

## ДИСКОМФОРТ ПОГОДНИХ УМОВ ЗИМОВОГО ПЕРІОДУ В УКРАЇНІ

Л. В. Малицька, мол. наук. співроб.

Український гідрометеорологічний інститут,  
пр. Науки, 37, 03028, Київ, Україна, m\_alitsk\_a@i.ua

Проведено оцінку дискомфорту погоди в Україні у зимовий період. Наведено основні характеристики термічного режиму та режиму вітру, що відображають загальні риси дискомфорту цього сезону, їх зміну у 1981-2010 рр. Визначено величину термічного навантаження на організм людини, її мінливість та регіональні особливості. Оцінено статистичну значущість, достовірність та частку невизначеності виявлених змін.

**Ключові слова:** регіональні зміни біоклімату, дискомфортність погоди, холодний стрес.

### 1. ВСТУП

Проблема зміни клімату і, як наслідок, зміни умов проживання людини, безпеки та комфортності навколишнього природного середовища є провідною в системі сталого соціально-економічного розвитку суспільства. У науковому відношенні ця проблема має комплексний міждисциплінарний характер, що охоплює всі його ключові аспекти - екологічні, економічні і соціальні.

Актуальність досліджень у цій галузі визначається не лише недостатньою деталізацією вивчення небезпечних для людини умов погоди на окремих територіях, а й появою нових задач, що вимагають комплексної оцінки економічної ролі клімату, кліматичних умов для проживання і відпочинку людей, особливо метеозалежних, виявлення найбільш вразливих щодо зміни клімату регіонів та розробки заходів по адаптації до цих змін, які дозволять запобігти негативним наслідкам.

### 2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Систематичне вивчення зв'язку між умовами погоди та біологічними процесами почалось ще у 60-х роках ХХ століття. Однак, наразі питання впливу погоди та клімату на самопочуття людини також залишається відкритим і його вивченням займаються науковці різних країн світу [1; 2; 3; 4], що вказує на чималий інтерес до цієї теми. В їх роботах описано механізми впливу клімату на організм людини, зокрема, захворюваність і смертність, проблеми акліматизації, а також можливості застосування природних лікувальних чинників з метою профілактики та лікування хвороб різних органів та їх систем. В працях [5; 6] відзначається значиме збільшення смертності під час хвиль тепла та холоду. В Україні значну увагу

дослідники приділяють опису окремих метеорологічних явищ та атмосферних процесів, що спостерігались в країні [7]. Комплексні дослідження комфортності термічного режиму, його особливості в літній та зимовий періоди та оцінка наслідків змін клімату для здоров'я людей висвітлені у роботах [8; 9]. В цих працях регіони України представлені реперними кліматичними станціями, а дослідження виконані за різні періоди, тому ця проблема потребує більш детального вивчення.

### 3. ФОРМУВАННЯ МЕТИ СТАТТІ

Метою роботи є оцінити дискомфортність умов біоклімату в зимовий сезон в Україні та виявити їх просторово-часові особливості.

### 4. МЕТОДИ ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дискомфортність погодних умов зимового сезону, перш за все, визначається тривалістю холодного періоду року із суворою зимою на більшій частині досліджуваної території. Загальні риси дискомфорту цього періоду відображають основні показники термічного режиму та режиму вітру, оскільки жорсткість погодних умов при температурі нижче  $-7^{\circ}\text{C}$  істотно зростає під впливом вітру [10].

Кількісна оцінка дискомфорту умов біоклімату в зимовий сезон, проводиться на основі розрахунків індексів холодного стресу, в яких ефект тепловідчуття і дискомфорту уточнюється поправкою на швидкість вітру. У вітчизняній практиці найбільшого поширення набув індекс суворості погоди Бодмана ( $S$ ), виражений у балах. Його критична оцінка цього наведена у роботі І. В. Назарової [11]. Автор зазначає, що недоліком  $S$  є значний розмах температур, які при визначених умовах швидкості вітру дають однаковий бал жорсткості погодних умов. Осокін І. М.

конкретизував формулу визначення індексу суворості зими Бодмана, ввівши додаткові змінні, що описують вплив відносної вологості, добових коливань температури повітря та абсолютної висоти місцевості. Однак, запропонована методика не знайшла широкого застосування в біокліматичній практиці. Кобишева Н. В. у [12] зазначає, що показник жорсткості погоди І. М. Осокіна не завжди адекватно відображає суворість погодних умов в різних кліматичних зонах, тому більшість науковців для оцінки теплових навантажень у холодний період року застосовують індекс суворості Бодмана в початковому вигляді

$$S = (1 - 0,04 * t) * (1 + 0,272 * v), \quad (1)$$

де  $S$  – індекс суворості Бодмана,  $t$  – добові значення температури повітря, °С;  $v$  – середня за добу швидкість вітру, м/с.

Індекс Бодмана виражений в балах. Згідно зі шкалою жорсткості погодних умов Бодмана зима при  $S < 1$  не сувора, м'яка;  $S = 1-2$  – мало сувора;  $S = 2-3$  – помірно сувора;  $S = 3-4$  – сувора;  $S = 4-5$  – дуже сувора;  $S = 5-6$  – жорстко сувора;  $S > 6$  – надзвичайно сувора.

В зарубіжній практиці найчастіше використовують вітрово-холодовий індекс Сайпла та Пассела. Він дозволяє оцінити охолодження організму, внаслідок дії вітру і низьких температур у тіні, не зважаючи на випарування. Швидкість охолодження визначається, враховуючи середньозважену температуру шкіри людини – 33 °С [13]. Емпірична формула розрахунку індексу ( $K_0$ ), має наступний вигляд

$$K_0 = (\sqrt{v * 100} + 10,45 - v)(33 - T_a), \quad (2)$$

де  $K_0$  – вітрово-холодовий індекс, ккал/(м<sup>2</sup>·год);  $v$  – швидкість вітру, м/с;  $T_a$  – температура повітря, °С.

