

УДК 551.5

Г. П. КАТЕРУША¹, канд. геогр. наук, доц., Т. А. САФРАНОВ¹, д-р. геол.-мін. наук, проф.,
О. В. КАТЕРУША¹

¹Одеський державний екологічний університет,

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

e-mail: katerusha17@ukr.net

safranov@ukr.net <http://orcid.org/0000-0003-0928-5121>

МОЖЛИВІ ЗМІНИ БІОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЗИМОВОГО ПЕРІОДУ В УКРАЇНІ

Мета. Оцінка біокліматичних умов холодної пори року на основі показників жорсткості погоди та аналіз їх динаміки на території України. **Методи.** Оцінка можливих значень деяких індексів холодового стресу та їх змін у різних регіонах країни ґрунтується на двох сюжетних лініях А1В і А2. **Результати.** Розглянуто можливі наслідки змін клімату для здоров'я людей у зимову пору року на території України. На основі показника Бодмана та вітро-холодового індексу Сайпла-Пассела надано прогностичні показники дискомфорності клімату за три періоди: 1986-2005 рр., 2011-2030 рр. і 2031-2050 рр.. За обома сценаріями середні за досліджувані періоди значення показника Бодмана на переважній частині території України знаходяться у межах 2-3 бали, а це свідчить про те, що в окремі зимові місяці і в середньому за зиму будуть домінувати умови помірно суворі; проте, у західних і південних регіонах – мало суворі. Згідно обох сюжетних ліній у грудні-січні протягом першого і другого періодів у деяких регіонах країни можливий навіть високий ризик переохолодження і обмороження відкритих ділянок шкіри за 5-10 хвилин. Найсуворіші умови очікуються у січні-лютому в Сумах (А1В) і Луганську (А2), найменш суворі – у Кропивницькому (А1В) і Тернополі (А2). Проведено аналіз тенденції зміни умов переохолодження і обмороження у зимовий сезон у різних районах країни. **Висновки.** У всі зимові місяці переважає тенденція на зниження індексу Бодмана по всій території країни. Більш жорсткими у першому і третьому періодах є погодні умови лютого, у другому – січня-лютого (сценарій А1В), за іншим сценарієм за весь досліджуваний час – січня. У грудні всіх часових проміжків, які розглядались, погодні зимові умови найкомфортніші за обома сценаріями. Але найчастіше у зимові місяці переважає повторюваність значень вітро-холодового індексу Сайпла-Пассела в межах 0 ÷ -9 °С, тобто буде спостерігатись невеликий ризик обмороження, деякий дискомфорт. Отже, взимку очікувані сполучення низької температури повітря і вітру в окремі дні в майбутньому можуть призвести до обморожень різного ступеня, впливатимуть на поширення інфекційних епідемій та «холодових» захворювань.

Ключові слова: зміни клімату, сюжетні лінії, біокліматичні показники, жорсткість погоди

Katerusha G.P., Safranov T.A., Katerusha O.V.

Odessa State Environmental University, Odessa

POSSIBLE CHANGES OF BIOCLIMATIC CONDITIONS OF WINTER PERIOD IN UKRAINE

Purpose. Assessment of bioclimatic conditions of cold season on the basis of weather severeness indices and analysis of their dynamics on the territory of Ukraine. **Methods.** Estimation of possible values of some cold stress indices and their changes in different regions of the country is based on two scenarios A1B and A2. **Results.** Possible consequences of climate change on human health in Ukraine are considered. On the base of Bodman index and wind chill factor of Siple-Passel, there are given forecast parameters of uncomfortable climate within three periods: 1986-2005, 2011-2030 and 2031-2050 years. According to both scenarios, mean values of Bodman index during the given periods on the major part of Ukraine reach to 2-3 points and this means that during certain winter months and whole winter moderate severe conditions will prevail, though in western and southern areas will dominate slightly severe ones. According to both scenarios, during December-January within first and second periods in some areas of the country even high risk of hypothermia is possible, as well as frostbite of open parts of the skin in 5-10 minutes can occur. The most severe conditions are expected in January-February in Sumy (A1B) and Lugansk (A2), the least severe – in Kropyvnytsky (A1B) and Ternopil (A2). The trend of hypothermia and frostbite conditions change during the winter season in different regions of the country has been analyzed. **Conclusions.** The trend of decrease of Bodman index prevails on the whole territory of the country during all winter months. Weather conditions in February are the harshest in first and third periods and weather conditions in January-February are the most severe in the second period (A1B), according to another scenario for the whole researched time the harshest conditions are observed in January. In all analyzed time periods, in December winter weather conditions were the most comfortable according to both scenarios. But mostly repeatability of wind chill factor of Siple-Passel prevailed in the interval of 0 ÷ -9 °C, thus a slight risk of frostbite, some discomfort will be observed. So, in winter expected compounds of low air temperature and wind in certain days in future might cause frostbite of different levels, they will influence on spreading of infections epidemics and «cold» diseases.

Keywords: climate changes, scenarios, bioclimatic indices, weather severeness

Катеруша Г.П., Сафранов Т.А., Катеруша Е.В.

