

## Оцінювання комфортності погодних умов і тенденції їх змін на Київщині в умовах змін клімату

С. Г. Бойченко<sup>1</sup>, О. Г. Забарна<sup>2</sup>, 2019

<sup>1</sup>Інститут геофізики імені С. І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

<sup>2</sup>Центральноєвропейський університет, Будапешт, Угорщина

Надійшла 8 жовтня 2019 р.

Изменение климата, растущая изменчивость погодных условий и проявление экстремальных погодных явлений на территории Украины негативно влияют на здоровье, работоспособность, комфортность и продолжительность жизни людей.

Оценка чувствительности населения к новым климатическим условиям и установление тенденций в распределении комфортных и дискомфортных погодных периодов в течение года выполнены на основе расчетов эквивалентно-эффективных температур (ЭЭТ) по формуле Миссенарда с использованием данных наблюдений на метеостанциях Киевского региона.

Установлено определенное смещение по шкале в пределах субкомфортных погодных условий в данном регионе в направлении комфортных за период 1971—2018 гг., однако ситуация осложняется увеличением повторяемости экстремальных температур в теплый период года, особенно летом, и значительной изменчивостью в холодный период года (тепловые и холодные волны).

Анализ сточных онаблюдений для метеопараметров (приземная температура воздуха, влажность воздуха и скорость ветра) на девяти метеостанциях региона за период 2006—2018 гг. показал, что в холодный период года на фоне общей тенденции к потеплению проявляется значительная изменчивость погодных условий с увеличением повторяемости морозных периодов зимой и в начале весны. Характерно увеличение повторяемости случаев почти для всех градаций ЭЭТ. В теплый период ситуация в регионе неоднозначная, так для градаций (6÷12) и ниже характерна тенденция к уменьшению повторяемости ситуаций, а для градаций выше 12÷16 — к увеличению повторяемости, что связано с проявлениями тепловых волн.

Предложен возможный сценарий проявления повторяемости комфортных и дискомфортных погодных ситуаций для холодного и теплого периодов года в Киевском регионе к середине XXI в. в условиях дальнейших изменений климата.

Таким образом, биометеорологические (биоклиматические) показатели являются эффективным индикатором особенностей тепловой структуры среды, окружающей человека, особенно в условиях изменений климата. Их оценки необходимы для применения в различных сферах — медицине, курортологии, экологии и др.

**Ключевые слова:** изменение климата, эквивалентно-эффективная температура, комфортные и дискомфортные погодные условия, тенденции и сценарии.

**Вступ.** Занепокоєння фахівців викликає збільшуваний вплив зміни клімату на здоров'я людини [Kovats et al., 2005; IPCC ..., 2013; WHO, 2013]. Чутливість населення до будь-якої загрози для здоров'я залежить від регіональних особливостей навколишнього природного середовища, рівня мате-

ріальних ресурсів, ефективності управління, якості інфраструктури та поінформованості. Для зменшення негативних наслідків від погодної мінливості і кліматичних змін на здоров'я, працездатність та життя людини необхідно встановити чутливість населення до нових умов середовища,

оцінити наскільки воно здатне адекватно реагувати на них та розробити профілактичні попереджувальні й запобіжні заходи щодо проявів захворювань для різних груп населення [Kovats et al., 2005; WHO, 2013; Rosenzweig et al., 2015].

Всесвітня організація охорони здоров'я запропонувала низку методів оцінювання екологічно зумовленого навантаження на захворюваність населення в глобальних і регіональних масштабах [Kovats et al., 2005]. Зміна клімату є одним із типів впливу на людину через порушення харчування, наявність та якість питної води, прояв наслідків від стихійних явищ (повеней, посух тощо), забруднення навколишнього середовища, трансмісивні хвороби (паразитарні та інфекційні захворювання людини і тварин), серцево-судинні захворювання, респіраторні прояви, вплив на психічне здоров'я (депресії, синдром «міського мешканця», синдром «хронічної втоми» тощо) й травматизм [Kovats et al., 2005].

Серед населення до груп з найбільшим ризиком в умовах екстремальної погоди виділяють: дітей молодшого віку, людей похилого віку, людей з хронічними захворюваннями (серцево-судинної системи, органів дихання і руху, діабет тощо), людей з низьким рівнем доходів й безхатніх, а також осіб, професійна діяльність яких потребує уваги або здійснюється на відкритому повітрі [Kovats et al., 2005].

Слід зазначити, що в країнах з помірно континентальним типом клімату спостерігається виражена сезонність, за якої смертність населення різко зростає, особливо взимку, через значну мінливість погодних умов, тоді як населення країн з тропічним кліматом має значно менший прояв сезонної смертності [Kovats et al., 2005]. Тому необхідне медико-географічне оцінювання клімату для окремих регіонів з метою встановлення комфортності і дискомфортності кліматичних умов для людини за сучасних змін клімату.

Зону комфортності клімату визначає сукупність метеорологічних умов, в яких людина отримує суб'єктивно хороше тепловідчуття (утримує нормальний тепло-

обмін, зберігаючи нормальну температуру тіла, і не виділяє піт).

За різних комбінацій температури повітря, вологості і швидкості вітру рівень тепловідчуття та тепловіддачі людини змінюється. Так, при сухому повітрі з температурою 10 °С і у безвітря повітря здається теплішим, а при вологому повітрі з температурою 10 °С і з вітром — холоднішим [Исаев, 2001].

Основна мета дослідження — виявлення ступеня сприятливості погодних умов щодо організму людини на Київщині та встановлення тенденції змін в умовах глобального потепління клімату, а також розробка методики оцінювання комфортності й дискомфорності кліматичних умов у заданому регіоні з використанням строкових даних метеоспостережень.