Оцінка дискомфорту проводиться відповідно до шкали величини тепловтрат (ккал/(м<sup>2</sup>·год)): 600-800 – прохолодно, 800-1000 – холодно, 1000-1200 – дуже холодно, 1200-2500 – жорстко холодно, > 2500 – надзвичайно холодно.

В роботі проведено порівняльну оцінку дискомфорту зимового періоду за індексами суворості зими Бодмана і вітрово-охолодження Сайпла та Пассела. Встановлено просторово-часові особливості цих показників та їх складових. Для цього використовувались добові дані мережі гідрометеорологічних спостережень України (187 пунктів) за температурою повітря

та швидкістю вітру в 1981 – 2010 рр.

Статистична характеристика зміни в часі показників здійснювалася за допомогою аналізу часових рядів: визначалася форма та напрям тренду часового ряду за допомогою регресійного аналізу та оцінювалася його статистична значущість ( $p$ ). Для позначення оціночної ймовірності зміни метеорологічної величини чи показника використовували терміни, рекомендовані МГЕЗК [2].

## 5. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

За висновками експертів зміна кліматичної системи, яка спостерігається в світі протягом останніх десятиліть, відмічається і в Україні. У другій половині ХХ – на початку ХХІ ст. відбулись зміни в термічному режимі, режимах зволоження і вітру, кількості та інтенсивності стихійних та небезпечних явищ погоди. Причому найбільші зміни відносно кліматичної норми зареєстровано протягом останніх двох десятиріч [14].

**Аналіз термічного режиму.** У сучасний кліматичний період (1981-2010 рр.) поле середньої за зиму температури повітря в Україні зберігає зональний характер розподілу ізотерм, ускладнений впливом гірських систем Карпат та Криму (рис. 1)

Протягом зими на всій материковій частині країни відмічаються від'ємні значення середньої приземної температури повітря, на півострівній частині –0 °С та вище. Значення температур поступово збільшуються з півночі на південь від -5 °С до +3 °С. В передгірних районах Передкарпаття та Закарпаття спостерігається закономірне підвищення значень температур, зумовлене фізико-географічними умовами.

Аналіз міжрічної мінливості середньої температури повітря в Україні у зимовий період показав, що з початку ХХІ ст. на всій території країни, спостерігається її підвищення в середньому на 0,4 °С за 10 років. Однак, особливістю цього процесу є територіальна неоднорідність потепління. Найбільш швидко значення температури зростає в західному регіоні, в той час як температурний режим східних областей змінюється менш інтенсивно. Тобто, в полі розподілу змін температури простежується меридіональна складова (рис. 2).

Оцінка статистичної значущості цих змін показала, що майже у всіх адміністративних областях України зміни практично так само ймовірні, як і ні ( $0,34 > p \geq 0,67$ ), винятком є

Закарпатська область, де їх ймовірність зростає до 90 % та Луганська і Запорізька області, в яких підвищення температури є малоймовірним (рис. 2).

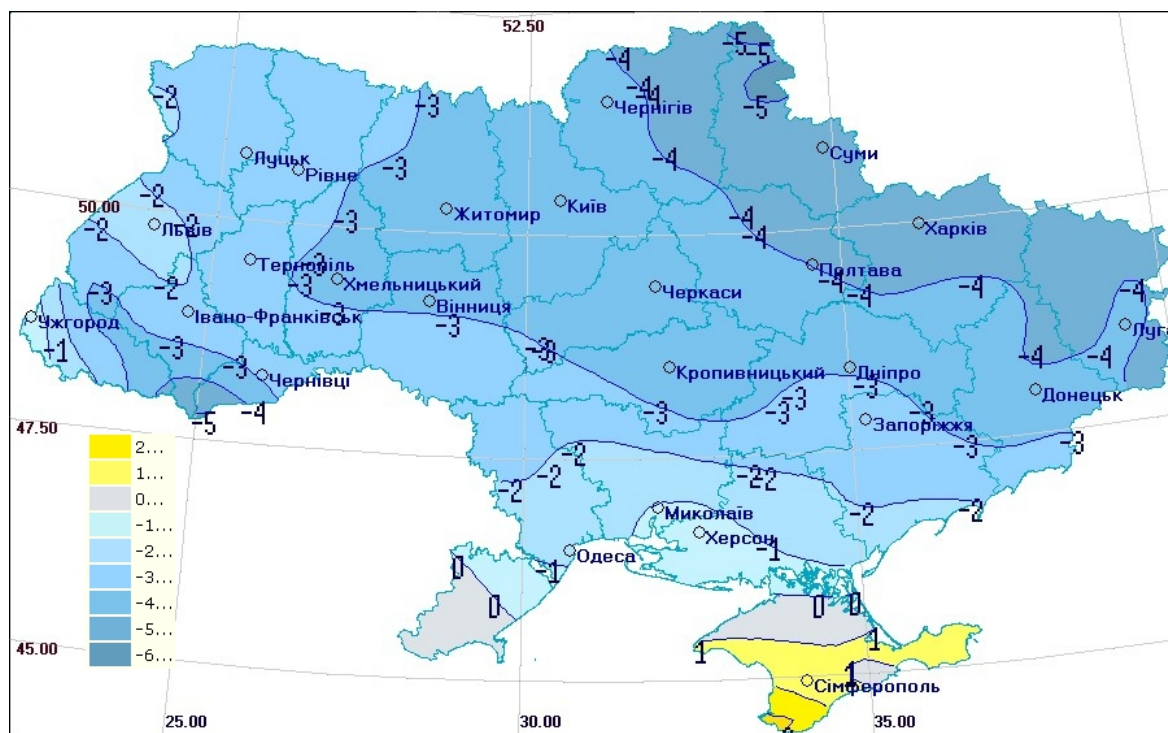


Рис. 1 – Просторовий розподіл середньої за зиму температури повітря в сучасний кліматичний період (1981-2010 рр.)