Одеський державний екологічний університет

ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА В УКРАИНЕ

Цель. Оценка биоклиматических условий холодного времени года на основе показателей жестокости погоды и анализ их динамики на территории Украины. **Методы.** Оценка возможных значений некоторых индексов холодового стресса и их изменений в разных регионах страны базируется на двух сюжетных линиях А1В і А2. **Результаты.** Рассмотрены возможные последствия изменений климата для здоровья людей в зимнее время на территории Украины. На основе показателя Бодмана и ветро-холодового индекса Сайпла-Пассела представлены прогностические показатели дискомфорта климата за три периода: 1986-2005 гг., 2011-2030 гг. і 2031-2050 гг. Согласно обоим сценариям, средние за исследуемые периоды значения показателя Бодмана на большей части территории Украины находятся в интервале 2-3 балла, а это свидетельствует о том, что в отдельные зимние месяцы и в среднем за зиму будут доминировать условия умеренно суровые; однако, в западных и южных регионах – мало суровые. Согласно обеих сюжетных линий в декабре-январе в течение первого и второго периодов в некоторых регионах страны возможен даже высокий риск переохлаждения и обморожения открытых участков кожи за 5-10 минут. Самые суровые условия ожидаются в январе-феврале в Сумах (А1В) и Луганске (А2), наименее суровые – в Кропивницке (А1В) и Тернополе (А2). Проведен анализ тенденции изменения условий переохлаждения и обморожения в зимний сезон в разных районах страны. **Выводы.** Во все зимние месяцы преобладает тенденция на снижение индекса Бодмана по всей территории страны. Более жесткими в первом и третьем периодах являются погодные условия февраля, во втором – января-февраля (сценарий А1В), по другому сценарию за всё исследуемое время – января. В декабре всех рассматриваемых временных промежутков погодные зимние условия самые комфортные (А1В и А2). Но чаще всего в зимние месяцы преобладает повторяемость значений ветро-холодового индекса Сайпла-Пассела в интервале $0 \div -9$ °С, то есть будет наблюдаться небольшой риск обморожения, некоторый дискомфорт. Таким образом, зимой ожидаемое сочетание низкой температуры воздуха и ветра в отдельные дни в будущем могут привести к обморожению разной степени, будут влиять на распространение инфекционных эпидемий и «холодовых» заболеваний.

Ключевые слова: изменения климата, сюжетные линии, биоклиматические показатели, жестокость погоды

Вступ

Проблема регіональних змін клімату стала сьогодні як ніколи актуальною через триваюче зростання концентрації CO₂ та інших парникових газів в атмосфері. Факт глобального потепління наразі не викликає сумнівів і є доведеним. Наслідком його є зниження вираженості екстремальних холодів, але вони й надалі будуть продовжувати впливати на значну частину Європейського регіону, особливо у північних широтах [1]. На фоні глобального потепління, яке відбувається, фіксувались іноді екстремально низькі температури. Так, наприклад, у лютому 2011 року на сході та північному сході Європи (Україна, Білорусь, країни Балтії, Швеція, Фінляндія, Польща, Словаччина, Угорщина, Словенія, Хорватія, Румунія, Молдова) середня місячна температура була помітно нижчою за норму: аномалії становили -2...-3 °С, а у Фінляндії – -5...-6 °С. Крім того, були зафіксовані рекорди мінімальної добової температури повітря. В Україні вздовж узбережжя Чорного та Азовського морів встановився крижаний припай. Це явище спостерігається не досить часто: в Одесі воно останній раз було зафіксовано 30 років тому. А в цілому по Україні температура лютого на 2 °С була нижчою за норму [2]. Зима 2006 року стала найхолоднішою для України за все перше десятиріччя ХХІ століття. Так січень і грудень у Києві виявились холод-

нішими за норму на 1,9 °С. У деякі дні січня добові екстремуми були перевищені: 20 числа середня добова температура становила -22,7 °С (-22,6 °С 20 січня 1907 року), а добовий максимум склав -20,6 °С (найбільш низьке значення добового максимуму раніше було відмічене у 1942 році і становило -15,7 °С); 21 січня – середня добова температура стала рекордно низькою для цього дня за весь період спостережень -23,8 °С (попереднє значення відмічене 21 січня 1907 року і становило -21,0 °С), найбільш низьке значення максимальної добової температури також було нижче за попереднє історичне значення для цього дня майже на 3 °С і становило -20,3 °С (-17,6 °С 21 січня 1907 року) [3].

Зміни клімату, що відбуваються у світі, являють собою суттєві фактори ризику для здоров'я людей. У більшості європейських країн відмічається надлишкова смертність у зимовий період, рівень якої становить від 5 до 30 % [1]. Екстремально низькі температури можуть впливати на здоров'я людей безпосередньо. Якщо людина знаходиться в умовах низької температури, то у неї посилюється теплопродукція і зменшується діаметр периферичних судин шкіри, що призводить до зниження температури шкіри, у 6-7 разів зменшується теплопровідність шкіри та поверхневих тканин посилюється приплив крові до глибо-

ких тканин і внутрішніх органів. Артеріальний тиск має тенденцію до підвищення (особливо при м'язовому тремтінні). Тривалий вплив відносно низьких температур повітря (або короткочасні впливи особливо низьких температур) викликає значне порушення функціонального стану. У таких умовах часто виникають різні простудні захворювання або загострення хронічних захворювань (м'язів і зв'язково-суглобового апарату; ревматизму; радикуліту тощо). У результаті постійного охолодження організму підвищується частота виникнення простудних та інфекційних захворювань [4, 5, 6].

У роботі [7] виявлено, що найбільш значущим метеорологічним чинником, який спричиняє метеотропну реакцію у вигляді підвищення артеріального тиску, є від'ємна середня добова температура повітря нижче -10°C , а це призводить до пікового зростання частоти викликів швидкої допомоги.

Термічні умови зовнішнього середовища дуже впливають на теплообмін організму

Матеріали та методи дослідження

Метою роботи є оцінка біокліматичних умов холодної пори року на основі показників жорсткості погоди та аналіз їх динаміки на території України. Для її реалізації використовувались, перш за все, середні декадні значення температури повітря і швидкості вітру у січні, лютому та грудні за три досліджувані періоди (1986-2005 рр., 2011-2030 рр., 2031-2050 рр.) на двадцяти двох станціях (для визначення індексу Бодмана). Крім того, використовувались мінімальні за добу значення температури повітря та середні добові значення швидкості вітру за три зимові місяці і за ті ж вказані періоди на шести станціях: Житомир, Суми, Кіровоград, Тернопіль, Полтава, Луганськ (для визначення індексу Сайпла-Пассела), бо саме на цих станціях виявлено найбільш суворі зими на території країни і розташовані вони у різних регіонах країни. Всі вихідні дані є результатом моделювання згідно зі сценаріями А1В і А2. Сюжетна лінія та сценарна родина А1 містить опис майбутнього світу, що характеризується швидким економічним зростанням, глобальним населенням, показники якого досягають пікових значень в середині сторіччя з подальшим зменшенням, а також швидким впровадженням нових та ефективніших технологій. Одна з трьох груп у цій родині, а саме А1В, описує рівновагу між всіма джерелами енергії. У сюжетній лінії А2 надається