**Методи та матеріали.** Індексів біокліматичної (біометеорологічної) оцінки комфортності або дискомфорності кліматичних умов запропоновано доволі багато [Исаев, 2001; Oliver, 2005; Nedel et al., 2015; Пашков, Мажитова, 2016]. Для оцінювання тепловідчуття середньостатистичної людини за певних погодних умов, захищеної одягом стандартного типу для певного сезону та за умови, що не впливає пряма сонячна радіація (тобто людина перебуває в тіні), використовують показник еквівалентно-ефективної температури (ЕЕТ), визначений за формулою Міссенарда [Nedel et al., 2015; Rymuza et al., 2019; Кліматичні ..., 2015; Шевченко, 2016], який враховує різні комбінації температури повітря і вологості у рухомому повітрі:

$$EET = 37 - \frac{37 - t}{0,68 - 0,0014f + \frac{1}{1,76 + 1,4v^{0,75}}} - 0,29t \left( 1 - \frac{f}{100} \right), \quad (1)$$

де  $t$  — приземна температура повітря, °С;  $f$  — вологість повітря, %;  $v$  — швидкість вітру, м/с.

Ступінь сприятливості кліматичних умов класифікують за такими визначеннями [Oliver, 2005; Андреев, 2012]:

- комфортні кліматичні умови («комфорт») — це оптимальний психофізіологічний стан людини, який забезпечує її нормальну життєдіяльність у місці проживання;

- субкомфортні кліматичні умови («субкомфорт») — це слабкодратівливі умови навколишнього середовища, за яких механізми адаптації організму забезпечують близький до оптимального психофізіологічний стан людини із створенням умов для нормальної життєдіяльності;

- дискомфортні («дискомфорт») кліматичні умови — це сильно дратівливі умови навколишнього середовища, за яких фізіологічні механізми адаптації організму не забезпечують його оптимального психофізіологічного стану і потребують додаткових заходів захисту для забезпечення нормальної життєдіяльності.

Класифікація оцінок теплового навантаження комфортності (дискомфортності) середовища на основі показника ЕЕТ ранжована за градаціями для теплового (квітень—вересень) і холодного (жовтень—березень) періодів (табл. 1). Її адаптовано до нових кліматичних умов, уведено додаткову градацію для холодного періоду (0—6 і понад 6) через істотне потепління, особливо взимку.

Вважають, що для помірних широт комфортними є погодні умови теплового періоду, за яких ЕЕТ дорівнює 16—23 °С, а вкрай дискомфортними в холодний період — погодні умови, за яких цей показник становить –12°С і нижче [Исаев, 2001; Витченко, Телеш, 2017].

Зазначимо, що показник комфортності погодних умов не враховує географічного положення заданого пункту та адаптаційних властивостей організму людини щодо місцевого клімату, проте метеопараметри мають латентну прив'язку до широти, довоти і висоти над рівнем моря [Бойченко, Сердюченко, 2005].

Зазвичай для розрахунків біометеорологічних показників використовують середньомісячні і частіше добові значення метеопараметрів [Kovats et al., 2005], у цій статті використано їх значення за строками спостережень.

Отже, показник ЕЕТ розраховано за даними добових спостережень за часом (02:00, 05:00, 08:00, 11:00, 14:00, 17:00, 20:00, 23:00) для метеопараметрів (приземна температура повітря, вологість повітря та швидкість вітру) на дев'яти метеостанціях Київської області (рис. 2) за період 2006—2018 рр. [Weather..., 2019], а також за середньомісячними значеннями для періодів 1961—1990 рр. [Кліматичний..., 2005] та 1971—2018 рр. [Центральна..., 2019].

**Зв'язок біокліматичних індексів із показниками смертності населення.** У сфері медичної метеорології біокліматичні індекси застосовують з метою визначення взаємозв'язку між кліматичними особливостями певного регіону та фізіологічними показниками організму людини.

Аномально високі температури в період надходження в регіон теплових хвиль спричиняють клінічні синдроми у людей (тепловий удар, теплове виснаження, теплова непритомність і теплові судоми), в останнє десятиліття повторюваність цих процесів зростала [Kovats et al., 2005; WHO, 2013].

Перебування людини певний час в умовах аномально високих температур спричиняє тепловий удар і, як результат, щонайліпше, зменшення працездатності, а щонайгірше — загострення деяких захворювань (особливо, серцево-судинних) з можливими летальними проявами. Наприклад, за температури повітря 24—26 °С працездатність людини знижується на 15 % порівняно з працездатністю у комфортних умовах, а за температури 28–30 °С — на 30 % [Kovats et al., 2005; WHO, 2013]. Перебування в умовах відносно низьких температур повітря провокує різні простудні та інфекційні захворювання або загострення хронічних захворювань (ревматизму, радикуліту тощо), а також збільшує травматизм та можливість обмороження.

За результатами досліджень, проведених у 17 країнах Європейського Союзу протягом 1979—2015 рр., встановлено, що тривалі періоди з аномально високими температурами корелюють зі зростанням рівня смертності при рівні теплового

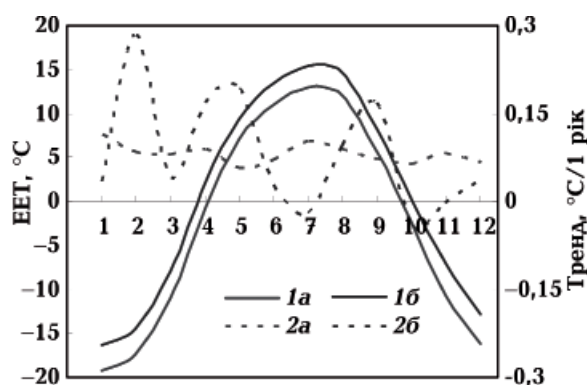


Рис. 1. Сезонний хід середньомісячних значень ЕЕТ для періоду 1971—2018 рр. (1, а) та для періоду 2006—2018 рр. (1, б) (шкала зліва) та значення їх трендів (2, а і 2, б відповідно) (шкала справа) у середньому для Київського регіону.