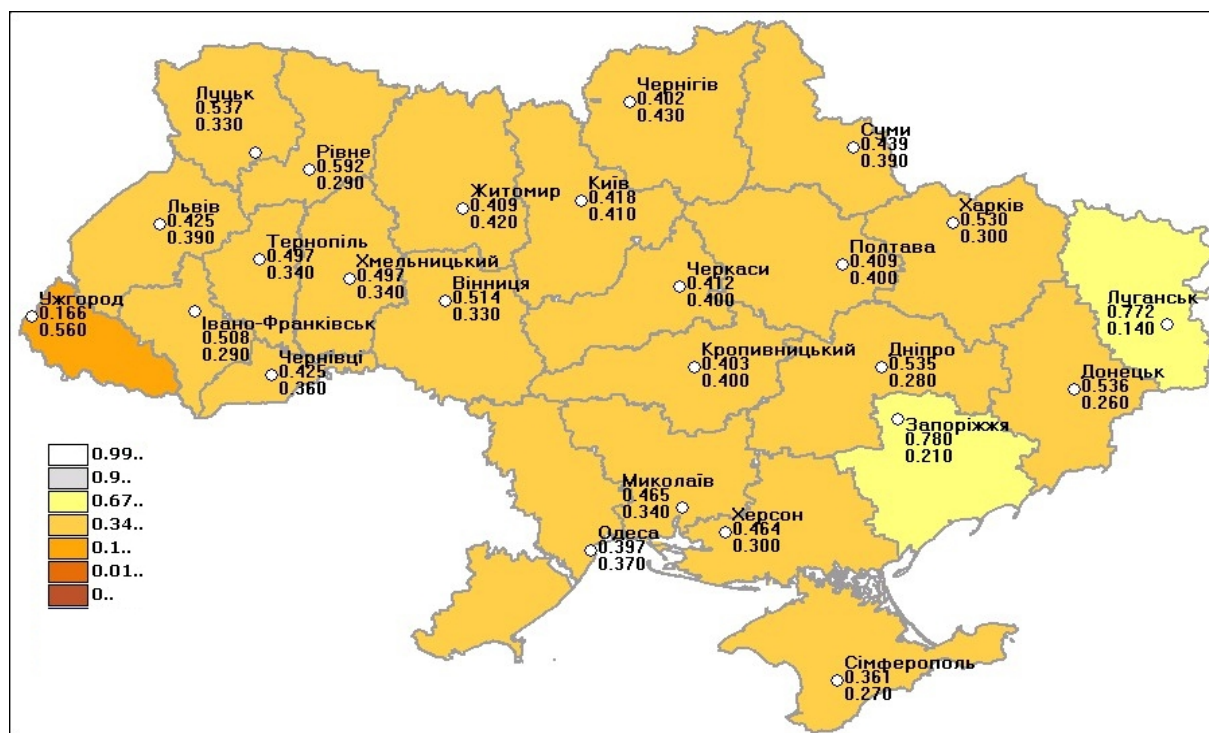


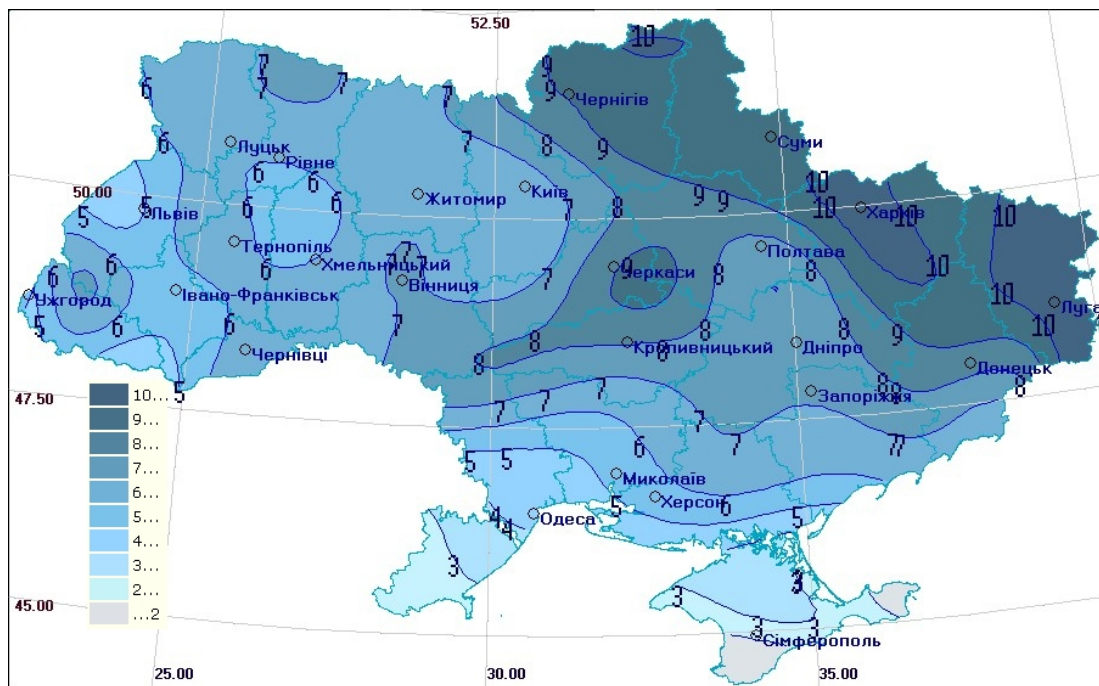
Рис. 2 – Швидкість та ймовірність зміни середньої температури повітря зимового сезону в 1981-2010 рр. (в чисельнику - статистична ймовірність (p), в знаменнику – швидкість зміни величини (λ, °C/ 10 років)

