

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МАЛИЦЬКА ЛЮДМИЛА ВОЛОДИМИРІВНА



УДК 551.586, 551.582, 551.583

**ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ КОМФОРТНОСТІ
КЛІМАТИЧНИХ УМОВ В УКРАЇНІ**

11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата географічних наук**

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у відділі прикладної метеорології та кліматології Українського гідрометеорологічного інституту Державної служби України з надзвичайних ситуацій та Національної академії наук України.

Науковий керівник: кандидат географічних наук, старший науковий співробітник
Балабух Віра Олексіївна
Український гідрометеорологічний інститут
ДСНС України та НАН України,
завідувач відділу прикладної метеорології та кліматології

Офіційні опоненти: доктор географічних наук, професор
Хохлов Валерій Миколайович
Одеський державний екологічний університет
МОН України,
професор кафедри метеорології та кліматології,
проректор з навчально-методичної роботи

кандидат географічних наук, доцент
Шевченко Ольга Григорівна
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
МОН України,
доцент кафедри метеорології та кліматології

Захист відбудеться «13» лютого 2020 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.001.22 у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка за адресою: м. Київ, проспект Академіка Глушкова 2а, географічний факультет, ауд. 312.

Відгуки надсилати на адресу: 01601, м. Київ, вул. Володимирська 64/13 Київський національний університет імені Тараса Шевченка, спеціалізована вчена рада К 26.001.22, Погорільчук Н.М.

З дисертацією можна ознайомитися в Науковій бібліотеці ім. М. Максимовича Київського національного університету імені Тараса Шевченка за адресою: м. Київ, вул. Володимирська, 58, к. № 12.

Автореферат розіслано «3» січня 2020 року

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради К 26.001.22



Н.М. Погорільчук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Проблема зміни клімату і, як наслідок, зміни умов проживання людини, безпечності та комфортності навколишнього природного середовища є однією із глобальних проблем людства. Вона є провідною в системі сталого соціально-економічного розвитку суспільства, має комплексний міждисциплінарний характер, що охоплює всі ключові аспекти сталого розвитку – екологічні, економічні та соціальні. Зростання ризиків як для економіки, так і для населення країни, вимагає дослідження та моніторингу кліматичних умов, що впливають на життєдіяльність людини, їх регіональних особливостей, часової динаміки, виявлення найбільш вразливих щодо зміни клімату регіонів, прогнозування їх зміни на середньо- та довгострокову перспективу, розробки стратегій та планів адаптації до зміни клімату. Необхідною складовою цих документів є розроблення заходів з адаптації до зміни кліматичних умов, які впливають на тепловий стан, теплове навантаження та тепловий стрес людини, що дозволить запобігти негативним наслідкам. Отримані результати досліджень можуть стати науковим обґрунтуванням для їх розробки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові результати дисертаційного дослідження отримані за безпосередньої участі автора у науково-дослідних роботах відділу прикладної метеорології та кліматології Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України: «Дослідження регіональних і сезонних особливостей атмосферних процесів та їх міжрічної мінливості», №НДР 0109U004259, 2009-2011pp.; «Розробка та вдосконалення інформаційних систем та технологій обробки і накопичення метеорологічної інформації», №НДР 0109U004258, 2009-2011pp.; «Проведення просторового аналізу тенденцій зміни частоти та інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ на території України внаслідок зміни клімату», №НДР 0112U005846, 2012-2013pp.; «Дослідження міжрічної мінливості блокуючих процесів в Україні та їх впливу на інтенсивність і повторюваність небезпечних і стихійних явищ погоди», №НДР 0112U003628, 2012-2014pp.; «Кількісна оцінка та прогнозування стану кліматичної системи за даними спостережень та даними регіональних кліматичних моделей», № держ. реєстрації 0112U003628, 2014-2016pp.

Мета і завдання дослідження. *Мета* роботи – встановлення закономірностей просторово-часового розподілу комплексу кліматичних та біокліматичних показників, що характеризують комфортні та дискомфортні для теплового стану людини умови погодив Україні, виявлення тенденцій їхньої зміни у сучасний кліматичний період та ймовірних змін до середини ХХІ століття.

Відповідно до сформульованої мети були поставлені наступні *завдання*:

–проаналізувати теоретичні та методичні підходи до оцінки комфортності для людини кліматичних умов та визначити пріоритетні чинники, які впливають на її формування;

–виявити закономірності просторового розподілу кліматичних та біокліматичних показників, що характеризують комфортність кліматичних умов в Україні, їхні сезонні особливості та тенденції зміни у сучасний кліматичний період;

- розробити методику інтегральної оцінки комфортності кліматичних умов та забезпеченості України біокліматичними ресурсами з врахуванням сезонності;
- виконати оцінку та провести районування території України щодо комфортності кліматичних умов та забезпеченості біокліматичними ресурсами;
- оцінити ймовірну зміну комфортних та дискомфортних для теплового стану людини кліматичних умов та забезпеченість біокліматичними ресурсами території України до середини ХХІ ст. для сценарію А1В.

Об’єкт дослідження – біокліматичні умови та ресурси України.

Предмет дослідження – просторово-часовий розподіл кліматичних та біокліматичних показників, що характеризують комфортні та дискомфортні для теплового стану людини кліматичні умови в Україні, їхня мінливість у сучасний кліматичний період та ймовірні зміни до середини ХХІ ст.

Методи досліджень та вихідна інформація. Вирішення поставлених у роботі наукових завдань базується на використанні існуючих методів наукових досліджень в галузі біокліматології та кліматології, зокрема: систематизації, групуванні та узагальненні даних спостережень, формалізації, аналізу, індукції та дедукції отриманих результатів, методів структурно-логічного та порівняльного аналізу, фізико-статистичних методів, методів фізико-математичного моделювання клімату.

Дослідження закономірностей просторово-часового розподілу комфортності кліматичних умов проведено за добовими даними мережі гідрометеорологічних спостережень України (187 станцій) за температурою повітря, швидкістю вітру, кількістю опадів, відносною вологістю повітря та кількістю днів із туманом у 1981-2010 рр. Оцінка ймовірних змін середніх багаторічних значень кліматичних і біокліматичних показників до середини ХХІ ст (2021-2050 рр.) відносно сучасного кліматичного періоду (1981-2010 рр.) здійснювалась за добовими даними регіональної кліматичної моделі (РКМ) REMO/ESCHAM5 про температуру повітря, швидкість вітру, відносну вологість повітря для сценарію А1В за період з 1981 по 2050 рр. Роздільна здатність моделі 25*25 км.

Розрахунки, статистичний та графічний аналіз даних реалізовано за допомогою програмного забезпечення StatSoft, Inc, STATISTICA 10.0, інформаційно-довідкової системи «Стихійні метеорологічні явища в Україні», QGIS, пакету «Аналіз даних» і «Аналіз даних-VBA» Excel та ін.

Наукова новизна отриманих результатів. Проведено комплексне вивчення комфортних для людини кліматичних умов в Україні. Встановлено їхні просторово-часові закономірності, тенденції зміни у сучасний кліматичний період та ймовірні зміни до середини ХХІ ст.

Вперше:

- розроблено методику інтегральної оцінки комфортності кліматичних умов та забезпеченості України біокліматичними ресурсами з врахуванням сезонності;
- деталізовано класифікацію рівня комфортності кліматичних умов та ступеню забезпеченості території України біокліматичними ресурсами для зимового і літнього сезонів;
- запропоновано методику кліматичного прогнозування ймовірної зміни комфортності кліматичних умов та забезпеченості біокліматичними ресурсами до середини ХХІ ст.

Удосконалено:

- методи кількісної оцінки кліматичних ресурсів та комфортних і дискомфортних для теплового стану людини умов погоди;
- методи оцінки кліматичного потенціалу самоочищення атмосфери.

Дістали подальший розвиток:

- методи дослідження біокліматичних ресурсів;
- методологія оцінки просторового розподілу комфортних і дискомфортних для людини кліматичних умов;
- оцінка закономірностей просторово-часового розподілу кліматичних чинників;
- дослідження регіональних особливостей зміни клімату та їхніх наслідків;
- оцінка ймовірної зміни кліматичних чинників на середньострокову перспективу та наслідків цих змін.