людини із зовнішнім середовищем. Чинником, здатним істотно змінити швидкість теплообміну організму, є вітер. Вітер переносить прилеглий до шкіри шар більш теплого повітря і замінює його більш холодним навколишнім повітрям, створює умови для посилення теплообміну зі шкіри шляхом конвекції. Тим самим вітер посилює охолоджувальну силу повітряного середовища. Отже, найбільш суттєвим для здоров'я, самопочуття людини і його життєдіяльності є фактори, які визначають його тепловий стан. Через це важливо врахувати спільний вплив на людину температури і вітру за допомогою біокліматичних індексів. У зимових умовах для планування заходів у різних галузях господарчої діяльності наразі використовують показники жорсткості погоди: Бодмана, Сайпла-Пассела, Хілла, Адаменко і Хайрулліна, Арнольд і ін. [5, 6, 8, 9, 10, 11].

опис дуже неоднорідного світу. Найважливішою темою є самозабезпечення і збереження місцевої самобутності. Показники народжуваності у різних регіонах дуже повільно зближуються, результатом чого стане стале зростання загальної кількості населення. Економічний розвиток матиме головним чином регіональну спрямованість, а економічне зростання у розрахунку на душу населення і технологічні зміни будуть більш фрагментарними і повільними порівняно з іншими сюжетними лініями [10, 12].

Одним з найчастіш використовуваних методів оцінки суворості погоди у зимовий сезон є метод Бодмана [5, 6, 8]. Згідно з ним ступінь суворості (жорсткості) погоди S – біокліматичний індекс Бодмана – визначається за формулою

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

де t – температура повітря,
 v – швидкість вітру.

Якщо $S < 1$ – зима несувора, м'яка, $S = 1-2$ – малосувора, $S = 2-3$ – помірно сувора, $S = 3-4$ – сувора, $S = 4-5$ – дуже сувора, $S = 5-6$ – жорстко сувора, $S > 6$ – вкрай сувора.

Біокліматичні індекси у фізичному відношенні характеризують особливості теплової структури середовища і є непрямим індикатором стану теплового поля, що оточує

людину. Індекс Бодмана належить до температурно-вітрових показників.

У табл. 1 і 2 наведено середні місячні значення індексу Бодмана в окремі місяці зимової пори року 1986-2005 рр. (перший період), 2011-2030 рр. (другий період) і 2030-2050 рр. (третій період) для 22 станцій України за двома сценаріями.

Результати розрахунків показують: середні по періодах значення S знаходяться у межах 2-3 бали на переважній більшості території України, а це свідчить про те, що в окремі зимові місяці і в середньому за зиму переважають умови помірно суворі. Але у крайніх західних районах (Ужгород) індекс Бодмана навіть у січні протягом трьох періодів, які розглядалися, буде меншим за 2 бали, тобто зима тут малосуворі. Подібні зимові умови в окремі періоди можна очікувати і в інших районах країни, особливо на півдні. Слід зазначити, що S визначені за різними сценаріями не дуже відрізняються. Для наочності на рис. 1 представлено середні значення цього індексу у січні для всіх досліджуваних станцій.

Аналіз результатів розрахунків показав, що найвищі S у січні: в окремі роки, наприклад, 2000-ому – максимальне значення його становило 4,51 – у Луганську, а умови для більшості областей країни були суворими і дуже суворими.

У всі зимові місяці переважає тенденція на зниження індексу Бодмана по всій території країни (див. табл. 1 і 2).

Зазначимо, що індекси холодного стресу, до яких належить і індекс Бодмана, слід враховувати при дослідженні поширення інфекційних епідемій і «холодових» захворювань. Коли температура повітря знижується нижче нуля і швидкість вітру велика, то дуже швидко може настати обмороження. Існує ще один спосіб визначення жорсткості погоди, тобто суб'єктивного відчуття людини за одночасної дії на неї морозу і вітру – вітрохолодовий індекс. Розробка перших емпіричних формул його викликана прагненням збройних сил США підготувати своїх солдатів для холодної європейської зими під час Другої світової війни. Звернулись до полярних дослідників Пола Сайпла і Чарльза Пассела, які під час другої антарктичної експедиції Ричарда Берда провели низку експериментів. Вони спостерігали швидкість замерзання води у залежності від температури повітря і швидкості вітру. Температура повітря під час експерименту коливалася від

-56 °C до -9 °C, швидкість вітру від нуля до 12 м/с. Вчені дістали формулу, яка пізніше була перетворена і тепер має такий вигляд

$$WCT = 13,12 + 0,6215t - 11,37v^{0,16} + 0,3965t v^{0,16} \quad (2)$$

де WCT – вітро-холодовий індекс (Wind Chill Temperature Index) (°C), t – температура повітря (°C), v – швидкість вітру (км/год) [10, 11].

Цей індекс використовується з 2001 року і дотепер Національною службою погоди США (National Weather Service, NWS) і Метеорологічною службою Канади [11].

За допомогою вітро-холодового індексу – індексу холодного стресу – можна адекватно оцінити мороз, дати рекомендації, як одягаться людині і як себе вести за певних умов.

За формулою (2) нами розраховано значення вітро-холодового індексу за мінімальної добової температури повітря зимових місяців всіх трьох досліджуваних періодів для шести станцій, розташованих у різних регіонах країни: Житомир, Суми, Кропивницький, Тернопіль, Полтава і Луганськ.

Результати розрахунків наведено у табл. 3 і 4 у вигляді повторюваностей значень вітро-холодового індексу за різними градаціями. З таблиць випливає, що за сценарієм А1В у грудні-січні протягом першого і другого періодів може спостерігатись навіть високий ризик переохолодження і обмороження відкритих ділянок шкіри за 5-10 хвилин на деяких станціях (хоча максимальна ймовірність його 1,9 % у Сумах), бо $WCT = -40 \div -47$ °C. Найсуворіші умови на ст. Суми у січні-лютому у період з 2011 по 2030рр.: у 50% випадків – невеликий ризик обмороження ($WCT = -10 \div -27$ °C), дискомфорт, ризик гіпотермії у випадку тривалого перебування на повітрі без відповідного захисту і 13 % – середній ризик обмороження відкритих ділянок шкіри протягом 10-30 хвилин ($WCT = -28 \div -39$ °C).