Зниження температури повітря до  $-20^{\circ}\text{C}$  і нижче є небезпечним для людини. Тривале утримання такої температури не лише є дискомфортним для людини, це суттєво обмежує тривалість її безпечно перебування на відкритому повітрі і підвищує ризик обмороження відкритих ділянок шкіри. В середньому по Україні такі умови формуються лише 3 дні за сезон, однак на сході країни їх

повторюваність значно вища і становить 5-7 днів. Зазвичай погодні умови із сильним морозом ( $T_{\min} < -20^{\circ}\text{C}$ ) зберігаються протягом декількох днів. Але в аномально холодні зими вони можуть утримуватись впродовж 10 днів поспіль в центральних, північних та східних областях (рис. 3).



а)

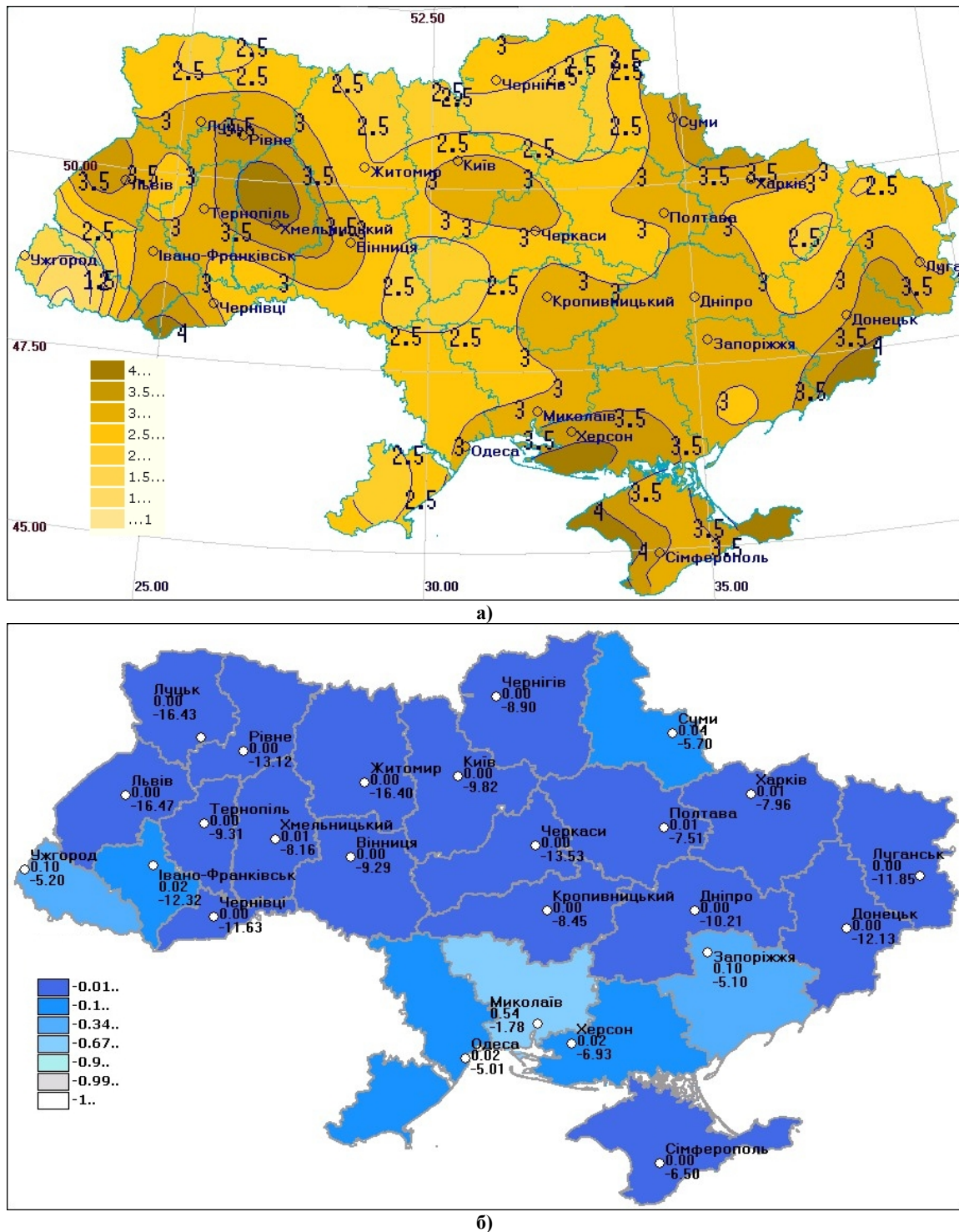


б)

Рис. 3 – Середнє багаторічне значення кількості днів із сильним морозом ( $T_{\min} < -20^{\circ}\text{C}$ )(а) і максимальна тривалість періоду з такими умовами у 1981-2010 рр. (б).

**Аналіз режиму вітру.** На території України середня швидкість вітру в зимовий період не перевищує 5 м/с (рис. 4а). На рівнинній території вона становить 2,5-3 м/с. Зонами підвищеної вітрової активності є Кримські гори і прибережні території Чорного та Азовського морів. У південних районах відмічаються найбільші баричні градієнти, які виникають в наслідок

взаємодії Чорноморської депресії та області підвищеного тиску, розташованої над північними районами, що призводить до виникнення підвищеної енергії переносу повітряних мас. Значна швидкість вітру на узбережжях Чорного та Азовського морів пов'язана також з наявністю великих водойм і бризової циркуляції. [15].