Практичне значення отриманих результатів. Основні наукові результати дослідження можуть бути використані для планування та оцінки кліматичних ризиків у сферах туризму, рекреації, медицини, курортології, містобудуванні, легкій промисловості та ін. Вони є актуальними при розроблені стратегій розвитку регіонів та заходів з адаптації до змін клімату. Отримані результати сприяють розширенню наукових знань про мінливість і зміну комфортності погоди та клімату у різних регіонах України та стан біокліматичних ресурсів країни у сучасний кліматичний період та до середини XXI століття.

Одержані результати, висновки та узагальнення дисертаційного дослідження частково використані при підготовці VI Національного повідомлення України з питань зміни клімату, підготовленого на виконання статей 4 та 12 Рамкової конвенції ООН про зміни клімату та статті 7 Кіотського протоколу.

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертації та положення, які відображають її наукову новизну, одержані самостійно. Безпосередньо автором здійснено: інформаційний пошук та аналіз літературних джерел за темою дисертації; запропоновано методикау інтегральної оцінки комфортності кліматичних умов та забезпеченості України біокліматичними ресурсами з врахуванням сезонності та виконано районування території України. Проведено обчислення біокліматичних індексів та статистичний аналіз мінливості кліматичних показників у сучасний кліматичний період та оцінку їхньої ймовірної зміни до середини XXI ст.

Постановка мети та завдань, обговорення результатів проведені разом з науковим керівником Балабух В.О. Особистий внесок автора у праці, що опубліковані у співавторстві, наведено окремо у списку публікацій.

Апробація результатів дисертації. Основні наукові результати були представлені на міжнародних та всеукраїнських конференціях: III-му міжнародному науковому семінарі «Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони» (Львів, 2018); Першому Всеукраїнському Гідрометеорологічному з'їзді з міжнародною участю (Одеса, 2017); VII міжнародній науково-практичній конференції «Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення» (Херсон, 2017); Міжнародному семінарі з питань змін клімату в Будапешті (Будапешт, 2016); Всеукраїнській конференції молодих учених «Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення» (Київ, 2016); Міжнародній науковій конференції

«Проблеми гідрометеорологічного обслуговування господарської діяльності в умовах змін клімату» (Мінськ, 2015); Першій конференції Пан-Євразійського Експерименту (РЕЕХ) та п'ятій зустрічі РЕЕХ (Гельсінкі, 2015); X Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молоді науковці-географічній науці» (Київ, 2014); Міжнародній науковій конференції студентів та молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (Одеса, 2014); XII міжнародній науковій міждисциплінарній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Шевченківська весна – 2014» (Київ, 2014); Міжнародній науковій конференції «Європейський союз геологічних наук, Генеральна Асамблея 2013» (Відень, 2013).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 22 наукові праці: 7 статей у фахових наукових виданнях, рекомендованих МОН України, 3 статті в закордонних фахових виданнях, що входять до науково-метричних баз (WoS) і 12 публікацій в матеріалах, збірниках тез міжнародних наукових конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку джерел (125), додатків. Загальний об'єм роботи становить 230 сторінки, основний зміст викладений на 155 сторінках, що відповідає 6,3 авторським аркушам. Містить 72 рисунки та 15 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі *«Теоретичні та методичні підходи до оцінки комфортності для людини кліматичних умов»* приводиться аналітичний огляд літературних джерел за темою дисертації. Аналізуються теоретичні та методичні підходи до оцінки комфортності для людини кліматичних умов та визначаються пріоритетні впливові чинники їх формування.

Теоретичну та методичну основу оцінки комфортності погоди та клімату склали наукові розробки та досягнення в області кліматології, біометеорології, геоекології, медичної географії та ін. В Україні ці питання досліджували А. Е. Бабінець, Л.С. Ларичев, В.Р. Десінова, П.І. Колесник, В.М. Бабіченко, В.М. Пицолка, Н.М. Михайленко, Г.П. Катеруша, А.М. Польовий та ін. Попри різноманіття праць присвячених взаємозв'язку погоди та клімату зі здоров'ям та самопочуттям людини, це питання залишається актуальним, оскільки умови зовнішнього середовища безупинно змінюються і при кожній зміні природних умов змінюється й навантаження на організм людини. Крім того, в Україні дослідження комфортності кліматичних умов та біокліматичних ресурсів здійснені переважно у 60-80-х роках ХХ ст. Оцінку проводили із залученням окремих біокліматичних показників чи їх комплексу, охоплюючи всю територію України чи її окремі райони. Дослідження проводили з використанням різних матеріалів та методологій, аналізуючи часові ряди даних різної тривалості, значення показників узагальнені за різні періоди (в цілому за рік, теплий/холодний період, літній/зимовий сезон, окремі місяці тощо) і тому їх результати важко співставні між собою та не дають можливість отримати цілісну картину біокліматичних умов та ресурсів в Україні, їхніх регіональних особливостей та мінливості. Потребують оновлення знання про сучасний стан кліматичної системи України, комфортність для людини кліматичних умов,

забезпеченість території країни біокліматичними ресурсами (ЗБР), оцінка ймовірної їхньої зміни на середньо- та довгострокову перспективи. Оцінка та моніторинг комфортності клімату, біокліматичних ресурсів потребують систематизації та узагальненні кліматичних показників, що впливають на тепловий стан, теплове навантаження та тепловий стрес людини у єдиний інтегрований показник. Оскільки у теплий та холодний період кліматичні умови здійснюють протилежний вплив на організм людини, необхідно враховувати сезонність цього впливу. Такі показники дозволять провести комплексну оцінку території України щодо комфортності для людини кліматичних умов та забезпеченості країни біокліматичними ресурсами, а їх розрахунок за даними РКМ – визначити можливі зміни комфортності до середини ХХІ ст.

У другому розділі *«Методологія комплексної оцінки кліматичних умов та біокліматичних ресурсів, їхньої зміни у сучасний кліматичний період та ймовірної зміни до середини ХХІ ст.»* представлено опис методології комплексного оцінювання комфортності кліматичних умов: алгоритм досліджень, методи та дані, що застосовані для вирішення задач дисертаційного дослідження.

Комплексна оцінка комфортності кліматичних умов в Україні передбачає дослідження просторово-часових особливостей кліматичних та біокліматичних показників, що впливають на тепловий стан людини і визначають загальні риси біоклімату країни. Загальний алгоритм досліджень включає: 1) аналіз просторових особливостей основних кліматичних чинників, що здійснюють прямий та опосередкований вплив на організм людини, їх сукупного впливу на тепловий стан людини на основі розрахунку біокліматичних показників з врахуванням сезонності; 2) оцінювання рівня комфортності та ступеню ЗБР території України 3) дослідження динаміки кліматичних показників і біокліматичних індексів, виявлення та оцінка тренду, статистичної значущості і частки невизначеності їхніх змін у сучасний кліматичний період (1981-2010 рр.); 4) оцінювання можливих змін комфортності та ЗБР до середини ХХІ ст. (2021-2050 рр.) порівняно з сучасним кліматичним періодом за реалізації сценарію А1В.

Оцінку комфортності кліматичних умов, що здійснюють прямий вплив на тепловий стан людини проведено методом ефективних температур. Комплексний вплив оцінено за кліматичними показниками та біокліматичними індексами.

Загальну схему показників, що досліджувались, представлено на рис. 1. Систематизація та узагальнення вихідних даних дозволили отримати їхні середні значення за місяць, сезон, рік у 1981-2010. Групування даних за сезонами, індукція та дедукція отриманих результатів, просторовий та графічний аналіз – виявити закономірності їхнього просторового розподілу та сезонні особливості.

Комплексна оцінка потребує залучення багатьох показників, які є різнотипними і використовують різні шкали, що створює проблеми при їхньому порівнянні та узагальненні. Для їх усунення необхідно розробити універсальний індекс, який інтегрував би біокліматичні індекси, що характеризують різні аспекти впливу комплексу кліматичних умов на тепловий стан людини. Запропоновано для його розробки застосувати функцію Харрінгтона, що є оптимальним інструментом для оцінки стану природних об'єктів та виділення зон з однаковими умовами за певним класом.

