

Л. В. Малицька

Український гідрометеорологічний інститут

m_alitsk_a@i.ua

ОЦІНКА ДИСКОМФОРТУ ПОГОДНИХ УМОВ ЗИМОВОГО ПЕРІОДУ ЗА ФУНКЦІЄЮ БАЖАНОСТІ ХАРРІНГТОНА

Розвиток технічного прогресу забезпечив людині відносну свободу життєдіяльності та побуту від умов навколишнього середовища. Завдяки одягу та житлу, вона частково ізолює себе від його негативного впливу. Проте, погодні умови залишаються важливим чинником, що визначає тепловий баланс людського організму, впливає на здоров'я, самопочуття, працездатність людини, які можуть суттєво знижуватися при відхиленні теплових умов від оптимуму [1].

Сучасні методи оцінки впливу метеорологічних факторів на тепловий стан людини досить різноманітні. Серед них розрізняють емпіричні підходи, що передбачають розробку температурних шкал і індексів, фізичне моделювання, пов'язане з розробкою спеціальних приладів і устаткування (камер штучного клімату), фізико-теоретичні дослідження, ґрунтовані на аналізі рівняння теплового балансу людини тощо [2]. Однак, саме визначення біокліматичних індексів зберігає своє значення як основного інструменту наукового опису метеорологічної ситуації та загальної характеристики біоклімату території. Загальна схема таких досліджень в основному зводиться до вибору такого показника, і в подальшому аналізі орієнтується на дослідження факторів впливу на цей показник.

Альтернативою є підхід, в якому оцінка біоклімату розглядається як задача багатовимірної статистики. При цьому біоклімат характеризується не одним показником, а сукупністю характеристик, які часто взаємопов'язані між собою, однак вимірюються в різних одиницях. При цьому виникає проблема згортання інформації - визначення єдиного показника, що відображає

узагальнену характеристику. Вирішити її можна за допомогою функцій бажаності, які являють собою спосіб переведення натуральних значень у єдину безрозмірну числову шкалу з фіксованими межами. Способів реалізації функцій бажаності декілька. В екологічних роботах найбільш часто використовується функція бажаності Харрінгтона, що була запропонована у 1965 році для зіставлення фізичних параметрів і психологічних відгуків і базується на великому експериментальному матеріалі [3].

Часткові функції бажаності Харрінгтона, що визначають відгук певної характеристики на досліджуваній об'єкт, задаються аналітичними формулами:

$$\begin{aligned}d &= d(z) = \exp(-\exp(-z)) \\z &= (x - x_0) / (x_1 - x_0)\end{aligned}\tag{1}$$

де $d(z)$ - часткова функція бажаності Харрінгтона; z - нормоване значення характеристики; x - фактичне значення, що стандартизується, x_0, x_1 - мінімально та максимально допустимі значення характеристики.

Функції бажаності приймають значення від 0 до 1, при цьому 0 відповідає найгіршому значенню показника, а 1 - найкращому. Цей інтервал поділений на 5 діапазонів, що задають якісну характеристику: «дуже погано» (0.2 – 0.00), «погано» (0.21 – 0.37), «задовільно» (0.38-0.63), «добре» (0.64-0.80), «відмінно» (0.81-1). Після визначення часткових відгуків усіх характеристик, розраховується узагальнений показник бажаності, як їх середнє геометричне:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d(z)_i}\tag{2}$$

де D - узагальнений показник бажаності; $d(z)_i$ - часткова функція бажаності i -тої характеристики; n - кількість характеристик об'єкту.

Оцінка загального рівня холодового дискомфорту зимового сезону в Україні здійснена на основі функцій бажаності Харрінгтона. Для аналізу обрано 13 характеристик, обґрунтування виробу яких наведено у таблиці 1. Розрахунки проводились за добовими даними мережі гідрометеорологічних спостережень України (187 пунктів) за температурою повітря, швидкістю вітру та вологістю повітря. Для кожного пункту спостереження для всіх характеристик визначено

середнє значення за 1981-2010 рр. – x . Обрано гранично допустимі межі (x_0, x_1) та встановлено часткову функцію бажаності - $d(z)$. На їх основі розраховано загальний рівень холодового дискомфорту - D .

