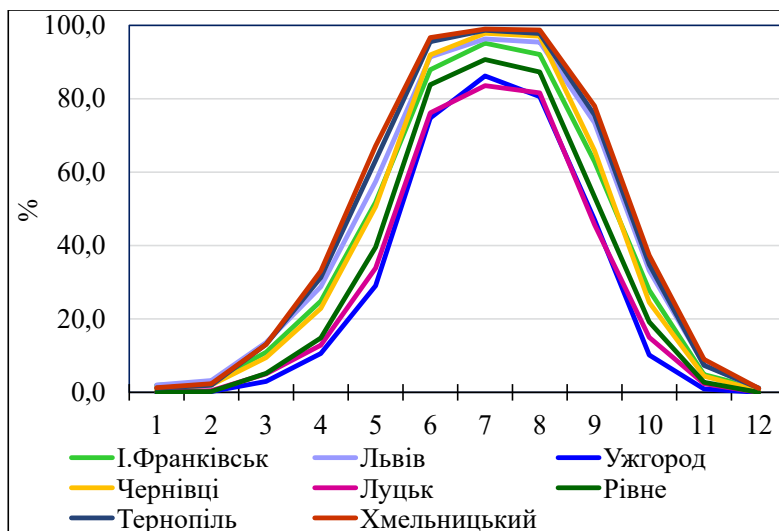


Рис. 4. Графік річного ходу значень P_o , осереднених за період 2020-2025 років

Отримані результати вказують на те, що в регіонах Західної України навіть у літні місяці, найменш сприятливі з точки зору порушення межі комфортних біокліматичних умов, можна спостерігати певні територіальні особливості: у Луцьку і в Ужгороді умови влітку будуть більш сприятливі, а у Тернополі і в Хмельницькому – менш.

Головні висновки.

Ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі слід вважати одним з важливіших біокліматичних показників, що характеризують ризик несприятливого впливу зовнішнього середовища на здоров'я людини.

Несприятливі біокліматичні умови за показником P_o в регіонах Західної України полягають переважно

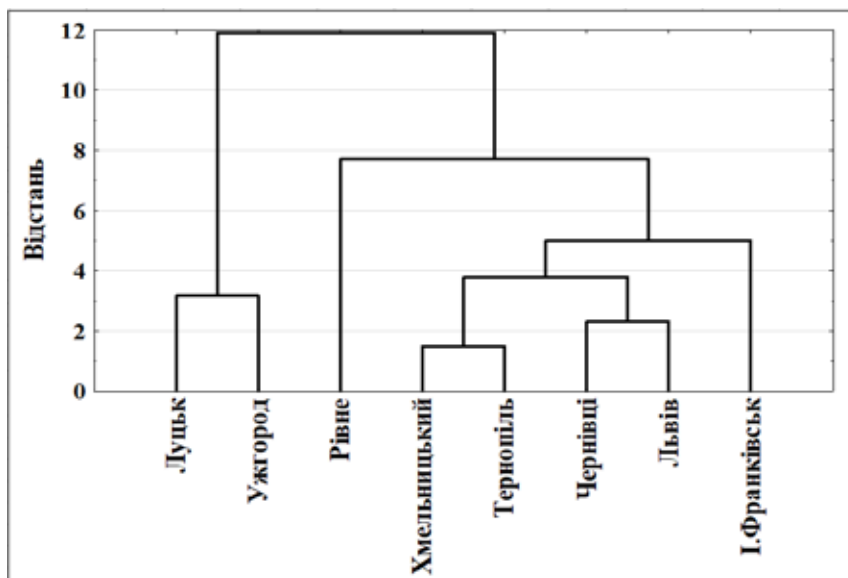


Рис. 5. Результати кластеризації метеостанцій Західної України за частотою порушень нижньої межі зони комфорту P_o у червні, липні і серпні

Таблиця 2

Результати розрахунків частоти порушень нижньої межі зони комфорту P_o за роками, %

Метеостанція	Рік						Середнє
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
І. Франківськ	38,7	34,7	47,0	42,4	42,3	36,9	40,3
Львів	41,1	37,3	50,8	46,3	47,0	39,4	43,7
Ужгород	28,2	24,3		31,6	33,9	26,6	28,9
Чернівці	38,8	34,6	49,6	43,0	43,1	36,3	40,9
Луцьк	17,6	30,6	43,8	37,3	37,3	30,6	32,9
Рівне	33,7	29,4	36,2	36,5	37,9	31,5	34,2
Тернопіль	42,1	37,6	51,7	48,5	48,0	42,4	45,1
Хмельницький	46,1	40,0	51,9	48,5	47,7	43,2	46,2

із порушеннями нижньої межі зони комфорту, а не верхньої. Найбільш виражені порушення такого критерія спостерігаються в районі метеостанцій Львів, Тернопіль і Хмельницький, найменш виражені – на метеостанціях Луцьк і Ужгород.