**Рис. 4** – Середнє багаторічне значення середньої швидкості вітру(а) і швидкість та ймовірність її зміни в 1981-2010 рр. (в чисельнику - статистична ймовірність, в знаменнику – швидкість зміни величини у % за 10 років ) (б).

Середня швидкість вітру в зимовий сезон протягом останніх 30 років зменшується на всій території України в середньому на 10 % за 10 років. Найбільші зміни спостерігаються в Львівській, Волинській та Житомирській областях (16 % за 10 років) і практично не викликають сумнівів (рис. 4б). У Закарпатській області та південному регіоні країни темпи зниження швидкості вітру втричі нижчі і становлять 1-6 % за 10 років. Ймовірність цих змін – 66-99 %

З вітровим режимом пов'язано вплив повітряного потоку на організм людини на рівні її зросту. У зв'язку з цією умовою вітер поділяють за такими градаціями: аеростатичний – штиль, швидкість вітру дорівнює 0 м/с; слабодинамічний – тихий вітер зі швидкістю 0-1 м/с; середньодинамічний – легкий вітер швидкістю 1-4 м/с; сильнодинамічний – вітер більше 4 м/с. В окрему градацію виділяють вітер швидкістю 7-8 м/с і вище, оскільки за таких умов рекреаційні заходи проводити не рекомендується [16].

Осереднені значення кількості днів з відповідною швидкістю вітру згідно наведених градацій представлені у таблиці 1.

Таблиця 1–Середня кількість днів з різною швидкістю вітру в зимовий період (1981-2010 рр.).

Регіон	Швидкість вітру, м/с				
	0	0-1	1-4	4-7	≥7
Східний	1	9	56	21	5
Західний	2	18	49	16	5
Північний	0.5	9	62	16	2
Південний	0.2	6	57	20	7
Центральний	1	10	58	18	3
<b>Україна</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>56</b>	<b>18</b>	<b>5</b>

У зимовий сезон в Україні та її регіонах найбільшу повторюваність (56 днів або 62 %) має легкий вітер зі швидкістю 1-4 м/с. Значно рідше відмічається сильнодинамічний вітер, його повторюваність втричі менша і становить 20 %. А аеростатичні або штильові умови відмічаються вкрай рідко – лише 1 день на сезон, слабодинамічні – 11 днів. Не рекомендовані для рекреаційної діяльності умови спостерігаються найчастіше у південному регіоні країни – 7 днів за сезон.

**Аналіз індексів холодового стресу.** Зміни термічного режиму та режиму вітру в зимовий період в Україні протягом 1981-2010 рр., зумовили зменшення тривалості холодного періоду, зменшення кількості днів з сильними

морозами і, відповідно, зменшення холодового стресу.

Аналіз індексу суворості погоди Бодмана показав, що у зимовий період українці відчувають незначний дискомфорт. На більшості території країни середні багаторічні значення індексу не перевищують 2 бали, що відповідає комфортним умовам з мало суворою зимою (рис. 5). На решті території зими є помірно суворими. Найбільш дискомфортними є зими в районі Покутсько-Буковинських Карпат, на північних схилах Подільської височини, західних схилах Середньоруської височини та південних схилах Донецької височини.

Проведений аналіз міжрічної мінливості величини індексу  $S$  показав, що протягом 1981–2010 років на всій території України спостерігається її зменшення, однак швидкість і достовірність цих змін неоднакова і має суттєві регіональні особливості. Найбільша швидкість зміни індексу Бодмана протягом цього періоду відмічається у Житомирській області ( $\lambda = -0,17$  бали/10 років), а найменша – у Миколаївській ( $\lambda = -0,05$  бали/10 років). Значна швидкість зміни показника характерна також для Івано-Франківської, Львівської, Донецької, Вінницької, Черкаської, Луганської та Рівненської областей (рис. 6). Ці зміни практично не викликають сумнівів у західному регіоні України, окрім Закарпатської області, в Житомирській, Київській, Чернігівській, Вінницькій, Черкаській, АР Криму, а також Луганській та Донецькій областях. Ймовірно зменшується суворість зими в Запорізькій, Одеській та Миколаївській областях. На решті території ці зміни є дуже ймовірним.

Отже, в останні 30 років спостерігається тенденція до зменшення холодового дискомфорту на всій території країни. Практично відбулось зниження значення індексу суворості погоди Бодмана на 1 бал, що рівносильне переходу в іншу категорію суворості зими. Так, на початку ХХІ століття зима в Україні із категорії «помірно суворя» перейшла в категорію «мало суворя».

Величина індексу  $S$  зменшується з року в рік, проте для цих змін характерна періодичність. Найбільш суворими за останні 30 років були зими 1985, 1987, 1993, 1996, 2003, 2010 років

Для уточнення величини періодичності проведено спектральний аналіз індексу Бодмана. Встановлено, що в Україні для суворих зим характерна періодичність 4-6, 7-9 років.



Аналіз індексу вітрового охолодження Сайпла та Пассела показав, що взимку в Україні переважно холодні погодні умови спостерігаються, коли величина тепловтрат коливається в діапазоні 800-1000 ккал/(м<sup>2</sup>·год).

Просторовий розподіл значень індексу *K*

практично повторює поле середніх значень індексу суворості зими Бодмана (рис. 7). Найвищі значення – на крайньому північному сході країни, в осередку холоду на східному схилі Подільської височини та високогірних районах Карпат.