Таблиця 1 – Характеристики холодового дискомфорту у зимовий період

Показник	Обґрунтування
T_{cp}	Встановлюють загальні риси дискомфорту: температура повітря основний фактор, що визначає термічний комфорт організму людини .
T_{min}	
T_{max}	
V_{cp}	В зимовий період жорсткість погодних умов при температурі нижче $-7^{\circ}C$ істотно зростає під впливом вітру. Підвищення швидкості вітру на 1 м/с прирівнюється до зниження температури оточуючого середовища на $2^{\circ}C$ [4].
кількість днів із морозом ($\dot{O}_{min} < -10^{\circ}C$)	В зимовий період несприятливою для людини є мінімальна температура повітря $-10^{\circ}C$ і нижче, а зниження температури повітря до $-20^{\circ}C$ і нижче є небезпечною і становить загрозу здоров'ю та життю людей. Тривале утримання такої температури є не лише дискомфортом для людини, а й суттєво обмежує тривалість її безпечного перебування на відкритому повітрі і підвищує ризик обмороження відкритих ділянок шкіри.
кількість днів із сильним морозом ($\dot{O}_{min} < -20^{\circ}C$)	
максимальна тривалість періоду із морозом	
максимальна тривалість періоду із сильним морозом	
кількість днів із сильним вітром (≥ 7 м/с)	З вітровим режимом пов'язано вплив повітряного потоку на організм людини на рівні її зросту. За умови швидкості вітру 7-8 м/с і вище не рекомендується проводити рекреаційні заходи [5].
індекс суворості зими Бодмана	Рекомендований для оцінки теплових навантажень у холодний період року, найбільш вживаний у вітчизняних дослідженнях [2].
індекс вітрового охолодження Сайпла та Пассела	Дозволяє оцінити охолодження організму, внаслідок дії вітру і низьких температур у тіні, не зважаючи на випарування. Оцінка проводиться відповідно до шкали величини тепловтрат [6].
еквівалента температура Міссенадра	Основа на емпіричній залежності тепловідчуття і тепловіддачі людського організму за визначених умов температури, швидкості вітру та вологості повітря [2].
кількість днів з між добовою мінливістю температури більше $6^{\circ}C$ за добу	Різкі зміни температури повітря є небезпечними для терморегуляційної системи організму людини та її адаптаційних механізмів [1].

Просторовий розподіл узагальненої функції бажаності Харрінгтона представлений на рис. 1. Згідно розрахованих значень, на території України найвищий рівень холодового дискомфорту відмічається в східних та північно-східних областях країни та високогірних районах Карпат. Узагальнена функція D знаходиться в інтервалі $[0...0.2]$. Це свідчить про те, що більшість досліджуваних характеристик лежать за межами вимоги комфортності, коли

терморегуляційна система організму людини знаходиться у стані спокою. Для цієї території основні ризики пов'язані з тривалими періодами із морозом та сильним морозом і різкими змінами термічних умов, пристосування до яких вимагає напруження адаптаційних механізмів людини.

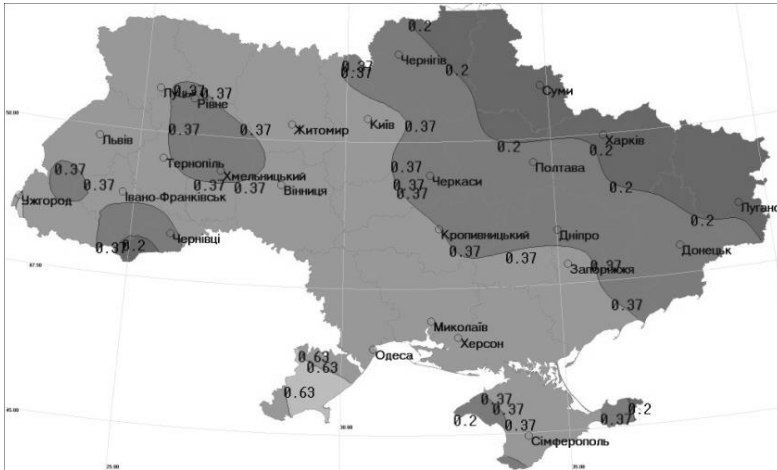


Рисунок 1 - Просторовий розподіл рівню холодового дискомфорту в зимовий період 1981-2010

Значний рівень холодового дискомфорту характерний для Лівобережно - Дніпровсько - Приазовського краю, Карпатських гір, з окремим осередком на східному схилі Подільської височини та прибережних територій

Чорного та Азовського морів. Рекреаційна діяльність на цій території в зимовий сезон лімітована погодними умовами і потребує залучення додаткових ресурсів для розвитку. Для решти території рівень комфортності прийнятний. Якісна характеристика узагальненої функції бажаності – «задовільно», а для півдня Одеської та заходу Закарпатської областей – «добре». Ці території мають значний біокліматичний потенціал для розвитку курортної рекреаційної діяльності лікувального, оздоровчого, наукового, ділового та пізнавального напрямків у зимовий період.

1. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / за ред. д-ра фіз-мат. наук, проф. С. М. Степаненка, д-ра геогр. наук, проф. А. М. Польового. Одеса: Вид. «ГЕС», 2015. 520 с.
2. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики / Н. В. Кобышева и др.; за ред. д-ра геогр. наук, проф. Н. В. Кобышевой. СПб., 2008. 336 с
3. Harrington Edwin C., Jr. The Desirability Function. Industrial Quality Control, 1965. pp. 494-498.
4. Арнольди И. А. Акклиматизация человека на севере и юге. Москва: Медгиз, 1962. 71 с.
5. Исаев А. А. Экологическая климатология. Москва: Науч. мир, 2001. 458 с.
6. Siple P. A., Passel C. F. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. Proceedings of the American Philosophical Society. April 1945, vol. 89 (1), pp. 177–199.