У третьому періоді очікується підвищення вітрохолодового індексу і у зимові місяці переважними будуть $WCT = 0 \div -9$ °C, а це означає невеликий ризик обмороження, деякий дискомфорт.

Найменш суворі умови у Кіровограді. І саме тут вітро-холодовий індекс має тенденцію на зниження протягом усього досліджуваного часу. На решті станцій повторюваність значень WCT у межах $-10 \div -47$ °C від першого до другого періоду зростає, а з 2031 по 2050 рр. очікується її зменшення.

Таблиця 1

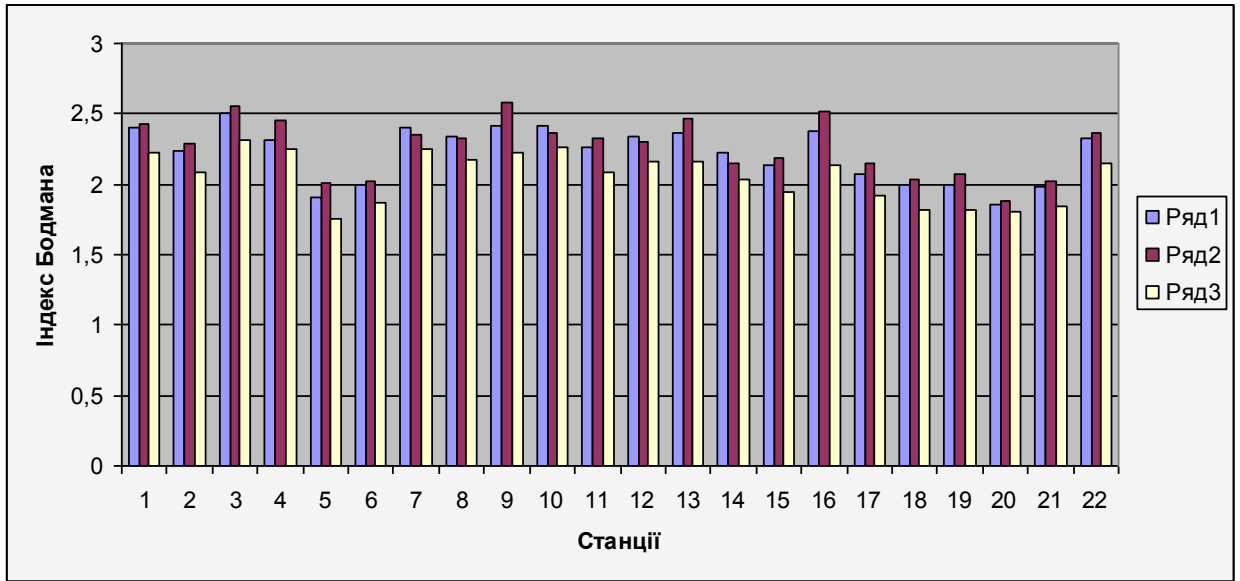
Середні значення індексу Бодмана за перший (I), другий (II) і третій (III) періоди та їх зміна (II-I), (III-II), (III-I) (сценарій А1В)

№ п/п	Назва станції	Січень						Лютий						Грудень					
		I	II	III	II-I	III-II	III-I	I	II	III	II-I	III-II	III-I	I	II	III	II-I	III-II	III-I
1	Житомир	2,40	2,43	2,23	0,03	-0,20	-0,17	2,38	2,42	2,22	0,04	-0,20	-0,16	2,29	2,26	2,25	-0,03	-0,01	-0,04
2	Вінниця	2,24	2,29	2,09	0,05	-0,20	-0,15	2,24	2,27	2,08	0,03	-0,19	-0,16	2,15	2,14	2,11	-0,01	-0,03	-0,04
3	Суми	2,50	2,55	2,31	0,05	-0,24	-0,19	2,49	2,52	2,35	0,03	-0,17	-0,14	2,38	2,32	2,25	-0,06	-0,07	-0,13
4	Кропивницький	2,31	2,45	2,25	0,14	-0,20	-0,06	2,26	2,29	2,11	0,03	-0,18	-0,15	2,24	2,10	2,09	-0,14	-0,01	-0,15
5	Миколаїв	1,91	2,01	1,76	0,10	-0,25	-0,15	2,01	2,04	1,81	0,03	-0,23	-0,20	1,78	1,80	1,71	0,02	-0,09	-0,07
6	Ізмаїл	2,00	2,02	1,87	0,02	-0,15	-0,13	2,05	1,92	1,77	-0,13	-0,15	-0,28	1,96	1,92	1,88	-0,04	-0,04	-0,08
7	Броди	2,40	2,35	2,25	-0,05	-0,10	-0,15	2,38	2,31	2,19	-0,07	-0,12	-0,19	2,30	2,18	2,27	-0,12	0,09	-0,03
8	Сарни	2,34	2,33	2,18	-0,01	-0,15	-0,16	2,34	2,34	2,17	0,00	-0,17	-0,17	2,23	2,17	2,19	-0,06	0,02	-0,04
9	Щорс	2,41	2,58	2,23	0,17	-0,35	-0,18	2,41	2,54	2,26	0,13	-0,28	-0,15	2,28	2,30	2,19	0,02	-0,11	-0,09
10	Тернопіль	2,42	2,37	2,26	-0,05	-0,11	-0,16	2,41	2,35	2,22	-0,06	-0,13	-0,19	2,34	2,22	2,32	-0,12	0,10	-0,02
11	Умань	2,26	2,33	2,09	0,07	-0,24	-0,17	2,24	2,25	2,08	0,01	-0,17	-0,16	2,15	2,15	2,10	0,00	-0,05	-0,05
12	Полтава	2,34	2,30	2,16	-0,04	-0,14	-0,18	2,36	2,31	2,19	-0,05	-0,12	-0,17	2,23	2,12	2,10	-0,11	-0,02	-0,13
13	Харків	2,36	2,47	2,16	0,11	-0,31	-0,20	2,35	2,42	2,20	0,07	-0,22	-0,15	2,25	2,21	2,10	-0,04	-0,11	-0,15
14	Губиниха	2,23	2,15	2,04	-0,08	-0,11	-0,19	2,25	2,15	2,08	-0,10	-0,07	-0,17	2,15	1,96	1,99	-0,19	0,03	-0,16
15	Донецьк	2,13	2,19	1,94	0,06	-0,25	-0,19	2,11	2,15	1,95	0,04	-0,20	-0,16	2,04	1,99	1,88	-0,05	-0,11	-0,16
16	Луганськ	2,38	2,52	2,14	0,14	-0,38	-0,24	2,33	2,47	2,20	0,14	-0,27	-0,13	2,28	2,23	2,07	-0,05	-0,16	-0,21
17	Сарата	2,07	2,15	1,92	0,08	-0,23	-0,15	2,10	2,06	1,85	-0,04	-0,21	-0,25	1,97	1,97	1,86	0,00	-0,11	-0,11
18	Мелітополь	1,99	2,04	1,82	0,05	-0,22	-0,17	2,05	2,01	1,86	-0,04	-0,15	-0,19	1,88	1,82	1,71	-0,06	-0,11	-0,17
19	Джанкой	2,00	2,07	1,82	0,07	-0,25	-0,18	2,02	2,02	1,86	0,00	-0,16	-0,16	1,88	1,82	1,71	-0,06	-0,11	-0,17
20	Ужгород	1,86	1,88	1,81	0,02	-0,07	-0,05	1,82	1,84	1,64	0,02	-0,20	-0,18	1,88	1,86	1,73	-0,02	-0,13	-0,15
21	Чернівці	1,98	2,02	1,84	0,04	-0,18	-0,14	2,08	2,04	1,83	-0,04	-0,21	-0,25	1,93	1,96	1,85	0,03	-0,11	-0,08
22	Ім.Старченка	2,32	2,37	2,15	0,05	-0,22	-0,17	2,29	2,34	2,14	0,05	-0,20	-0,15	2,15	2,18	2,05	0,03	-0,13	-0,10