Основним фактором, що визначає P_o є висота розташування метеостанції над рівнем моря. Найбільш тісним такий зв'язок є взимку, найменш – літку. Восени він більш тісний, ніж весною.

Повторюваність порушень нижньої межі зони комфортних значень за показником P_o в різних регіонах знаходиться у діапазоні 17,6-51,9 % у різні роки. Повторюваність таких порушень в районі кожної з 8 досліджених станцій Західної України найбільш висока у літні місяці року і складає 80-100 %, найнижча – взимку і наближається до нуля.

Кластеризація метеорологічних станцій Західної України за повторюваністю нижньої межі зони комфорту P_o у червні, липні і серпні (на основі даних, осереднених за 2020-2025 роки) показала, що найбільш сприятливі умови спостерігалися на станціях Луцьк і Ужгород, а найменш сприятливі – на станціях Тернопіль і Хмельницький. Ці висновки дуже близькі до ситуації щодо порушення нижньої межі зони комфорту за фактичними значеннями P_o .

Перспективи використання результатів досліджень.

Отримані результати є попередніми і вимагають більш детальної обробки та вивчення, що і планується здійснити у подальших дослідженнях з цієї тематики.

Література

1. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Львів: «Новий Світ-2000», 2003. 248 с.
2. Грабко Н.В. Демографічний аспект екологічної ситуації в регіонах Західної України. *Євроінтеграція екологічної політики України: Матеріали Сьомої Всеукраїнської науково-практичної конференції* (Одеса, 3-5 листопада 2025 р.). Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2025. С. 185-189.
3. Грабко Н.В. Вплив несприятливих біокліматичних умов на здоров'я людини (на прикладі м. Львів). *Матеріали до 80-ої звітної наукової конференції професорсько викладацького складу і наукових працівників ОНУ імені І. І. Мечникова. Секція «Гідрометеорологія і екологія»* (Одеса, 26–28 лист. 2025 р.). Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2025. С. 141-145.
4. Данова Т.С., Катеруша Г.П. Аспекти екологічної кліматології: Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2015. 184 с.
5. Грабко Н.В., Колісник А.В. Попередня оцінка ролі певних метеорологічних і біометеорологічних умов у формуванні смертності від COVID-19 в Одеській області. *Екологічні науки*. 2024. № 1(52), Том 2. С. 129-134. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.24>
6. Грабко Н.В., Колісник А.В. Екологічні фактори впливу на смертність населення Одеської області. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2024. № 33. С. 115-124. <https://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.10>
7. Чинники ризику: методика визначення й оцінювання, прогнозування в медицині (огляд літератури; приклади використання у власній клінічній практиці) – повідомлення перше / Фаюра О.П., Максимук А.О., Абрагамович О.О. та ін. *Lviv Clinical Bulletin*. 2021. 1(33) – 2(34). С. 59-64. URL: <https://doi.org/10.25040/lkv2021.01-02.051>
8. Екологічні ризики: природа і критерії / Войціцький В.М., Хижняк С.В., Данчук В.В. та ін. *Екологічні науки*. 2020. № 4(31). С. 131-135. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.21>
9. Добровольський В.В. Екологічний ризик: причинно-наслідкові зв'язки в екосистемі. *Екологія. Наукові праці*. 2010. Том 132. Вип. 119. С. 6-9. URL: <http://ecology.chdu.edu.ua/article/view/64566>
10. Методичні рекомендації для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2023. № 386. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0386926-23#Text>
11. Бредун В.І. Екологічна безпека та управління ризиками. Навчальний посібник. Полтава: Видання Національного університету імені Юрія Кондратюка, 2021. 189 с. URL: <https://reposit.nupr.edu.ua/files/original/23/17418/c9fa36e6ae5951d254ee5bfa05310c08afb95865.pdf>
12. Яровий А. Т., Страхов Є. М. Багатовимірний статистичний аналіз: начально-методичний посібник для студентів математичних та економічних фахів. Одеса: Астропринт, 2015. 132 с. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi75/0056336.pdf>

Дата першого надходження статті до видання: 25.06.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.07.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.08.2026