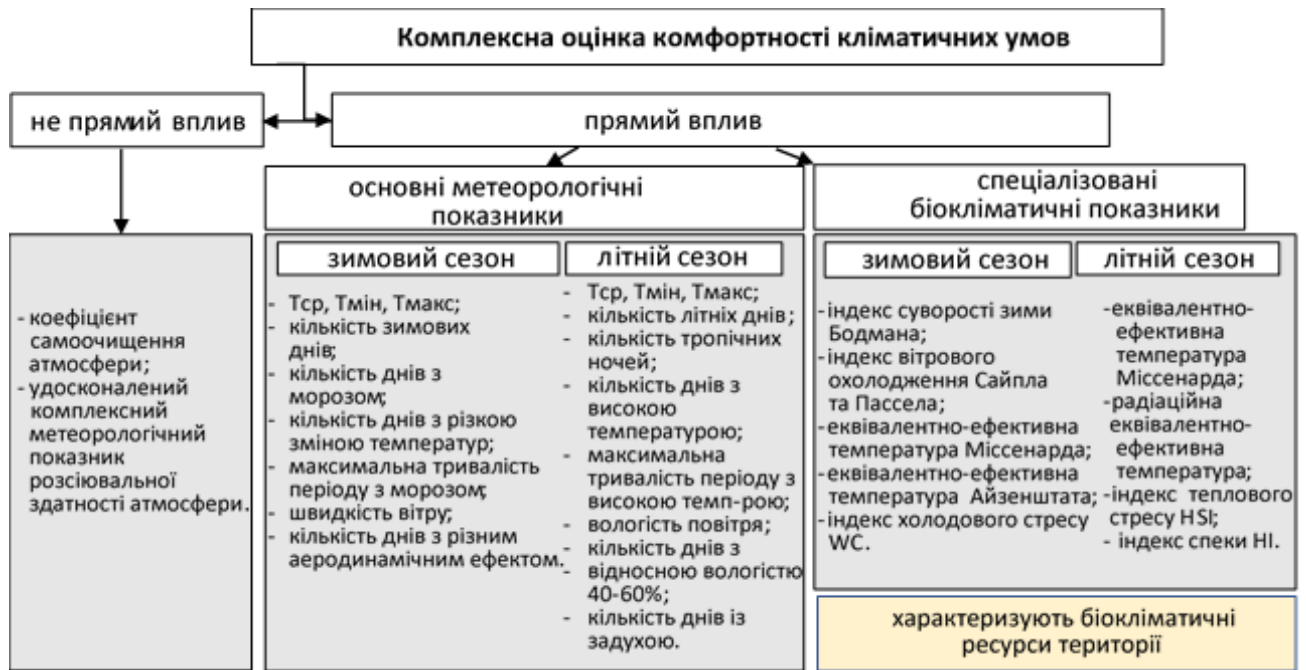


Рис. 1. Кліматичні та біокліматичні показники, що характеризують комфортність кліматичних умов та біокліматичні ресурси України

Функція Харрінгтона дозволяє трансформувати систему різнотипних показників в єдиний комплексний показник – у нашому випадку, інтегрований показник комфортності кліматичних умов та забезпеченості біокліматичними ресурсами. При цьому певному рівню комфортності відповідає ступінь ЗБР території (табл. 1).

Таблиця 1. Якісна оцінка рівня комфортності та ступеню ЗБР за функцією Харрінгтона (D)

D , бал	Рівень комфортності кліматичних умов	Ступінь ЗБР
0,81 – 1,00	надзвичайно комфортні	відмінний
0,64 – 0,80	дуже комфортні	добрий
0,38 – 0,63	комфортні	задовільний
0,21 – 0,37	дискомфортні	не задовільний
0,2 – 0,00	екстремально дискомфортні	не прийнятний

Врахування сезонних особливостей потребує розроблення інтегрованих показників окремо для літнього та зимового сезонів. Для інтегральної оцінки у зимовий сезон (DW) використано показники, що характеризують тепловідчуття людини, теплове навантаження на організм та його тепловіддачу залежно від умов погоди, а саме: індекс суворості погоди Бодмана (S), індекс вітрового охолодження Сайпла та Пассела (K_0), еквівалентно-ефективну температуру Міссенадра (EET), еквівалентно-ефективну температуру Айзенштата ($EETA$), індекс холодного навантаження (WC). У літній сезон перелік складових DS формують EET , радіаційна еквівалентно-ефективна температура ($PEET$), індекс спеки Heat Index (HI).

Для кожного пункту спостережень визначено середнє багаторічне за сезон значення біокліматичних індексів (x_i) за 1981-2010 рр. Встановлено граничні межі

зони «комфортно» показників (x_{oi}, x_{li}) , у відповідності до шкал тепловідчуття/тепловтрат біокліматичних індексів. На шкалі Харрінгтона їм відповідають критичні точки: $d(x_0)=0,37$ та $d(x_1)=0,64$. Обчислено для кожного з них часткову функцію бажаності $-d(z)_i$, та на їх основі розраховано узагальнені показники DW та DS , які характеризують рівень комфортності кліматичних умов та відображають ступінь забезпеченості досліджуваної території біокліматичними ресурсами у зимовий та літній сезони, відповідно:

$$DW = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d(z)_i} \quad (1)$$

$$d(z)_i = \exp(-\exp(-z_i)) \quad (2)$$

$$z_i = (x_i - x_{oi}) / (x_{li} - x_{oi}) \quad (3)$$

$$z_i = (x_{oi} - x_i) / (x_{li} - x_{oi}) \quad (4)$$

де n – кількість показників, $d(z)_i$ – часткові функції бажаності i -го показника, z_i – нормоване значення показника; x_i – середнє багаторічне значення i -го показника, x_{oi} , x_{li} – мінімально та максимально допустимі значення i -го показника у зоні з комфортними кліматичними умовами, якій відповідає задовільний рівень ЗБР (див. табл.1).

Нормовані значення z_i для показників, комфортність яких зростає із збільшенням їхньої величини, визначається за (3), а для показників, з оберненою залежністю (4). При цьому, якщо хоча б одна з характеристик умов погоди є дискомфортною для людини, то й увесь комплекс метеорологічних умов з нею пов'язаний, також є дискомфортним. Обчислення DS аналогічне DW .

Оцінка опосередкованого впливу кліматичних умов на комфортність навколишнього середовища для людини проведена через розрахунок індексів самоочищення атмосфери: удосконаленого комплексного показника розсіювальної здатності атмосфери (УМПА) та коефіцієнту самоочищення С.Н. Лапіної (K). Для кількісної оцінки впливу зміни складових коефіцієнту K на його величину застосовано метод аналізу чутливості показників.

Аналіз часових рядів дозволив виявити тенденції зміни кліматичних показників у 1981-2010: форму, напрям тренду та статистичну значущість змін, яку оцінювали за t -критерієм Стьюдента.

Для оцінки вірогідних змін до середини ХХІ ст., відносно 1981-2010, комфортних/дискомфортних для людини кліматичних умов та чинників, що їх визначають, запропоновано методику, яка передбачає обчислення ймовірних значень кліматичних, біокліматичних показників та інтегрованих показників комфортності кліматичних умов і ЗБР території України у зимовий та літній сезон у 2021-2050, порівняння їхніх значень із сучасними. Такий алгоритм дозволив виявити регіони, де очікується збільшення/зменшення комфортності кліматичних умов, а застосування методу полігонів дав можливість кількісно оцінити ймовірну зміну площі зон з різним рівнем комфортності та ступенем ЗБР до середини ХХІ ст.

У третьому розділі «Комфортність кліматичних умов у сучасний кліматичний період» охарактеризовано кліматичні умови в Україні, що здійснюють прямий і опосередкований вплив на тепловий стан людини, закономірності їхнього

просторового розподілу у літній та зимовий сезони у 1981-2010 рр. Проведено районування території України щодо комфортності кліматичних умов і забезпеченості країни біокліматичними ресурсами.