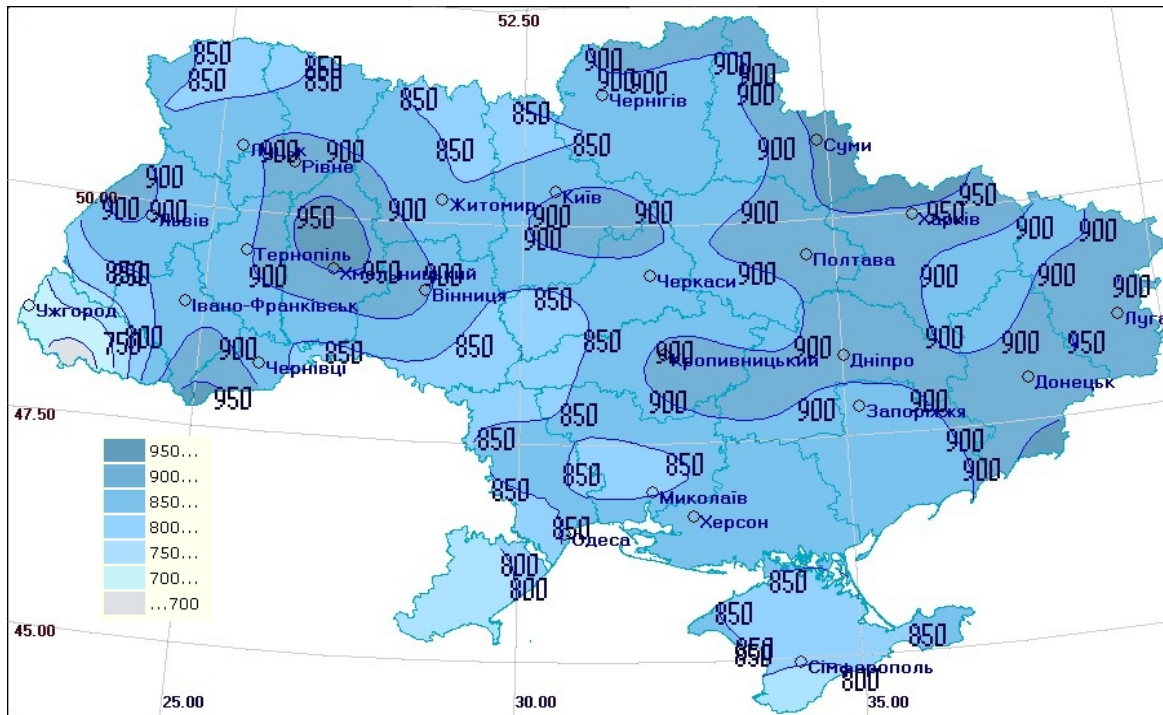


Рис. 7 – Середнє багаторічне значення індексу вітрового охолодження Сайпла та Пассела (1981 - 2010 рр.).

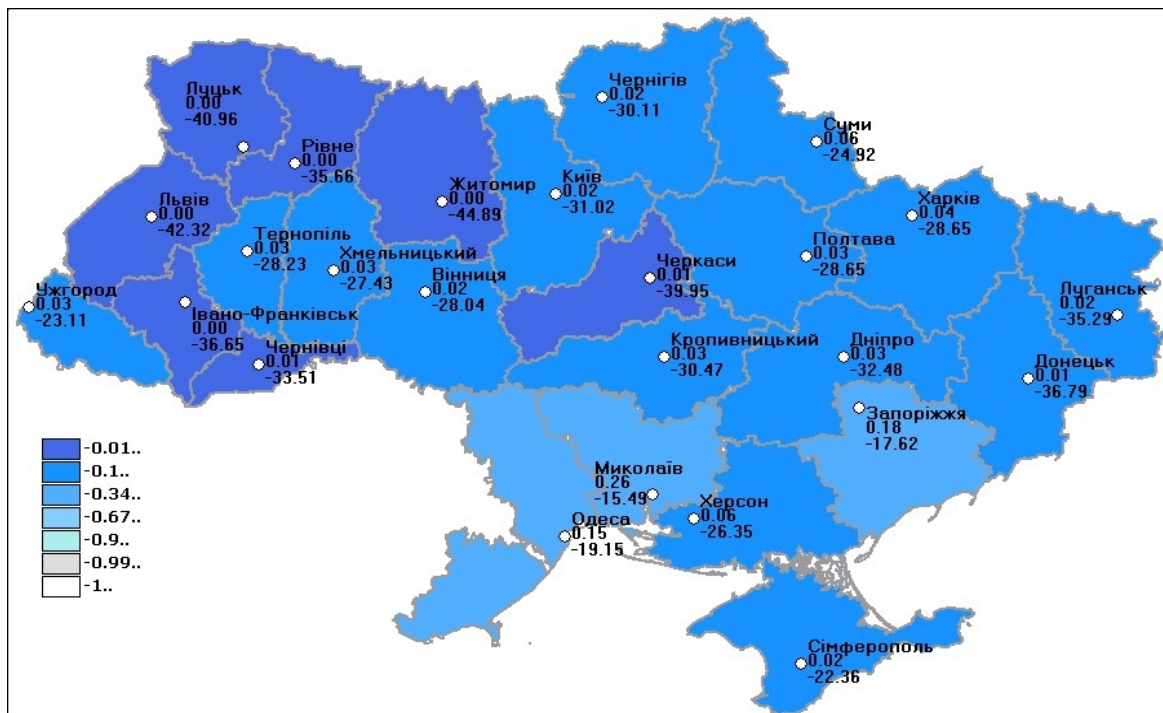


Рис. 8 – Ймовірність зміни величини індексу вітрового охолодження Сайпла та Пассела (в чисельнику - статистична ймовірність, в знаменнику – швидкість зміни величини за 10 років).