навантаження понад  $+26$  і  $+32$  °C (підвищення значень універсального теплового кліматичного індексу (UTCI) [Di Napoli et al., 2018]).

За результатами досліджень, проведених на півночі Італії протягом періоду 1995—1998 рр., було встановлено, що суттєве підвищення рівня смертності місцевого населення в літні місяці зафіксовано за умов, коли температурний поріг індексу дискомфорності перевищував  $+26$  °C, причому 20—25 % днів протягом року, визначено як такі, що мають несприятливі біокліматичні умови [Sajani et al., 2002].

У дослідженні [Leung et al., 2008], проведеному на основі порівняння показників ЕЕТ із випадками смертності у Гонконзі в останні десятиліття, встановлено, що в літній період також спостерігаються підвищені показники смертності при ЕЕТ понад  $+26$  °C, через перегрів, а взимку смертність пов'язана з переохолодженням за мінімальних добових показників ЕЕТ нижче  $-14$  °C. Причому з усіх вікових груп саме найстарша ( $\geq 65$  років) була визначена як найвразливіша до аномальних значень ЕЕТ.

Оцінювання змін комфортності клімату в м. Мінськ (Білорусь) за період 1980—2015 рр. (в умовах помірно континентального клімату) показало переважання помірно комфортних (61 %) і малокомфортних (36 %) кліматичних умов; кількість днів зі значеннями ЕЕТ у межах  $17$ — $21$  °C має

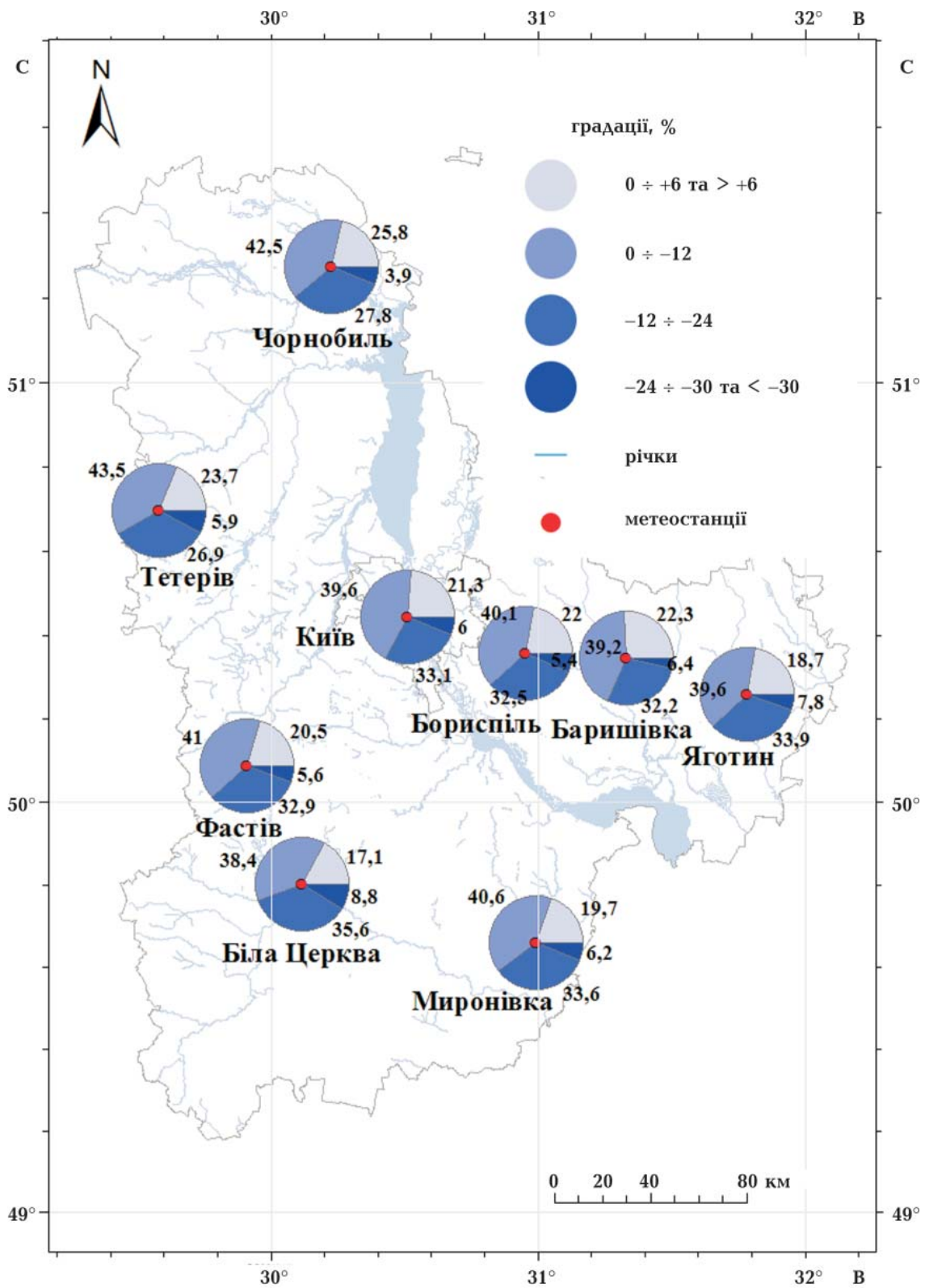
стійку тенденцію до збільшення [Витченко, Телеш, 2017].