Згідно оцінки регіональних особливостей 34 характеристик термічного режиму, режиму зволоження та вітру, а також їх спільної дії на формування комфортності клімату встановлено, що в *зимовий сезон* найбільш дискомфортними територіями в Україні є східні, північно-східні області, де відмічаються найнижчі значення температури повітря ($-5\text{ }^{\circ}\text{C}$), найбільша кількість днів з морозом та сильним морозом (35 та 7 днів), високі швидкості вітру (3,5 м/с). Для решти території характерний незначний холодний стрес, що підтверджується розрахунком індексів суворості зими Бодмана та вітрового охолодження Сайпла та Пассела.

У *літній сезон* погодні умови в Україні комфортні у північному, центральному та західному регіонах. Найвище термічне навантаження за величиною *EET* Міссенарда та *PEET* відмічається у південному та східному регіонах країни. Основні ризики на цій території пов'язані із тривалими періодами із високою температурою, що можуть сягати 30-35 днів поспіль в аномально спекотні роки, значною кількістю тропічних ночей (15-20) та задухою, що найчастіше формується на півдні України, особливо на західному та південному узбережжі Кримського півострова (7-10 днів).

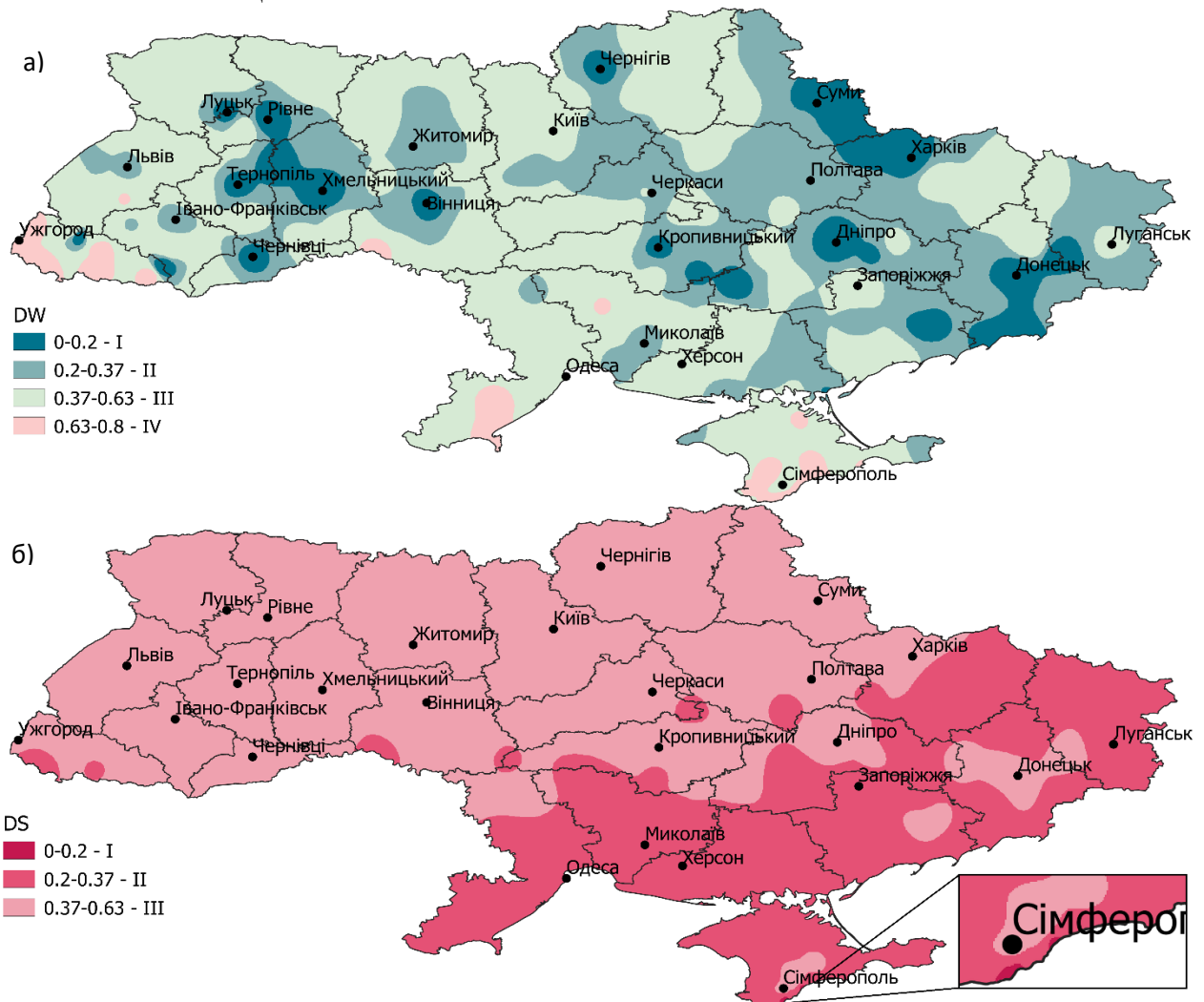
Встановлено нерівномірність розподілу кліматичного потенціалу розсіювальної здатності атмосфери по території України. Північні схили Волинської височини, східні схили Придніпровської височини, півострів Крим є виключно сприятливими для самоочищення атмосфери, а західні схили Українських Карпат, Донецький кряж, південно-західні схили Придніпровської височини мають обмежено сприятливі умови. Виявлено, що за *УМПА*, вся територія України сприятлива для дисипації домішок, кількість вологи достатня для їхнього вимивання з атмосфери майже на всій території країни, за винятком південного регіону, проте умови аерації сприятливі лише на півдні країни.

Залежно від того, які чинники чи їхній комплекс розглядається, одні й ті ж регіони можуть бути як комфортними, так і дискомфортними для людини. Тому виникає потреба у розробленні комплексного показника, який врахував би різні аспекти впливу комплексу метеорологічних умов на тепловий стан людини, методологію побудови якого детально викладено у другому розділі.

Оцінка рівня комфортності та ступеню забезпеченості біокліматичними ресурсами у зимовий сезон показала, що згідно отриманих значень *DW*, в Україні виділено чотири зони (рис. 2). *Екстремальний рівень дискомфорту* і найменший ступінь ЗБР мають 7,26 % її території: високогірні райони Карпат, східні райони Донецького кряжу та північно східні області. *Значний рівень дискомфорту* і незадовільний ступінь ЗБР мають 41,78 % території України: Лівобережно-Дніпровсько-Приазовській край, Карпати, східні схили Подільської височини та прибережні територій Чорного та Азовського морів.

Дуже комфортними для людини взимку є лише 1,35 % території України: південні райони Одеської, західні райони Закарпатської областей та південне узбережжя Криму. На решті території країни (49,61 %) спостерігаються *комфортні*

кліматичні умови у зимовий сезон та задовільний рівень ЗБР. Зона комфорту є найбільшою за площею.



I – екстремально дискомфортні умови, неприйнятний рівень; II – дискомфортні умови, незадовільний рівень; III – комфортні умови, задовільний рівень; IV – дуже комфортні умови, добрий рівень.

Рис. 2. Просторовий розподіл інтегрованого показника рівня комфортності та ступеню ЗБР у зимовий (а) та літній (б) сезони, 1981-2010

У літній сезон, за інтегрованим показником DS на території України можна виділити три зони (див. рис. 2). *Комфортні* умови з помірним тепловим навантаженням спостерігаються на більшій її частині (61,02 % площі), а саме у західному, північному, центральному регіонах країни, Сумській області, на півночі Харківської та Одеської областей, районах Донецького кряжу та Кримських гір (див. рис. 2). Значний рівень теплового навантаження і, відповідно, *дискомфортні* умови погоди та незадовільний ступень ЗБР спостерігається на 38,98% площі України: у південних та південно-східних областях, на Закарпатті та в окремих районах Вінницької, Черкаської і Полтавської областей. *Екстремально дискомфортні* кліматичні умови із помірним рівнем теплового навантаження відмічаються на незначній площі (78,48 км² – 0,013 % території України), а саме південному узбережжю Кримського півострову. Кліматичну характеристику виділених зон для зимового та літнього сезонів представлено у табл.2.