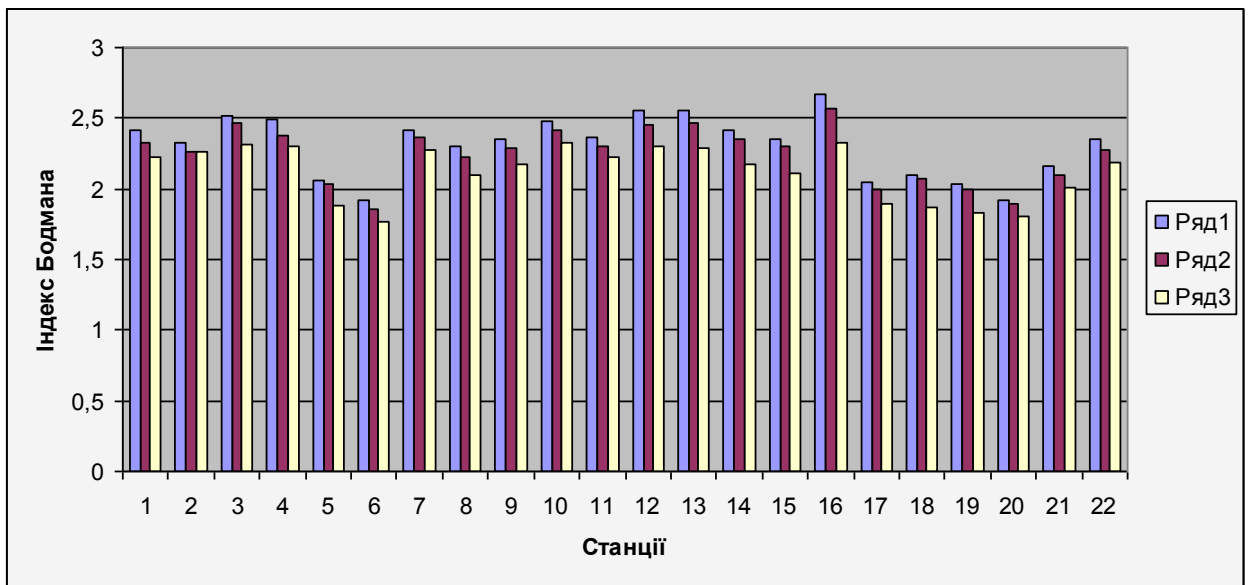
Таблиця 2

Середні значення індексу Бодмана за перший (I), другий (II) і третій (III) періоди та їх зміна (II-I), (III-II), (III-I) (сценарій A2)