Згідно з дослідженнями у Польщі (Siedlce Meteoritiation) за період 2000—2016 рр., у холодний сезон кількість днів з холодним дискомфортом зросла, а кількість днів із тепловим комфортом у теплий період значно підвищилася за теплових хвиль у 2011, 2013, 2015 та 2016 рр. [Ryduza et al., 2019].

При біокліматичному оцінюванні комфортності клімату в м. Київ на підставі оцінок ЕЕТ для періоду 2006—2017 рр. встановлено незначне зміщення за шкалою у бік комфортнішого клімату, комфортні температури ( $16 \pm 23$  °C) у середньому становлять  $89 \pm 15$  днів, а дискомфортні —  $106 \pm 10$  днів ( $-12$  °C і нижче). Крім того, проявилася тенденція до збільшення дискомфортних температур ( $24 \pm 30$  °C) через збільшення аномально високих температур влітку і в холодний період року ( $-12$  °C і нижче) [Забарна, 2019].

**Особливості кліматичних умов регіону.** На території України в ХХ ст. і на початку ХХІ ст. кліматичні умови значно змінилися — потеплішало на  $1,2 \pm 0,2$  °C/100 років, але ще у ХХ ст. ця тенденція становила лише  $0,6 \pm 0,1$  °C/100 років [Волощук, Бойченко, 2003; Бойченко, 2008; Клімат..., 2009; Boychenko et al., 2016, 2018]. Максимум потепління проявився в холодний період та меншою мірою у теплий період року, але останні десятиліття характеризуються значним проявом аномально високих температур влітку на фоні суттєвої аридизації і зростанням мінливості погодних умов взимку з випаданням опадів переважно у вигляді дощу або мокрого снігу.

Однак зміни клімату в Україні мають просторові відмінності. Так, у північних, північно-східних і північно-західних регіонах, в тому числі на Київщині, у ХХ ст. і на початку ХХІ ст. потепління відбувається інтенсивніше ( $\Delta T \sim 1,7 \pm 0,4$  °C/100 років), ніж у цілому для України [Бойченко, 2008; Бойченко та ін., 2017]. Це пов'язане з однією із особливостей глобальних змін клімату — у високих широтах підвищення температури в 2—3 рази більше, ніж у середньому



а

на планеті [Волощук, Бойченко, 2003; Бойченко, 2008]. За період 1971—2018 рр. у досліджуваному регіоні щорічний приріст

температури становив уже близько +0,04—0,05 °С/рік при середньорічній температурі 7,9—8,5 °С.