Таблиця 2. Кліматична характеристика зон з різним рівнем комфортності та ступенем ЗБР в Україні (1981-2010)

Показник	Зони із різним рівнем комфортності та ЗБР			
	I	II	III	IV
<i>зимовий сезон</i>				
T_{cp} , °C	-3,4	-2,7	-2,3	0,5
$T_{мін}$, °C	-6,0	-5,4	-5,2	-2,4
$T_{макс}$, °C	-0,7	0,2	0,8	4,0
кількість днів із $T_{cp} \leq 0$ °C, дні	60	56	53	37
кількість днів із $T_{мін} \leq -10$ °C, дні	33	30	29	17
кількість днів із $T_{мін} \leq -20$ °C, дні	3	3	3	1
кількість днів із між добовою мінливістю температури >6 °C, дні	6	6	6	5
максимальна тривалість періоду з $T_{мін} \leq -10$ °C, дні	36	34	31	19
максимальна тривалість періоду з $T_{мін} \leq -20$ °C, дні	8	7	7	3
швидкість вітру середня, м/с	4,4	3,5	2,7	2,0
кількість днів із вітром ≥ 7 м/с, дні	11	5	3	2
кількість днів із вітром 0-1 м/с, дні	4	5	13	23
кількість днів із вітром 1-4 м/с, дні	39	54	61	56
відносна вологість середня, %	76,8	75,1	73,7	68,8
S , бали	2,5	2,1	1,9	1,5
K_0 , ккал/м ² год	983	910	844	723
EET , °C	-17,4	-14,7	-12,3	-6,8
$EETA$, °C	-28,9	-22,6	-17,4	-8,6
WC , °C	-20,6	-19,8	-19,2	-17,1
<i>літній сезон</i>				
T_{cp} , °C	22,7	21,4	18,5	
$T_{мін}$, °C	18,6	15,9	24,4	
$T_{макс}$, °C	27,1	27,2	13,2	
кількість літніх днів із $T_{cp} \geq 15$ °C, дні	90	86	76	
кількість спекотних днів із $T_{макс} \geq 25$ °C, дні	69	65	42	
кількість тропічних ночей із $T_{мін} \geq 20$ °C, дні	31	11	2	
максимальна тривалість безперервного періоду з $T_{макс} \geq 25$ °C, дні	35	40	15	
відносна вологість середня (%)	52,7	45,5	50,7	
кількість днів із відносною вологістю в межах 40-60 %, дні	53	42	49	
кількість днів із захудою, дні	5	4	2	
швидкість вітру середня, м/с	1,6	2,3	2,2	
EET , °C	17,5	15,3	12,6	
$PEET$, °C	26,5	24,7	22,4	

Четвертий розділ «Динаміка комфортності кліматичних умов України у сучасний кліматичний період» присвячено аналізу тенденцій зміни кліматичних та біокліматичних показників, що характеризують комфортні та дискомфортні для теплового стану людини умови погоди в Україні у сучасний кліматичний період.

Встановлено, що взимку середня за сезон температура повітря зростає зі швидкістю $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 10 років. Ріст відмічається на всій території країни і зумовлений підвищенням як мінімальної, так і максимальної температури. Наслідком цих змін є зменшення кількості зимових днів, днів з морозом та різкими змінами температури протягом доби. Проте, кількість днів з сильним морозом залишається без змін, а максимальна тривалість періоду з такими умовами ймовірно зростає. Ріст температури супроводжується зниженням середньої та максимальної швидкості вітру (в середньому на $10\%/10$ р.) та перерозподілом кількості днів із різною швидкістю вітру: зниженням кількості днів із сильним динамічним навантаженням на людину (3-5 дні/10 р.), днів не рекомендованих для рекреаційної діяльності (1-2 дні/10 р.) та ростом кількості днів із легким і тихим вітром на 3-4 та 2-3 дні/10 років. Ці процеси призводять до зменшення втрат тепла організмом людини за рахунок вітрового охолодження, зниження холодового дискомфорту і холодового стресу та зменшення суворості зими на всій території країни. На значній частині України зима із категорії «помірно сувора» ($S = 2-3$) перейшла в категорію «мало сувора» ($S = 1-2$).

Влітку ріст температури відбувається вдвічі інтенсивніше, ніж зимою ($0,8^{\circ}\text{C}/10$ р.), що також зумовлено ростом її мінімальних та максимальних значень. При цьому, темпи зміни максимальної температури перевищують швидкість зміни мінімальної. Як наслідок, зростає кількість літніх і спекотних днів, тривалість безперервного спекотного періоду та кількість тропічних ночей. Зміна температури супроводжується зниженням середніх значень відносної вологості, зменшенням повторюваності кількості днів із комфортними для людини умовами вологості повітря та збільшенням випадків задухи. А це, призводить до росту величини EET , $PEET$, HI , що свідчить про ріст теплового стресу та теплового навантаження на організм людини.

Виявлено, що змінюються і кліматичні чинники, які опосередковано впливають на комфортність кліматичних умов, зокрема, встановлено зниження потенціалу самоочищення атмосфери. Метеорологічні умови з категорії «сприятливі» для розсіювання домішок перейшли до категорії «обмежено сприятливі». Встановлено, що такі зміни відбуваються внаслідок зменшення повторюваності умов, сприятливих для виведення домішок, та збільшення кількості днів з несприятливими умовами для розсіювання. Погіршення сприятливих умов відбувається вдвічі швидше, ніж зростання умов несприятливих для розсіювання домішок.

У п'ятому розділі «Ймовірні зміни кліматичних умов, що формують біокліматичні ресурси України до середини XXI ст.» представлено оцінку ймовірної зміни комфортності кліматичних умов та забезпеченості біокліматичними ресурсами території України до середини XXI ст. за реалізації сценарію А1В.

До середини XXI ст. з ймовірністю 99 % можна очікувати значиме підвищення температури повітря як в зимовий, так і в літній сезони. Інтенсивність змін взимку зростатиме із заходу на схід, сягаючи максимуму $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Луганській та Донецькій

областях, в літній сезон - із півночі країни на південь, південний-захід. Як наслідок, у 2021-2050 середня за зиму температура повітря в Україні змінюватиметься від -3°C до $+3^{\circ}\text{C}$. У літній сезон середні багаторічні значення температури будуть найвищими на півдні та сході країни ($+21 - +24^{\circ}\text{C}$), найнижчі – у західному регіоні ($+18-+19^{\circ}\text{C}$ на рівнинній території та $+16^{\circ}\text{C}$ у високогір'ї Карпат). На карті середніх за літо температур ймовірно зникне ізотерма $+15^{\circ}\text{C}$