№ п/п	Назва станції	Січень						Лютий						Грудень					
		I	II	III	II-I	III-II	III-I	I	II	III	II-I	III-II	III-I	I	II	III	II-I	III-II	III-I
1	Житомир	2,41	2,33	2,23	-0,08	-0,10	-0,18	2,20	2,26	1,97	0,06	-0,29	-0,23	2,24	2,04	2,07	-0,20	0,03	-0,17
2	Вінниця	2,33	2,26	2,26	-0,07	-0,00	-0,07	2,13	2,19	1,93	0,06	-0,26	-0,20	2,19	1,98	2,01	-0,21	0,03	-0,18
3	Суми	2,52	2,46	2,31	-0,06	-0,15	-0,20	2,34	2,39	2,07	0,05	-0,32	-0,27	2,29	2,14	2,13	-0,15	-0,01	-0,16
4	Кропивницький	2,49	2,38	2,30	-0,11	-0,09	-0,20	2,23	2,26	1,98	0,03	-0,28	-0,25	2,29	2,05	2,09	-0,24	0,04	-0,20
5	Миколаїв	2,06	2,04	1,88	-0,02	-0,16	-0,19	1,86	1,93	1,70	0,07	-0,23	-0,16	1,86	1,72	1,72	-0,14	0,00	-0,14
6	Ізмаїл	1,92	1,86	1,77	-0,06	-0,10	-0,15	1,72	1,77	1,60	0,05	-0,17	-0,12	1,76	1,60	1,58	-0,16	-0,02	-0,18
7	Броди	2,42	2,36	2,27	-0,06	-0,09	-0,15	2,19	2,29	2,00	0,10	-0,29	-0,19	2,28	2,09	2,09	-0,19	0,00	-0,19
8	Сарни	2,30	2,22	2,10	-0,08	-0,12	-0,20	2,09	2,17	1,88	0,08	-0,29	-0,21	2,15	1,97	1,99	-0,18	0,02	-0,16
9	Щорс	2,35	2,29	2,17	-0,06	-0,12	-0,19	2,19	2,25	1,97	0,06	-0,28	-0,22	2,19	2,01	2,05	-0,18	0,04	-0,14
10	Тернопіль	2,48	2,42	2,33	-0,06	-0,10	-0,14	2,25	2,34	2,05	0,09	-0,29	-0,20	2,33	2,13	2,12	-0,2	-0,01	-0,21
11	Умань	2,37	2,30	2,22	-0,07	-0,09	-0,16	2,15	2,21	1,95	0,06	-0,26	-0,20	2,23	2,01	2,04	-0,22	0,03	-0,19
12	Полтава	2,55	2,45	2,30	-0,10	-0,15	-0,25	2,31	2,37	2,02	0,06	-0,35	-0,29	2,28	2,11	2,10	-0,17	-0,01	-0,18
13	Харків	2,56	2,47	2,29	-0,09	-0,18	-0,27	2,33	2,39	2,04	0,06	-0,35	-0,29	2,27	2,12	2,11	-0,15	-0,01	-0,16
14	Губиниха	2,41	2,35	2,18	-0,06	-0,17	-0,23	2,18	2,25	1,93	0,07	-0,32	-0,25	2,17	2,01	2,02	-0,16	0,01	-0,15
15	Донецьк	2,35	2,30	2,11	-0,05	-0,19	-0,23	2,11	2,20	1,91	0,09	-0,29	-0,20	2,11	1,98	1,98	-0,13	0,00	-0,13
16	Луганськ	2,67	2,57	2,33	-0,10	-0,24	-0,34	2,40	2,47	2,10	0,07	-0,37	-0,30	2,35	2,20	2,16	-0,15	-0,04	-0,19
17	Сарата	2,05	1,99	1,90	-0,06	-0,10	-0,16	1,80	1,86	1,69	0,06	-0,17	-0,11	1,89	1,85	1,71	-0,04	-0,14	-0,18
18	Мелітополь	2,10	2,07	1,87	-0,03	-0,2	-0,23	1,87	1,97	1,71	0,10	-0,26	-0,16	1,86	1,74	1,76	-0,12	0,02	-0,10
19	Джанкой	2,03	1,99	1,83	-0,04	-0,16	-0,20	1,83	1,92	1,70	0,09	-0,22	-0,13	1,80	1,68	1,69	-0,12	0,01	-0,11
20	Ужгород	1,92	1,90	1,80	-0,02	-0,1	-0,12	1,76	1,81	1,68	0,05	-0,13	-0,08	1,84	1,72	1,68	-0,12	-0,04	-0,16
21	Чернівці	2,16	2,10	2,01	-0,06	-0,1	-0,15	1,09	2,01	1,79	0,11	-0,22	-0,11	2,01	1,84	1,82	-0,17	-0,02	-0,19
22	Ім.Старченка	2,35	2,27	2,19	-0,08	-0,09	-0,17	2,14	2,20	1,93	0,06	-0,27	-0,21	2,20	1,98	2,02	-0,22	0,04	-0,18



а)



б)

Ряд 1 – S за 1986-2005 рр.; Ряд 2 – S – за 2011-2030 рр.; Ряд 3– S –2031-2050 рр.
1-22 – номери досліджуваних станцій

Рис. 1 – Індекс Бодмана для сценаріїв А1В (а) і А2 (б). Січень

За сценарієм А2 повторюваність вітрохолодового індексу в межах $0 \div -9^{\circ}\text{C}$ переважає у січні-грудні всіх трьох періодів за винятком січня 1981-2005 рр., коли максимум повторюваності його припадає на $-10 \div -27^{\circ}\text{C}$.

Слід зазначити, що повторюваність $WCT \geq 0$ і $0 \div -9^{\circ}\text{C}$ за сценарієм А2 суттєво перевищить повторюваність цих градацій за сценарієм А1В, тобто саме за останнім сценарієм очікуються більш суворі зимові умови.

Зауважимо, що збільшує ризик обмороження вологий одяг (взуття), погане харчуван-

ня, відсутність гарячої їжі, неможливість зігрітись, хвороба.

Взимку в цілому кількість смертельних випадків може зменшитись через підвищення середньої температури у цей сезон, але очікувані сполучення низької температури повітря і вітру в окремі дні в майбутньому можуть призвести до обморожень різного ступеня, впливатимуть на поширення інфекційних епідемій та «холодових» захворювань.

Таблиця 3

Повторюваність (%) вітро-холодового індексу WCT (сценарій A1B)