Аналіз міжрічної мінливості індексу вітрового охолодження Сайпла та Пассела також підтвердив тенденцію до зменшення холодового дискомфорту в межах усієї території країни (рис. 8).

Найбільш інтенсивні зміни відмічаються в північно-західній частині України, а саме Житомирській, Львівській та Волинській областях, де вони становлять 45, 42, 41 ккал/(м<sup>2</sup>год)/10 років відповідно і практично не викликають сумнівів. Проте, на більшості території України темпи змін менші – в середньому 35-30 ккал/(м<sup>2</sup>·год)/10 років і їх достовірність складає 90-99 %. А в південних областях країни інтенсивність змін знижується вдвічі у порівнянні з максимальними значеннями та становить лише 20-15 ккал/(м<sup>2</sup>год)/10 років, ймовірність змін у вказаному регіоні – 60-90 %.

Результати, отримані для індексу суворості зими Бодмана та вітрово-холодового індексу Сайпла та Пассела добре узгоджуються між собою і свідчать, що в Україні для зимового періоду характерний незначний холодовий стрес, який протягом останніх десятиліть зменшився.

## 6. ВИСНОВКИ

В Україні, як і в світі, останні десятиріччя характеризуються помітними кліматичними змінами. В зимовий сезон вони проявляються не лише у зміні термічного режиму, але й показників вітрового режиму, що зумовлює суттєве пом'якшення погодних умов. З початку ХХІ ст. в Україні спостерігається тенденція до зменшення холодового дискомфорту, яка виявилась у зменшенні величини індексів суворості зими Бодмана та вітрово-охолодження Сайпла та Пассела. На більшості території України достовірність таких змін для обох індексів складає 90 - 99 %. Відбувся перехід значень індексу суворості з категорії «помірно сувора зима» в категорію «мало сувора зима».

**Перспективи подальших досліджень** у цьому напрямку полягають у комплексному аналізі біоклімату України в усі кліматичні сезони; виявленні вразливих територій, де спостерігаються екстремальний та високий тепловий чи холодовий стрес; на основі

модельних даних визначенні можливих змін площі та локалізації вразливих ділянок; розробці рекомендацій щодо зниження накопиченого негативного впливу погоди та клімату на здоров'я та самопочуття людини.

Необхідно також виявити механізми, що впливають на зміну біоклімату. При цьому, насамперед, потрібно дослідити зміну атмосферної циркуляції, уточнити роль блокування у цьому процесі.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kalkstein L. S. Biometeorology – Looking at the Links Between Weather, Climate and Health. *World Meteorological Organization. Bulletin* 2. 2001, vol. 50, pp. 1–6.
2. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5: Approved Summary for Policymakers*. URL: <http://www.climate2013.org/spm>.
3. Sari Kovats, Kristie L. Ebi, Bettina Menne (Eds). *Methods for assessment of human health and public health adaptation to climate change*. URL: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0010/91099/E81923R.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/91099/E81923R.pdf).
4. Ревич Б. А., Малеев В. В. Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуации и прогнозные оценки. Москва: ЛЕНАНД, 2011. 208 с.
5. Kalkstein L. S., Davis R. S. Weather and human mortality: An evaluation of demographic and interregional responses in the United States. *Annals of association of American geographers*, 1989, vol. 79, no. 1, pp. 44–64.
6. Franziska Matthies, Graham Bickler, Neus Cardenosa Marin, Simon Hales (Eds). *Action plans for protecting public health from the effects of heat waves*. URL: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0003/147873/E91347R.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/147873/E91347R.pdf).
7. Шестое национальное сообщение Украины по вопросам изменения климата подготовленное на выполнение статей 4 и 12 Рамочной конвенции ООН об изменении климата и статьи 7 Киотского протокола. Киев, 2012. 342 с. URL: [http://unfccc.int/files/national\\_reports](http://unfccc.int/files/national_reports).
8. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. д-ра фіз-мат. наук, проф. С. М. Степаненка, д-ра геогр. наук, проф. А. М. Польового. Одеса: Екологія, 2011. 696 с.
9. 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. «ТЕС», 2015. 520 с.
10. Арнольди И. А. Аклиматизация человека на севере и юге. Москва: Медгиз, 1962. 71 с.
11. Назарова И. В. Опыт вычисления на счетно-аналитических машинах "суворости" погоды по формуле Бодмана // Труды НИИ аэроклиматологии. Москва: Гидрометеоздат, 1959. Вып. 8. С. 3–25.
12. Руководство по специализированному