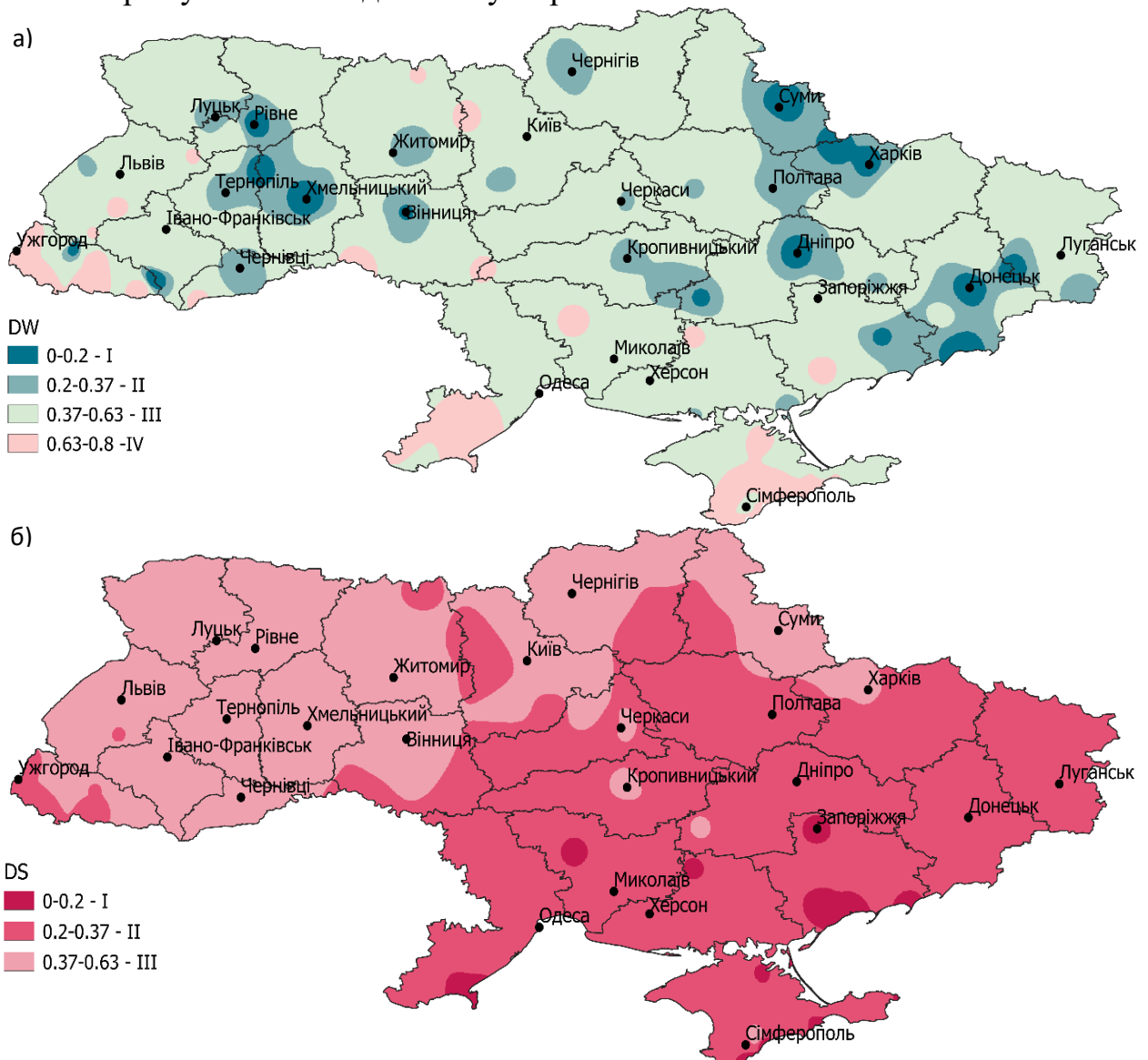
Очікується, що на більшій частині території України середні багаторічні значення *швидкості вітру* до середини ХХІ ст. можуть знизитися на 5-10 % порівняно із сучасним періодом. У зимовий сезон вони можуть становити 2-3 м/с для рівнинної частини та 4 м/с для зон із підвищеною вітровою активністю. Такі зміни будуть статистично значимі для північних, північно-східних та східних областей. В окремих районах Закарпатської, Львівської, Херсонської областей та Криму відмічатимуться зміни протилежні за напрямком, проте вони мало ймовірні та несуттєві. В літній сезон швидкість вітру коливатиметься від 2 до 4 м/с, зміни статистично значимі для західного регіону країни, окремих районів південного та східного регіонів.

Значення *відносної вологості* в зимовий сезон до середини ХХІ ст. на більшій частині території України ймовірно зросте на 1-2%. Однак, лише у Київській, Закарпатській, окремих районах Чернігівської, Сумської, Черкаської та Вінницької областей очікувані зміни є статистично значущі. Проте, у літній сезон відносна вологість, може зменшитись на 2-3%. Статистично значущі зміни характерні для Черкаської, Кіровоградської, Миколаївської, Одеської областей, окремих районів Херсонської, Дніпропетровської, Київської, Чернігівської областей та західного узбережжя Криму.

Зміни термічного режиму, режиму вітру та зволоження суттєво впливатимуть і на зміну тепловідчуття та теплове навантаження організму людини до середини ХХІ ст. У зимовий сезон в Україні на 5,38 % може зменшитись зона із *екстремально дискомфортними* кліматичними умовами та неприйнятним рівнем ЗБР, порівняно із сучасним періодом. Площа території із *дискомфортними* умовами ймовірно скоротиться на третину порівняно з 1981-2010 і становитиме 13,9% площі України. Такі умови можуть спостерігатись на Волинській височині, у північній частині Придніпровської височини, на східних схилах Подільської височини, на Донецькому кряжі, у південних районах Придніпровської низовини та північно-східній частині Полтавської рівнини (див. рис.2, рис. 3). Можна очікувати розширення майже на 30%, зони із *комфортною* погодою та задовільним ступенем ЗБР. Такі умови спостерігатимуться майже на 80% території України: на схилах Українських Карпат, Київському плато, у північній частині Придніпровської височини та Придніпровської низовини. Також ймовірно розшириться територія із *дуже комфортною* погодою (4,27% площі України, що на 2,93% більше ніж у 1981-2010) і займатиме південь Одеської області, Закарпатську низовину, південне узбережжя Криму та північні схили Кримських гір.

На відміну від зими, влітку, за реалізації сценарію А1В, в Україні можна очікувати посилення дискомфорту кліматичних умов та зниження рівня ЗБР до середини ХХІ ст. (див. рис. 2, 3). Локальні осередки з *екстремально дискомфортними* умовами спостерігатимуться на 1,17 % території України в

Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій областях, північному районі степового Криму та його південного узбережжя.



I – екстремально дискомфортні умови, неприйнятний рівень; II – дискомфортні умови, незадовільний рівень; III – комфортні умови, задовільний рівень; IV – дуже комфортні умови, добрий рівень.

Рис. 3 Просторовий розподіл інтегрованого показника рівня комфортності та ступеню ЗБР у зимовий (а) та літній (б) сезони, 2021-2050

Територія з *дискомфортними* кліматичними умовами та незадовільним рівнем ЗБР може зрости майже на 20%. Такі умови спостерігатимуться вже на 58,62 % території України, проти 38,98% у сучасний період. Це переважно південні, південно-східні, східні, за винятком Донецького кряжу, центральні регіони України, Закарпатська низовина. Проте, територія з *комфортними* умовами може скоротитись майже на 20% і займати майже 40,2 % площі України.

Кліматичні характеристики виділених зон також зміняться до середини ХХІ ст., проте, внаслідок різнонаправленості зміни показників, термічне навантаження переважно залишиться на рівні сучасного в зимовий і літній сезони. Значимим є, саме, зміна локалізації зон із різним рівнем комфортності кліматичних умов та ступенем забезпеченості біокліматичними ресурсами.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні встановлено закономірності просторово-часового розподілу комплексу кліматичних та біокліматичних показників, які характеризують комфортність кліматичних умов для людини в Україні, визначено тенденції їхньої зміни у сучасний кліматичний період та ймовірні зміни до середини ХХІ ст.

Проведені комплексні дослідження комфортності кліматичних умов філософськими, загальнонауковими і конкретнонауковими методами за щоденними даними мережі спостережень України (1981-2010) та щоденними даними РКМ REMO-ECHAM5 (1981-2010, 2021-2050, SRES A1B) дали можливість зробити наступні висновки.

1. Кліматичні умови в Україні здійснюють прямий і опосередкований вплив на тепловий стан і теплове навантаження людини, мають сезонні та регіональні особливості. У зимовий сезон комфортність кліматичних умов зменшується з півдня на північ і з заходу на схід. Найбільш дискомфортними є східні, північно-східні області, для яких характерна помірно-сувора зима, сильне холодове навантаження, найнижчі значення температури повітря та її мінливість, висока швидкість вітру та найбільші втрати тепла організмом за рахунок вітрового охолодження (до 1000 ккал/м²год). У літній сезон найбільш дискомфортними є південні та південно-східні області України, де відмічаються найвища температура повітря, найбільша кількість літніх днів, днів із високою температурою та тропічних ночей, максимальна тривалість безперервного спекотного періоду, найвище термічне навантаження на організм людини та тепловий стрес.

Встановлено нерівномірний розподіл кліматичного потенціалу розсіювальної здатності атмосфери в Україні: виділено райони з виключно сприятливими та обмежено сприятливими умовами.

2. За розробленими інтегрованими показниками комфортності та ЗБР в Україні виділено у зимовий сезон чотири, а в літній три зони з різними умовами. Як зимою, так і літом переважають *комфортні* умови (49,61 та 61,02 % площі). *Дискомфортні* займають 41,78 та 38,98 % площі, відповідно. *Екстремально дискомфортні* та *дуже комфортні* умови взимку відмічаються на незначній території (на 7,26% та 1,35% площі). Влітку *дуже комфортні* умови в Україні не спостерігаються, а *екстремально дискомфортні* характерні лише для південного узбережжя Криму.