Назва станції	1986-2005					2011-2030					2031-2050				
	Градації, °C					Градації, °C					Градації, °C				
	> 0	0÷-9	-10÷-27	-28÷-39	-40÷-47	> 0	0÷-9	-10÷-27	-28÷-39	-40÷-47	> 0	0÷-9	-10÷-27	-28÷-39	-40÷-47
Січень															
Житомир	0,2	58,1	37,9	3,5	0,3	-	50,8	43,4	5,8	-	2,1	62,6	33,7	1,6	-
Суми	-	43,1	46,3	9,4	1,3	-	35,3	50,0	13,5	1,1	1,6	54,5	39,0	4,8	-
Кропивницький	1,6	62,4	33,1	2,9	-	0,3	51,5	45,3	2,9	-	5,6	67,6	26,0	0,8	-
Тернопіль	0,2	55,5	40,5	3,2	0,6	-	50,6	46,3	2,9	0,2	1,8	59,8	37,4	1,0	-
Полтава	1,0	52,9	40,5	5,3	0,3	0,5	43,4	45,8	10,0	0,3	5,2	64,7	27,3	2,9	-
Луганськ	1,0	48,7	45,0	4,2	1,1	1,1	45,0	43,4	9,7	0,8	5,2	61,3	32,1	1,5	-
Лютий															
Житомир	1,8	49,0	43,0	5,5	0,7	-	52,0	42,1	5,5	0,4	2,3	60,5	34,2	3,0	-
Суми	-	37,0	52,2	8,7	1,9	0,2	35,8	49,2	13,1	1,8	0,2	46,7	45,3	7,4	0,4
Кропивницький	3,4	54,5	39,6	2,5	-	1,1	58,2	36,6	4,1	-	3,2	66,7	29,2	0,9	-
Тернопіль	2,3	51,9	40,5	5,3	-	0,7	56,1	36,8	6,2	0,2	3,2	58,2	37,2	1,4	-
Полтава	0,9	45,0	45,5	8,3	0,4	0,2	46,7	43,7	8,5	0,9	0,7	58,1	36,8	4,4	-
Луганськ	1,8	44,8	45,8	6,2	1,4	1,1	47,8	45,7	5,5	-	1,6	56,6	40,2	1,6	-
Грудень															
Житомир	2,3	67,7	27,4	2,6	-	9,4	60,0	29,0	1,5	0,2	3,7	70,3	25,5	0,5	-
Суми	0,8	47,4	46,6	5,0	0,2	1,5	56,3	38,1	3,7	0,5	3,4	61,1	32,7	2,7	-
Кропивницький	5,2	64,0	30,3	0,5	-	7,4	63,5	29,0	-	-	6,6	74,2	19,0	0,2	-
Тернопіль	2,1	71,8	23,9	2,3	-	2,6	61,1	35,2	1,1	-	6,1	68,9	24,7	0,3	-
Полтава	3,4	57,7	36,1	2,6	0,2	5,3	64,7	28,5	1,1	0,3	6,1	69,0	23,5	1,3	-
Луганськ	1,8	51,9	41,6	4,7	-	6,9	55,6	35,2	2,1	0,2	7,7	65,2	26,5	0,6	-

Таблиця 4

Повторюваність (%) вітро-холодового індексу WCT (сценарій A2)

Назва станції	1986-2005					2011-2030					2031-2050				
	Градації, °С					Градації, °С					Градації, °С				
	> 0	0÷-9	-10÷-27	-28÷-39	-40÷-47	> 0	0÷-9	-10÷-27	-28÷-39	-40÷-47	> 0	0÷-9	-10÷-27	-28÷-39	-40÷-47
Січень															
Житомир	0,8	48,2	48,2	2,7	-	1,9	61,9	33,7	2,4	-	3,1	71,5	25,5	-	-
Суми	0,8	40,5	51,9	5,8	1,0	2,3	47,9	42,1	7,7	-	3,1	60,6	34,2	2,1	-
Кропивницький	1,6	42,9	52,3	3,2	-	4,4	57,4	34,5	3,7	-	4,7	64,7	30,0	0,6	-
Тернопіль	1,1	47,4	49,8	1,6	-	1,5	58,4	38,4	1,8	-	4,2	65,6	29,5	0,6	-
Полтава	2,1	41,0	51,9	4,4	0,6	3,5	54,0	35,0	7,4	-	5,0	63,7	30,0	1,3	-
Луганськ	2,7	34,0	52,4	9,7	1,1	2,6	43,2	45,0	9,2	-	4,0	56,0	37,7	2,3	-
Лютий															
Житомир	2,3	61,6	33,8	2,3	-	2,5	63,4	31,5	2,7	-	9,9	77,5	12,6	-	-
Суми	0,9	47,6	46,7	4,8	-	1,9	55,0	36,6	6,4	-	4,4	71,9	23,4	0,4	-
Кропивницький	3,2	61,9	33,3	1,6	-	3,0	61,8	32,0	3,2	-	10,8	76,3	12,9	-	-
Тернопіль	2,8	59,5	36,3	1,4	-	2,8	61,8	33,5	1,8	0,2	6,7	78,4	14,9	-	-
Полтава	3,2	56,1	38,2	2,5	-	3,4	57,3	35,0	4,2	-	8,3	74,3	16,8	0,5	-
Луганськ	3,0	52,9	40,4	3,7	-	2,1	51,0	37,9	9,0	-	7,4	67,6	24,1	0,9	-
Грудень															
Житомир	3,4	63,1	33,4	0,2	-	9,4	73,7	16,9	-	-	10,8	73,2	16,0	-	-
Суми	1,9	52,7	43,9	1,5	-	6,0	65,3	28,2	0,5	-	8,1	65,3	26,6	-	-
Кропивницький	4,8	57,1	37,9	0,2	-	11,6	67,1	21,3	-	-	10,3	70,3	19,4	-	-
Тернопіль	2,4	62,3	35,2	0,2	-	8,5	69,7	21,8	-	-	10,5	73,1	16,3	0,2	-
Полтава	4,0	57,4	37,7	0,8	-	10,2	66,1	23,7	-	--	12,3	64,8	22,7	0,2	-
Луганськ	5,2	46,8	46,1	1,9	-	6,9	57,6	33,5	1,9	-	10,2	66,6	22,7	0,5	-

Висновки

У всі зимові місяці переважає тенденція на зниження індексу Бодмана по всій території країни, тобто зменшення холодового дискомфорту. В середньому за зиму на більшій частині території України будуть домінувати помірно-суворі умови, а у західних і південних регіонах – мало суворі.

Більш жорсткими у першому і третьому періодах є погодні умови лютого, у другому – січня-лютого (за сценарієм А1В), за іншим сценарієм (А2) за весь досліджуваний час – січня. У грудні всіх часових проміжків, які розглядались, погодні зимові умови найм'якші за обома сценаріями. Але найчастіше переважає за обома сценаріями, повторюваність вітро-холодового індексу в межах

$0 \div -9$ °С, тобто буде спостерігатись невеликий ризик обмороження, деякий дискомфорт.