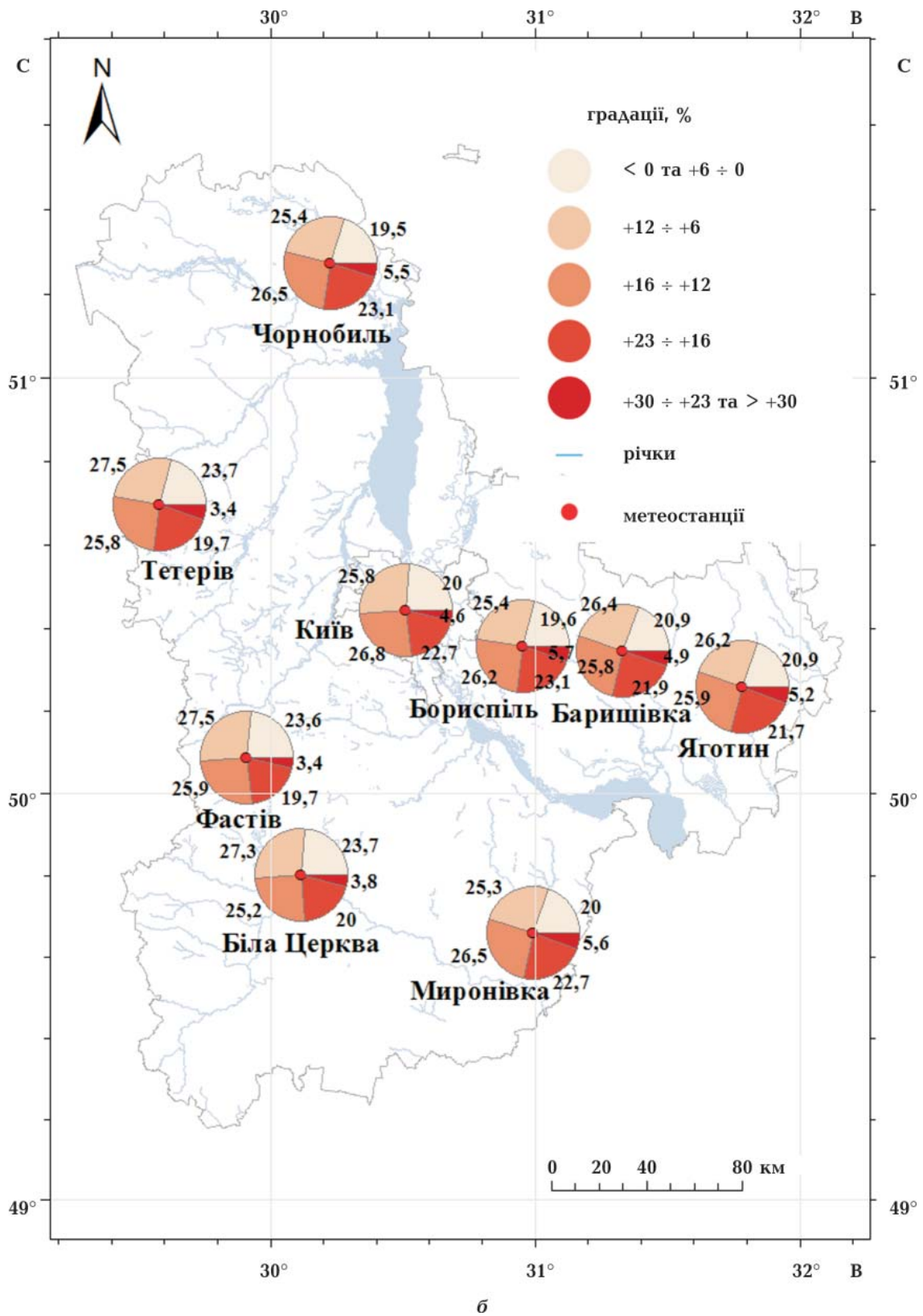


Рис. 2. Просторовий розподіл повторюваності випадків з різною комфортністю і дискомфортністю погодних умов протягом холодного (а) і теплого періодів (б) року за градаціями показника ЕЕТ, усередненого за період 2006—2018 рр. на метеостанціях, які розташовані на Київщині.

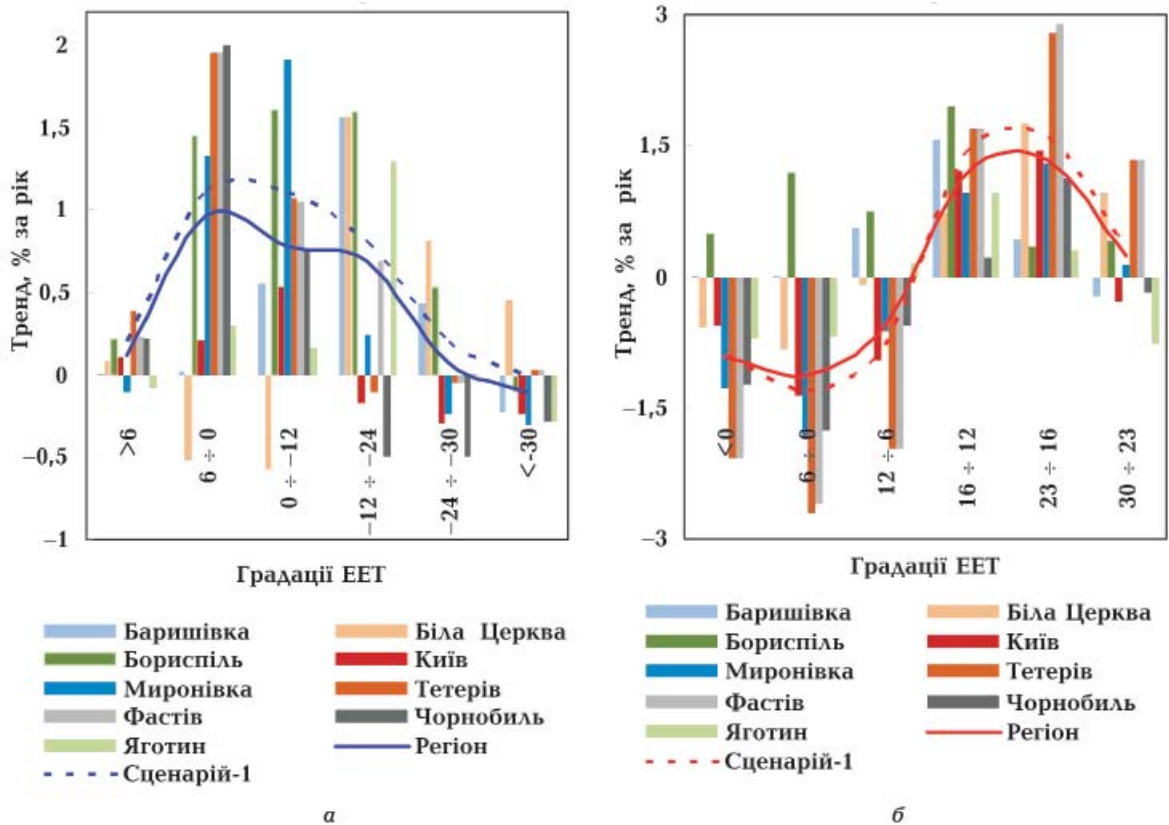


Рис. 3. Тенденції та можливі сценарії змін до середини ХХІ ст. повторюваності випадків з різною комфортністю погодних умов протягом холодного (а) і теплого (б) періодів року за градаціями показника ЕЕТ, усередненого за період 2006—2018 рр. на Київщині та для окремих метеостанцій (% за рік).

Режим зволоження також змінився. Якщо у ХХ ст. для цього регіону із режимом надмірного зволоження було зафіксовано зниження річної кількості атмосферних опадів майже на 10—15 % за 100 років [Boychenko et al., 2016, 2018], то за період 1971—2018 рр. кількість опадів знизилось на 30—35 % переважно влітку (в липні—серпні), а в холодний період зафіксовано незначне їх підвищення (за річної кількості опадів 530—630 мм) [Бойченко та ін., 2017].

Середньорічна відносна вологість повітря у середньому в регіоні становить 72—75 %, швидкість вітру — 3,9—4,7 м/с, причому в холодний період року ці показники дещо вищі.

**Аналіз розподілу еквівалентно-ефективних температур на Київщині за період 1971—2018 рр.** Мінливість і зміни кліматичних умов на території України, трансформація сезонного ходу метеопараметрів

(приземної температури повітря, кількості атмосферних опадів, вологості тощо) та прояв несприятливих погодних явищ негативно впливають на комфортність життя, здоров'я, працездатність і на смертність населення.