3. Встановлено, що у 1981-2010 на всій території України спостерігаються суттєві зміни кліматичних умов. Статистично значущими є ріст середньої, мінімальної та максимальної температури як у літній, так і зимовий сезон, що призводить до зменшення кількості зимових днів, днів із морозом та сильним морозом, а влітку – збільшення кількості літніх днів, днів із високою температурою повітря та кількості тропічних ночей. Ці зміни супроводжуються зменшенням середньої та максимальної швидкості вітру, середніх значень відносної вологості, що зумовлює зниження холодового дискомфорту у зимовий сезон та підвищення термічного стресу та термічного навантаження у літній.

4. За розробленою методикою кліматичного прогнозування ймовірної зміни комфортності кліматичних умов оцінено ймовірні зміни рівня комфортності та ступеню ЗБР України, їх площі і локалізації до середини ХХІ ст. (2021-2050 рр.) відносно 1981-2010 для сценарію А1В. У зимовий сезон територія з *комфортними кліматичними умовами* може зрости майже на 30%, і займатиме біля 80% площі України, зона із *дуже комфортними умовами* розшириться на 2,93% а із *дискомфортними умовами* ймовірно скоротиться на третину порівняно з 1981-2010. *Екстремальні дискомфортні умови* спостерігатимуться лише в локальних осередках на високогір'ї Українських Карпатах, Донецькому кряжі та на сході країни. В літній сезон можна очікувати посилення дискомфорту та зниження рівня ЗБР. Територія з *комфортними* умовами може скоротитись, а з *дискомфортними* збільшиться майже на 20%. Можна очікувати зростання на 1,167 % зони з *екстремально дискомфортними* умови, що будуть характерні не лише для південного узбережжя Криму, а й для окремих районів північного степового Криму, Одеської, Миколаївської, Херсонської та Запорізької областей. Регіонів з *дуже комфортними умовами* в Україні до середини ХХІ ст. ймовірно не буде.

Кліматичні характеристики виділених зон також можуть змінитися, проте, внаслідок різнонаправленості зміни показників, термічне навантаження переважно залишиться на рівні сучасного як зимою так і літом.

5. Основні наукові результати дослідження можуть бути використані при плануванні та оцінці кліматичних ризиків у різних галузях економіки, для розробки стратегій та планів сталого розвитку регіонів та заходів по адаптації до зміни клімату.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових наукових виданнях України

1. Малицька Л. В. Дискомфорт погодних умов зимового періоду в Україні. *Укр. гідрометеорол. ж.* 2017. № 20. С. 26-36.
2. Балабух В. О., Малицька Л. В. Оцінювання сучасних змін термічного режиму України. *Геоінформатика.* 2017. № 4(64). С. 34-49. (Особистий внесок автора: частковий аналіз результатів, проведення статистичних розрахунків, картографічне представлення просторового розподілу метеорологічних показників).
3. Малицька Л.В. Кількісна оцінка комфортності погодних умов та клімату. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2016. Т. 2(41). С. 97-106.
4. Балабух. В. О., Малицька Л. В., Лавриненко О. М. Особливості погодних умов 2014 року в Україні. *Наукові праці УкрНДГМ,* 2015. Вип. 267. С. 28–38. (Особистий внесок автора: підготовка матеріалів, аналіз особливостей термічного режиму у 2014 р.).
5. Балабух В. О, Лавриненко О. М., Малицька Л. В. Особливості термічного режиму 2013 року в Україні. *Укр. гідрометеорол. ж.* 2014. № 14. С. 79-94. (Особистий внесок автора: проведено розрахунки, частковий аналіз результатів).
6. Балабух В.О., Лавриненко О. М., Ягодинець С. М., Малицька Л. В., Базалєєва Ю. О. Зміна інтенсивності, повторюваності та локалізації небезпечних

явищ погоди в Україні та їх регіональні особливості. *Зб. наук. пр. МГІ НАН України «Системи контролю навколишнього середовища»*. 2013. № 19. С.189-198. (Особистий внесок автора: збір банку даних про небезпечні та стихійні явища, первинний контроль даних, часткові розрахунки та аналіз результатів).

7. Малицька Л.В., Балабух В. О. Зміна здатності атмосфери до самоочищення як прояв зміни клімату. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова «Географія і сучасність»*. 2013. Вип. №.30. 2013. С. 35-44. (Особистий внесок автора: аналіз динаміки показника самоочищення атмосфери та його складових, аналіз чутливості складових показника до змін клімату).

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав

8. Malytska L., Balabukh V. Atmospheric self-cleaning coefficients as indicators of the atmospheric ability to dissipate pollutants in Ukraine. *Meteorol. Hydrol. Water Manage.* 2017. no. 6(1). DOI: <https://doi.org/10.26491/mhwm/79450> (Особистий внесок автора: проведено розрахунки і аналіз результатів, підготовлено висновки).

9. Balabukh V., Malytska L. Impact of climate change on nature fire danger in Ukraine. *Időjárás - Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. 2017. Vol. 121, no. 4. pp. 453-477. (Особистий внесок автора: візуалізація результатів дослідження, частковий аналіз пірологічних характеристик клімату).

10. Балабух В. А., Малицькая Л. В., Ягодинец С. Н., Лавриненко Е. Н. Проекция изменения и ожидаемые значения климатических средних и показателей экстремальности термического режима к середине XXI века в Украине. *Природопользование*. 2018 №1. С.97-113. (Особистий внесок автора: розрахунок змін кліматичних показників на середину XXI ст., їх статистичної значущості, частковий аналіз результатів та формулювання висновків).

Опубліковані наукові праці апробаційного характеру

11. Малицька Л.В. Забезпеченість території України фізіолого-кліматичними ресурсами теплового стану людини. *Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони: Матеріали III-ого міжнародного наукового семінару*. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2018. С. 217-222.

12. Малицька Л. В. Оцінка дискомфорту погодних умов зимового періоду за функцією бажаності Харрінгтона. *Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення»*. Херсон: Гельветика, 2017. С. 135-138.

13. Малицька Л. В. Екологічний стан атмосферного повітря: аналіз потенціалу самоочищення в атмосфері. *Тези доповідей Першого Всеукраїнського Гідрометеорологічного З'їзду з міжнародною участю*. Одеса: ТЕС, 2017. С.264-265.

14. Балабух В.О. Ягодинець С. М., Самчук Є. В., Малицька Л. В., Краковська С. В., Довгаль Г. П., Лавриненко О. М. Електронний атлас «Фактичні та очікувані зміни клімату в Україні». *Тези доповідей Першого Всеукраїнського*

Гідрометеорологічного З'їзду з міжнародною участю. Одеса: ТЕС, 2017. С. 188-189. (Особистий внесок автора: збір матеріалів, частковий аналіз та узагальнення результатів).

15. Малицька Л.В., Балабух В. О. Холодовий стрес: оцінка навантаження на організм людини та його зміна у сучасний кліматичний період. *Матеріали всеукраїнської конференції молодих учених «Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення»*. К.: Ніка-Центр, 2016. С.184-186. (Особистий внесок автора: розрахунок біокліматичних показників, візуалізація та часткове узагальнення результатів).

16. Balabukh V., Malytska L., Samchuk E. Impact of climate change on the forest fire nature of Ukraine. *International Climate Change Workshop in Budapest*, Budapest, Hungary, June 6-8 2016. VI., 2016. P.12. (Особистий внесок автора: підготовка кліматичних даних для аналізу)

17. Малицкая Л.В., Балабух В. О. Оценка изменения параметров термического режима климатической системы Украины. *Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: Сборник научных статей*. Минск: Издательский центр БГУ, 2015. С.135-136. (Особистий внесок автора: визначення змін кліматичних показників та їх статистичну значущість).