Для України, з її низькими показниками тривалості життя, прогностична оцінка умов зимового періоду може бути дуже корисною при розробці профілактичних заходів, спрямованих на мінімізацію впливів факторів ризику смертності населення. У подальшому необхідно щоб система охорони здоров'я, органи управління, цивільної оборони, служби соціального захисту нашої країни здійснили комплекс організаційних і профілактичних заходів по запобіганню впливу несприятливих наслідків зміни клімату і таким чином розв'язали проблему збереження здоров'я людини.

Література

1. Цифры и факты. Принятие мер по защите здоровья населения Европы от изменений климата. ВОЗ. Копенгаген, 4 апреля 2008 г. URL: http://www.fs_4_Apr_08r.pdf (дата звернення 6.10.2018).
2. Косовець ,О.О., Пахалюк, О.Є. Кліматичні екстремуми в умовах зміни клімату. *Фізична географія та геоморфологія*. 2009. Вип. 57. С. 81-89.
3. Косовець, О.О., Пахалюк, О.Є. Огляд температурного режиму та опадів у 2011 році: Північна півкуля, Європа та Україна. Центральна геофізична обсерваторія. URL: http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=klimat_2011&f=ukraine/data-u-klimat (дата звернення 12.11.2018).
4. Бокша, В.Г., Богуцкий, Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия: монография. Киев: «Здоров'я», 1980. 260 с.
5. Исаев ,А.А. Экологическая климатология: монография. Москва: «Научный мир», 2001. 458 с.
6. Врублевська, О.О., Катеруша, Г.П. Прикладна кліматологія: конспект лекцій. Дніпропетровськ: «Економіка», 2005. 131 с.
7. Беляева, В.А. Влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления. *Анализ риска здоровью*. 2016. №4. С. 17–22. URL: <http://oaji.net/articles/2017/3795-1484138706.pdf> (дата звернення 30.09.2018).
8. Малицька, Л. В. Дискомфорт погодних умов зимового періоду в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. № 20. С. 26-36.
9. IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. URL: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm-ru.pdf> (дата звернення: 6.10.2018).
10. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія / С.М. Степаненко та ін.; за ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового. Одеса: ТЕС, 2015. 518 с.
11. Шипко, Ю.В., Шувакин, Е.В. Специализированный климатический показатель оценки безопасности работ на открытом воздухе в жёстких холодных условиях. *Гелиогеофизические исследования*. 2014. Вып. 9. С. 161-165.
12. Groen, G. Wind chill equivalent temperature (WCET). Climatology and scenarios for Schiphol Airport. KNMI, 2009. URL: <http://www.knmi.nl/samenw/kbs/ doc/WCET-Schiphol.pdf> (дата звернення 11.10.2018).

References

1. Tsifryi i faktyi. Prinyatie mer po zaschite zdorovya naseleniya Evropyi ot izmeneniy klimata [Figures and facts. Taking action of protection health population of Europe from climate change]. (2008). VOZ. Kopenagagen Available at: http://www.fs_4_Apr_08r.pdf [in Russian].
2. Kosovets, O.O., Pahalyuk, O.E. (2009). Klimatichni ekstremumi v umovah zmini klimatu. [Climatic extremes in conditions of climate change]. *Fizichna geografiya ta geomorfologiya*, (57), 81-89 [in Ukraine].
3. Kosovets, O.O., Pahalyuk, O.E. Oglyad temperaturnogo rezhimu ta opadiv u 2011 rotsi: Pivnichna pivkulya, Evropa ta Ukraina. [Review of thermal regime and precipitation in 2011: Northern hemisphere, Europe and

- Ukraine]. Tsentralna geofizichna observatoriya. Available at: http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=klimat_2011&f=ukraine/data-u-klimat [in Ukraine].
4. Boksha, V.G., Bogutskiy, B.V. (1980). Meditsinskaya klimatologiya i klimatoterapiya. [Medical climatology and climatotherapy]. Kiev: «Zdorov'ya», 260 [in Ukraine].
 5. Isaev, A.A. (2001). Ekologicheskaya klimatologiya [Ecological climatology]. Moskva: Nauchnyy mir, 458 [in Russian].
 6. Vrublevska, O.O., Katerusha, G.P. (2005). Prikladna klimatologiya [Applied climatology]. Dnipropetrovsk: Ekonomika, 131 [in Ukraine].
 7. Belyaeva, V.A. (2016). Vliyaniye meteofaktorov na chastotu povyisheniya arterialnogo davleniya. [Impact of meteorofactors on frequency of arterial pressure]. *Analiz riska zdorov'yu*, (4), 17–22 Available at: <http://oaji.net/articles/2017/3795-1484138706.pdf> [in Russian].
 8. Malitska, L. V. (2017). Diskomfort pogodnih umov zimovogo periodu v Ukrayini. [Uncomfortability of weather conditions of winter period in Ukraine]. *Ukrai'ns'kiy gidrometeorologichniy zhurnal*, (20), 26-36 [in Ukraine].
 9. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller eds. (2007). IPCC, Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Available at: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm-ru.pdf> [in English].
 10. Stepanenko, S.M., Pol'ovyy, A.M. eds. (2015). Klimatychni zminy ta i'h vplyv na sfery ekonomikyUkrai'ny [Climatic changes and their influence on the spheres of economy of Ukraine]. Odesa: TES, 518 [in Ukraine].
 11. Shipko, Yu.V., Shuvakin, E.V. (2014). Spetsializirovannyiy klimaticheskiiy pokazatel otsenki bezopasnosti rabot na otkryitom vozduhe v zhyostkih holodnyih usloviyah. [Specialized climatic index of assessment of open air work safety in severe cold conditions]. *Geliogeofizicheskie issledovaniya*, (9), 161-165 [in Russian].
 12. Groen, G. (2018). Wind chill equivalent temperature (WCET). Climatology and scenarios for Schiphol Airport. KNMI. Available at: <http://www.knmi.nl/samenw/kbs/doc/WCET-Schiphol.pdf> [in English].

Надійшла до редколегії 07.10.2018