Нові кліматичні умови навколишнього середовища проявляються доволі тривалими погодними ситуаціями з екстремальними температурними режимами (телові й холодні хвилі): влітку — це аномально високі температури (особливо, на фоні високої вологості повітря і безвітря), а в холодний період — погодні ситуації із значною мінливістю метеопараметрів (особливо, на фоні високої вологості повітря і підсиленого вітрового режиму) або з аномально низькими температурами.

Чутливість населення до нових кліматичних умов у Київському регіоні та встановлення тенденцій у розподілі протягом року комфортних і дискомфортних

періодів оцінено на підставі розрахунків еквівалентно-ефективних температур за співвідношенням (1) за даними спостережень на 9 метеостанціях, які розташовані на території Київської області.

Сезонний хід середньомісячних значень ЕЕТ, розрахованих для різних періодів регіону, показано на рис. 1. Порівняння значень ЕЕТ за періоди 1971—2018 і 2006—2018 рр. засвідчує зростання значень для останнього періоду, особливо в холодний період року, а саме: взимку від  $-17,6 \pm 4,3$  до  $-14,6 \pm 2,8$ , весною від  $-1,6 \pm 2,8$  до  $1,2 \pm 2,1$ , восени від  $-2,5 \pm 2,4$  до  $0,5 \pm 2,0$ , а влітку від  $12,0 \pm 2,2$  до  $14,5 \pm 1,5$ . Значення ЕЕТ, розраховані для метеорологічної норми метеопараметрів для періоду 1961—1990 рр., такі: взимку  $-17,8 \pm 1,7$ ; весною  $-1,3 \pm 1,6$ ; восени  $-1,4 \pm 1,0$ ; влітку  $12,4 \pm 1,2$  °С.

Таким чином, характерне певне зміщення за шкалою з субкомфортного клімату у напрямку комфортнішого, але влітку зростає повторюваність аномально високих температур повітря на фоні аридизації кліматичних умов, взимку зростає мінливість погодних умов, що створює дискомфортні умови.

В сезонному ході ЕЕТ встановлені тенденції щодо підвищення значень протягом усіх місяців близько  $+0,1$  °С/рік, причому в останній період розмах коливань майже вдвічі більший. Крім того, відзначається

тенденція до незначного зниження ЕЕТ у липні — до  $-0,02$  °С/рік (див. рис. 1).

**Оцінювання комфортності клімату на Київщині для періоду 2006—2018 рр.** Розрахунки значень ЕЕТ з використанням середньомісячних значень метеопараметрів дають доволі загальні уявлення про кліматичну комфортність у регіоні. Тому для оцінювання впливу погодних умов на стан людини в конкретний час доцільніше використовувати строкові значення. З цією метою розраховано строкові значення ЕЕТ для 9 метеостанцій Київщини за період 2006—2018 рр. (з використанням бази даних [Weather..., 2019]), ранжовані за градаціями, та вираховано кількість випадків, що потрапляють у градацію для кожного місяця, згідно з даними табл. 1. Зазначимо, що однакові значення ЕЕТ, які фіксували за декількома близькими строками (наприклад: 08:00, 11:00; 14:00, 17:00 або 02:00, 05:00) протягом доби, приймали за один випадок для теплого і холодного періодів, а потім розраховувала частку випадків від загальної кількості у місяці, тобто повторюваність (у відсотках).

Саме таке зображення і дає змогу оцінити добову мінливість значень ЕЕТ і визначити повторюваність випадків з різною комфортністю і дискомфортом погодних умов протягом доби для людини.

Усереднену для регіону за період 2006—

**Т а б л и ц я 1. Класифікація оцінок теплового навантаження та комфортності (дискомфортності) середовища на основі ЕЕТ**

Показник	Теплий період					
	>30	30—23	23—16	16—12	12—6	6—0
Тепловідчуття	Дуже жарко	Жарко	Тепло	Помірно тепло	Помірно прохолодно	Прохолодно
Навантаження	Екстремальний дискомфорт	Дискомфорт	Комфорт	Субкомфорт		Субдискомфорт
Холодний період						
–ЕЕТ	0÷6 і понад 6	0÷–12	–12÷–24	–24÷–30	<–30	
Тепловідчуття	Прохолодно	Холодно	Дуже холодно	Вкрай холодно	Екстремально холодно	
Навантаження	Субдискомфорт	Дискомфорт	Сильний дискомфорт			Екстремальний дискомфорт



2018 рр. повторюваність випадків у відсотках для кожного місяця теплого і холодного періодів року з різною комфортністю погодних умов для людини наведено в табл. 2. Як бачимо, найбільша повторюваність випадків з комфортними значеннями ЕЕТ (16÷23) припадає на липень —  $33 \pm 4\%$ , у серпні —  $30 \pm 3$ , у червні — близько  $26 \pm 5$ , а в межах градації (23÷30) —  $6 \pm 3\%$  у червні та до  $10 \pm 4\%$  у липні й червні.

До речі, повторюваність оцінок ЕЕТ у межах (16÷23) для помірних широт (або (17÷22) залежно від регіону) визначають як потенційний кліматолікувальний ресурс місцевості: 30% — мінімальний, 30—50% — достатній, 50—70% — оптимальний, понад 70% — найоптимальніший [Исаев, 2001].

У холодний період дискомфортні значення ЕЕТ, найбільші за градаціями (–12÷–24) та (–24÷–30) припадають на січень —  $40 \pm 5$  і  $12 \pm 4\%$  відповідно, а за градацією (нижче –30) на лютий — до  $6 \pm 1\%$ . Крім того, для уведеної градації ЕЕТ (0÷6 і понад

6) для зимових місяців дискомфортні значення становлять  $8 \pm 3\%$  і мають тенденцію до зростання через значне потепління.