- климатологічному обслуговуванню економіки / Н. В. Кобышева и др.; за ред. д-ра геогр. наук, проф. Н. В. Кобышевой. СПб., 2008. 336 с.
13. 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.
  14. Балабух В. О., Лавриненко О. М., Малицька Л. В. Особливості термічного режиму 2013 року в Україні // Укр. гідрометеорол. ж. 2014. № 14. <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/category/2014-uk/14-uk/>
  15. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К.: Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.
  16. Исаев А. А. Экологическая климатология. Москва: Науч. мир, 2001. 458 с.
  17. Гончарова Л. Д., Решетченко С. І. Вплив північної атлантики на температуру повітря, опади, приземний тиск на лівобережній Україні // Укр. гідрометеорол. ж. 2010. № 7. <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/category/2010-uk/07-uk/>
- REFERENCES**
1. Kalkstein L. S. Biometeorology – Looking at the Links Between Weather, Climate and Health. *World Meteorological Organization. Bulletin* 2. 2001, vol. 50, pp. 1–6.
  2. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5: Approved Summary for Policymakers*. URL: <http://www.climate2013.org/spm>.
  3. Sari Kovats, Kristie L. Ebi, Bettina Menne (Eds). *Methods for assessment of human health and public health adaptation to climate change*. URL: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0010/91099/E81923R.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/91099/E81923R.pdf).
  4. Revich B. A., Maleev V. V. *Izmeneniya klimata i zdorov'e naseleniya Rossii: analiz situatsii i prognozyne otsenki* [Climate change and the health of the Russian population: analysis of the situation and forecast estimates]. Moscow: LENAND, 2011. 208 p.
  5. Kalkstein L. S., Davis R. S. Weather and human mortality: An evaluation of demographic and interregional responses in the United States. *Annals of association of American geographers*, 1989, vol. 79, no. 1, pp. 44–64.
  6. Franziska Matthies, Graham Bickler, Neus Cardenosa Marin, Simon Hales (Eds). *Action plans for protecting public health from the effects of heat waves*. URL: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0003/147873/E91347R.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/147873/E91347R.pdf).
  7. *Ukraine's Sixth National Communication on Climate Change prepared for execution of articles 4 and 12 of the UN Framework Convention on Climate Change and Article 7 of the Kyoto Protocol*. Kiev, 2012. 342 p. (In Russian). [http://unfccc.int/files/national\\_reports](http://unfccc.int/files/national_reports).
  8. Stepanenko S. M., Pol'ovyy A. M. (Eds.) *Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy* [The assessment of impact of climate change on the Ukraine industry]. Odessa: Ecology Publ., 2011. 696 p.
  9. Stepanenko S. M., Pol'ovyy A. M. (Eds.) *Klimatychni zminy ta ikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy* [Climate change and its impact on sectors of the Ukraine economy]. Odessa: TES Publ., 2015. 520 p.
  10. Arnol'di I. A. *Akklimatizatsiya cheloveka na severe i yuge* [Man's acclimatization in the north and south]. Moscow: Medgiz, 1962. 71 p.
  11. Nazarova I. V. Experience of computing "severe" weather on tabulating machinery by Bodman's formula. *Trudy NII aeroklimatologii* [Proc. SRI of aeroclimatology]. Moscow: Gidrometeoizdat, 1959, issue 8, pp. 3–25.
  12. Kobysheva N. V., Stadnik V. V., Klyueva M. V. (Eds.) *Rukovodstvo po spetsializirovannomu klimatologicheskomu obsluzhivaniyu ekonomiki* [Manual of specialized climatological services for economy]. Saint Petersburg, 2008. 336 p.
  13. 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.
  14. Balabukh V. O., Lavrynenko O. M., Malyska L. V. *Ukr. gidrometeorol. ž. - Ukr. hydrometeor. j.*, 2014, no. 14. <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/category/2014-uk/14-uk/> (In Ukrainian).
  15. Lipins'kiy V. M., Dyachuk V. A., Babichenko V. M. (Eds.) *Klimat Ukrainy* [Climate of Ukraine]. Kyiv: Rayevs'kyi Publ., 2003. 343 p.
  16. Isaev A. A. *Ekologicheskaya klimatologiya* [Ecological climatology]. Moscow: Nauch. mir, 2001. 458 p.
  17. Honcharova L. D., Reshetchenko S. I. *Ukr. Gidrometeorol. ž. - Ukr. hydrometeor. j.*, 2010, no. 7, <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/category/2010-uk/07-uk/> (In Ukrainian).

## DISCOMFORT OF WEATHER CONDITIONS DURING WINTER PERIOD IN UKRAINE

L. V. Malyska, JRF

Ukrainian Hydrometeorological Institute,  
Nauki Ave., 37, 03028, Kyiv, Ukraine, m\_alitsk\_a@i.ua

At the end of the XX century and at the beginning of the XXI century climate change was one of the major problems of international community. Today the problem is still relevant. This is due

to a significant change of living conditions of population, especially due to thermal regime change which serves as the main factor directly determining comfort of weather and heat balance of a human body.

In winter period weather comfort depends on the combination of low temperature and high wind speed. It enhances a negative impact on human beings and indicates winter severity in general. This article describes discomfort of weather conditions during winter season in Ukraine. Basic characteristics of thermal regime and wind regime reflecting general features of discomfort during this season are discussed. Estimate of discomfort also includes calculation of comfort indexes – special mathematical formulas that formalize the influence of main meteorological parameters on a human body.

Since the beginning of the XXI century there is a tendency to reduction of cold discomfort in Ukraine. Such reduction is associated with reduction of the Bodman index values. The Siple and Passel index (atmosphere cooling capacity) has the same tendency. In most regions of Ukraine the reality of such changes for both indexes constitutes 90–99 %.

**Keywords:** regional bioclimate changes, weather discomfort, cold stress.

## ДИСКОМФОРТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА В УКРАИНЕ

Л. В. Малицкая, мл. науч. сотр.

*Украинский гидрометеорологический институт,  
пр. Науки, 37, 03028, Киев, Украина, m\_alitsk\_a@i.ua*

Проведена оценка дискомфорта погоды в Украине в зимний период. Приведены основные характеристики термического режима и режима ветра, отражающие общие черты дискомфорта в этом сезоне, их изменение в 1981-2010 гг. Определена величина термической нагрузки на организм человека, ее изменчивость и региональные особенности. Оценена статистическая значимость, достоверность и часть неопределенности выявленных изменений.

**Ключевые слова:** региональные изменения биоклимата, дискомфортность погоды, холодовой стресс.

*Дата першого подання: 27. 12. 2016*

*Дата надходження остаточної версії: 27. 03. 2017*

*Дата публікації статті : 26. 10. 2017*