18. Malytska L.V., Balabukh V. O. Atmosphere's self-cleaning climatic potencial in Ukraine. *Proceedings of the 1st Pan-Eurasian Experiment (PEEX) Conference and the 5th PEEX Meeting.*; Report series in aerosol science, № 163, 2015. P. 280-282. URL: <http://www.atm.helsinki.fi/FAAR/reportseries/rs-163.pdf> (Особистий внесок автора: розрахунок індексу самоочищення атмосфери С.Н. Лапіної)

19. Малицька Л. В. Особливості самоочищення атмосфери в регіонах України. Молоді науковці – географічній науці: *Збірник наук. праць X Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених*. К.: Прінт-Сервіс, 2014. С. 86-89.

20. Малицька Л.В. Балабух В.О. Оцінка величини теплового навантаження на людину та комфортності погодних умов у теплий період в Україні. *Матеріали міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення»*.; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. Одеса: ТЕС, 2014. С. 179-180. (Особистий внесок автора: розрахунок біокліматичних показників, аналіз та узагальнення результатів).

21. Малицька Л. В. 2013 рік в Україні: особливості термічного режиму. *Шевченківська весна – 2014. Частина 3: Географія.*; *Збірник наук. праць XII міжнародної наукової міждисциплінарної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених*. К.: Прінт-Сервіс, 2014. № XII. С. 103-106.

22. Balabukh V. Malytska L., Bazalieieva I. Formation and dynamics of hazardous convective weather events in Ukraine. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 15, EGU2013-1056, 2013. (Особистий внесок автора: підготовка даних про небезпечні та стихійні явища, візуалізація результатів, узагальнення результатів).

АНОТАЦІЯ

Малицька Л.В. Просторово-часова мінливість комфортності кліматичних умов в Україні. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія. – Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Міністерство освіти і науки України, Київ, 2019.

Проведено аналіз закономірностей просторово-часового розподілу комплексу кліматичних та біокліматичних показників, що характеризують прямий і опосередкований вплив кліматичних умов на тепловий стан людини та виявлено їхні регіональні, сезонні особливості та тенденції зміни у сучасний кліматичний період в Україні. Запропоновано методика інтегральної оцінки комфортності кліматичних умов та забезпеченості України біокліматичними ресурсами з врахуванням сезонності, відповідно до якої деталізовано класифікацію рівня комфортності кліматичних умов для зимового і літнього сезонів, проведено районування території країни. Визначено локалізацію та площу територій з різним рівнем комфортності в Україні у сучасний кліматичний період (1981-2010 рр.) та з'ясовано їхні кліматичні характеристики. Встановлено вірогідні зміни середніх багаторічних значень кліматичних і біокліматичних показників до середини XXI ст. (2021-2050 рр.) відносно сучасного кліматичного періоду та їхні ймовірні значення за даними регіональної кліматичної моделі REMO/ESCHAM5 для SRES A1B. Запропоновано методика кліматичного прогнозування ймовірної зміни комфортності кліматичних умов та встановлено ймовірну зміни локалізації та площі територій з різним рівнем комфортності у зимовий та літній сезон, зміну їхніх кліматичних характеристик.

Ключові слова: комфортність кліматичних умов, біокліматичні ресурси України, зміна клімату, кліматичні сценарії.

АННОТАЦИЯ

Малицкая Л.В. Пространственно-временная изменчивость комфортности климатических условий в Украине. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология. – Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Министерство образования и науки Украины, Киев, 2019.

Проведен анализ закономерностей пространственно-временного распределения комплекса климатических и биоклиматических показателей, характеризующих прямое и опосредованное влияние климатических условий на тепловое состояние человека и выявлены их региональные, сезонные особенности и тенденции изменения в современный климатический период в Украине. Предложена методика интегральной оценки комфортности климатических условий и обеспеченности Украины биоклиматического ресурсами с учетом сезонности, в соответствии с которой детализирована классификация уровня комфортности климатических условий для зимнего и летнего сезонов, проведено районирование территории страны. Определены локализация и площадь территорий с разным уровнем комфортности в Украине в современный климатический период (1981-2010 гг.) и их

климатические характеристики. Установлено вероятные изменения средних многолетних значений климатических и биоклиматических показателей к середине XXI века (2021-2050 гг) относительно современного климатического периода и их вероятные значения при реализации сценария A1B по данным региональной климатической модели REMO/ECHAM5. Предложена методика климатического прогнозирования вероятного изменения комфортности климатических условий и определены вероятные изменения локализации и площади территорий с разным уровнем комфортности в зимний и летний сезон, изменение их климатических характеристик.

Ключевые слова: комфортность климатических условий, биоклиматические ресурсы Украины, изменение климата, климатические сценарии.

ABSTRACT

Malytska L. Spatio-temporal variability of climate comfort in Ukraine.— Manuscript.

Thesis for the degree of the candidate of geographic sciences by speciality 11.00.09 – meteorology, climatology, agrometeorology. – Taras Schevchenko National University of Kyiv of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2019.

The thesis is devoted to assessing spatio-temporal distribution climatic and bioclimatic indicators characterizing the comfortable and uncomfortable climatic conditions in Ukraine, their variability in 1981-2010 and the probable change to the middle of the 21st century.

Studies of the spatial patterns of distribution of comfortable for human weather conditions, their seasonal displays, and changes in current climatic period (1981-2010) were conducted uses a daily data of Ukraine meteorological observation network (187 stations) by air temperature (average, minimum and maximum value), wind speed (average and maximum per day) and average daily relative humidity. Estimation of probable change of comfort of climatic conditions in Ukraine till the middle of XXI century (2021-2050) relative to the current climatic period was conducted according to daily data of the regional climate model REMO/ECHAM5 (average air temperature, average wind speed, average relative humidity) from 1981 to 2050 for the scenario of SRES A1B. Estimated data obtained from the European FP-6 ENSEMBLES project with a resolution of 25 km.

The complex influence of meteorological factors on human thermal state, heat load and heat stress has been estimated by the climatic and bioclimatic indices using the effective temperature method. Grouping data by season, induction and deduction of obtained results, spatial and graphical analysis allowed to detect their spatial distribution patterns and seasonal features.

In current climatic period for winter, four zones with different level of climate comfort are allocated. Zone I with extremely uncomfortable weather and unacceptable bioclimatic resources degree of endowment occupies 7,26% of the area of Ukraine (northeastern regions of the country and Carpathians highlands). Zone II with uncomfortable weather and unsatisfactory degree of endowment takes 41,78% of the area (Livoberezhno-Dniprovs'ko-Pryazovs'kiy Kray, Carpathian Mountains, with a focus on the eastern slope of the Podilskyi hills and the coastal territories of the Black and Azov Seas).

Zone IV with very comfortable weather and a good degree of bioclimatic endowment has 1,35% area (the southern coast of Crimea, some areas of Odesa, Transcarpathian region). The rest of Ukraine has comfortable weather and satisfactory degree of bioclimatic endowment. Zone III is the largest and takes 49,61 % territory.

For summer three zones are allocated: with extremely uncomfortable weather and unacceptable degree of resource (Zone I) – 0,013 % (southern coast of Crimea), Zone II with uncomfortable conditions – 38,98% (southern to southeastern regions of the country) and Zone III with comfortable conditions – 61,02% of the area. Thus, both winter and summer, comfortable climate conditions prevail in most parts of Ukraine.

In the middle of the XXI century, if A1B scenario is released, it is expected a significant changes of climatic parameters regarding the 1981-2010 climatic norm: air temperature is rise by 1,5 °C, average wind speed is decrease by 5-8%, relative humidity in winter probably drop by 2%, but in summer it rise by 1,5%. The unidirectionality of the changes is characteristic only of air temperature, for wind speed and relative humidity the changes are in different directions. So, due to the multidirectionality of these changes, the thermal load will mainly remain at the level of the modern one in both winter and summer season. Significant is the change of localization of zones with different level of climate comfort and bioclimatic resources degree of endowment.

We can expect in winter, the expansion of the zone with "comfortable" and "very comfortable" climatic conditions by 30 % and 2,93 % compared to the current period, in the summer – expansion of zones with "extremely uncomfortable" and "discomfortable" conditions by 1,167 % and 20 %. For each zone were calculated the probable long-term average value of climatic and bioclimatic indicators (2021-2050).

Keywords: climate comfort, bioclimatic resources of Ukraine, climate change, climate scenarios.