Просторовий розподіл повторюваності випадків з різною комфортністю і дискомфортною погодних умов протягом теплого і холодного періодів року за градаціями показаника ЕЕТ, усередненого за період 2006—2018 рр. для кожної метеостанції, розташованої на Київщині, наведено на рис. 2. Мінливість ЕЕТ для досліджуваних метеостанцій за градаціями становить близько 5—18% для холодного періоду і 5—8% для теплого, що, ймовірно, пов'язано з мікрокліматичними особливостями.

Проявилися певні тенденції у повторюваності комфортних і дискомфортних погодних умов для останнього десятиліття. Як бачимо з рис. 3, а, у холодний період року значення ЕЕТ майже для всіх градацій по регіону мають позитивні тенденції (з певними відмінностями по метеостанціях), крім градації (нижче –30 °С), що засвідчує

**Т а б л и ц я 2. Повторюваність випадків (%) протягом місяця для теплого і холодного періодів року з різною комфортністю погодних умов для людини в середньому на території Київщина за період 2006—2018 рр.**

Місяці	Градації значень ЕЕТ					
	>6	6÷0	0÷–12	–12÷–24	–24÷–30	<–30
	Холодний період (182/183 дні)					
1	0,6	6,9	34,5	39,7	12,3	6,0
2	0,8	8,9	36,3	35,6	11,6	6,8
3	2,2	22,7	43,9	24,3	4,6	2,3
10	10,8	35,1	29,3	24,8	0,0	0,0
11	3,7	22,8	47,0	24,9	1,6	0,0
12	0,8	9,0	41,5	35,5	7,7	5,5
	Градації значень ЕЕТ					
	6÷0 і <0	12÷6	16÷12	23÷16	30÷23	>30
	Теплий період (183 дні)					
4	56,9	26,3	11,3	5,0	0,4	0,0
5	24,4	29,8	25,5	16,9	3,5	0,0
6	13,2	25,4	29,8	26,0	5,5	0,0
7	5,8	19,3	30,3	32,7	10,7	1,2
8	7,6	21,3	29,0	29,9	10,4	1,8
9	27,8	31,0	23,6	14,8	2,9	0,0

значну мінливість погодних умов протягом сезону і протягом доби. Так, збільшується повторюваність випадків як додатних температур, так і від'ємних, тобто на фоні загальної тенденції теплих зим проявляються короткі морозні періоди. Крім того, природньо, що вдень ЕЕТ мають вищі значення, а в ночі — нижчі (на фоні більшої вологості повітря, ніж вдень). Зауважимо, що, наприклад, у 2006 та 2010 рр., при звичних уже декілька десятків років відносно теплих зимах зафіксовано доволі тривалі морозні періоди.

У теплий період ситуація в регіоні неоднозначна. Так, для градацій ( $6 \div 0$  і менше 0) та ( $6 \div 12$ ) характерна тенденція до зменшення повторюваності випадків і збільшення їх для градацій ( $12 \div 16$ ), ( $16 \div 23$ ) та ( $23 \div 30$ ). Причина таких проявів — збільшення повторюваності аномально високих температур влітку (зазвичай липень—серпень), а також найбільші їх прояви в денні часи (див. рис. 3, б).

**Сценарії можливих змін кліматичних умов та їх комфортності на Київщині до 2050 р.** Сценарії змін глобальної приземної температури є предиктором при побудові регіональних прогностичних сценаріїв з урахуванням регіональних особливостей і тенденції змін метеопараметрів. З урахуванням можливих сценаріїв глобальних змін клімату до кінця XXI ст. [IPCC..., 2013, 2014] для території України запропоновано такі сценарії (точка відліку 1880—1900 рр.) [Волощук, Бойченко, 2003; Бойченко, 2008, Boychenko et al., 2016, 2017]:

- оптимальний (на основі глобального сценарію підвищення температури RCP4.5 —  $\Delta T \sim 1,1 \div 2,6$  °C) — на території України очікуються підвищення середньорічної температури на  $2,0 \pm 0,5$  °C, збільшення загальної річної кількості атмосферних опадів до  $10 \pm 5$  %, диференційований по території: у сезонному ході прогнозуються збільшення кількості опадів у холодний період року і певна аридизація влітку на фоні збільшення повторюваності потужних зливових опадів;

- песимістичний (на основі глобального сценарію підвищення температури

RCP8.5 — ( $\Delta T \sim 2,6 \div 4,8$  °C), на території України очікуються підвищення середньорічної температури на  $3,5 \pm 0,5$  °C і диференційований по території розподіл річної кількості опадів, а саме збільшення сум опадів у північних, північно-західних і північно-східних регіонах, зменшення — у південних, південно-східних та південно-західних регіонах до  $15 \pm 5$  % (з можливим проявом ефекту опустелювання).

За сценаріями, отриманими на основі ансамблю регіональних кліматичних моделей Європейського проекту ENSEMBLES для глобального сценарію A1B [Краковська, 2018], для України до середини XXI ст. прогнозуються: підвищення середньорічної температури на  $1,6$ — $2,1$  °C, середньомісячні значення збільшаться в межах  $0,4$ — $3,0$  °C (найбільше потепління очікується на північному сході і сході України), а також диференційований розподіл по території і сезонах вологості повітря  $\pm 3$  %.

Згідно з розробленими нами регіональними сценаріями змін клімату, на Київщині до середини XXI ст. можна очікувати таке:

- приземна температура: за сценарієм 1 — підвищення температури  $\Delta T_1 \sim 1,9 \pm 0,3$  °C, максимум потепління проявлятиметься у холодний період року на фоні періодів з різким зниженням температури, в перехідні сезони — різка зміна погодних умов, у літні місяці потеплішає менше; за сценарієм 2 — підвищення температури  $\Delta T_2 \sim 3,0 \pm 0,5$  °C, потепління проявиться інтенсивніше в літній період і дещо нижче в холодний період року;

- атмосферні опади: за сценарієм 1 — незначне зниження річної кількості атмосферних опадів до  $5$ — $10$  %, але деяке збільшення їх кількості в холодний період року; тривалі періоди аридизації в теплий період року із збільшенням повторюваності злив з перевищенням місячної норми в  $2$ — $3$  рази; за сценарієм 2 — ймовірне загальне зростання річної кількості атмосферних опадів до  $15 \pm 5$  %.

Слід зауважити, що найбільш очікуваний перший сценарій змін глобального

клімату на планеті [IPCC ..., 2013, 2014]. Згідно із сценаріями можливих змін клімату, в досліджуваному регіоні на фоні подальшого потепління клімату, ускладненого екстремальними погодними проявами і підвищеним вологовмістом атмосфери, в окремі періоди збільшиться навантаження на здоров'я і погіршаться умови комфортності життя населення.

Можливі сценарії змін повторюваності комфортних і дискомфортних ситуацій для холодного і теплого періодів року на Київщині до середини XXI ст. показано на рис. 3. У теплий період року в регіоні прогноуються зменшення повторюваності випадків для градацій нижче ( $12 \div 16$ ) на 5—10 % та збільшення повторюваності для градацій вище ( $12 \div 16$ ) на 10—15 %, у холодний період — збільшення повторюваності випадків як додатних, так і від'ємних температур у середньому до 10—15 %. На фоні загальної тенденції до потепління взимку та на початку весни проявлятимуться частіше морозні періоди з підвищеною вологістю повітря, що погіршить тепловідчуття людини.

На жаль, не здійснено кореляційний аналіз між аномальними проявами погодних умов і захворюваністю та смертністю населення в Україні за останні десятиліття, і безпосередньо в Києві, через відмову відповідних організацій надати необхідну статистичну медичну інформацію. Серед регіональних звітів Всесвітньої організації охорони здоров'я необхідних даних щодо впливу змін клімату на населення України не знайдено (<http://www.euro.who.int/en/countries/ukraine>).

**Висновки.** Зміна кліматичних умов, зростає мінливість погодних умов і прояв аномальних погодних явищ на території України негативно впливають на комфортність життя, здоров'я, працездатність та смертність населення.

Оцінено чутливість населення в нових кліматичних умовах і встановлено тенденції у розподілі комфортних і дискомфортних періодів протягом року на підставі розрахунків ЕЕТ за формулою Міссенарда на основі строкових даних спостережень на метеостанціях Київщини за періоди 1971—

2018 і 2006—2018 рр. При аналізі комфортності погодних умов протягом доби для людини було виділено два періоди — теплий і холодний, а також через стрімке потепління в холодний період введено додаткову градацію для значень ЕЕТ ( $0 \div 6$  і понад  $+6$ ).

Установлено певне зміщення за шкалою субкомфортного клімату в напрямку комфортнішого. Втім улітку зростає повторюваність аномально високих температур повітря на фоні аридизації кліматичних умов, а взимку — мінливість погодних умов з випаданням опадів переважно у вигляді дощу або мокрого снігу, що створює дискомфортні умови.

Найбільша повторюваність випадків з комфортними значеннями ЕЕТ ( $16 \div 23$ ) за період 2006—2018 рр. припадає на липень  $33 \pm 4$  %, у серпні —  $30 \pm 3$  у червні — близько  $26 \pm 5$ , а для градацій ( $23 \div 30$ ) —  $6 \pm 3$  % у червні і до  $10 \pm 4$  % у липні й серпні. У холодний період дискомфортні значення ЕЕТ для градацій ( $-12 \div -24$ ) та ( $-24 \div -30$ ) припадають на січень —  $40 \pm 5$  і  $12 \pm 4$  % відповідно, а за градацією (нижче  $-30$ ) на лютий — до  $6 \pm 1$  %. Крім того, для введеної градації ЕЕТ ( $0 \div 6$  і понад  $6$ ) і для зимових місяців повторюваність становить  $8 \pm 3$  %, причому має тенденцію до збільшення.

Просторовий розподіл повторюваності випадків з різними градаціями комфортності погодних умов на Київщині показав, що їх мінливість для досліджуваних метеостанцій становить близько 5—18 % для холодного періоду і 5—8 % — для теплого, що, наймовірніше, пов'язано з мікрокліматичними особливостями.

У холодний період року на фоні загальної тенденції до потепління проявляються морозні періоди, тому характерне збільшення повторюваності випадків майже для всіх градацій (з певними відмінностями по метеостанціях). У теплий період ситуація в регіоні неоднозначна. Для градацій (менше  $0$  і  $6 \div 0$ ) та ( $6 \div 12$ ) характерна тенденція до зменшення повторюваності, а для градацій ( $12 \div 16$ ), ( $16 \div 23$ ) та ( $23 \div 30$ ) — до збільшення, що пов'язано з проявами теплових хвиль.

Запропоновано можливі сценарії змін повторюваності комфортних і дискомфор-

фортних ситуацій для холодного і тепло-го періодів року на Київщині до середини ХХІ ст. У теплий період року в регіоні прогнозується зменшення повторюваності випадків для градацій нижче (12÷16) на 5—10 % та збільшення повторюваності для градацій вище (12÷16) на 10—15 %, у холодний період — збільшення повторюваності випадків як додатних, так і від'ємних температур у середньому до 10—15 %. Крім того, на фоні загальної тенденції до поте-

пління взимку та на початку весни проявлятимуться частіше морозні періоди з підвищеною вологістю повітря.

Таким чином, біометеорологічні (біокліматичні) показники є ефективними індикаторами особливостей теплової структури навколишнього природного середовища, особливо в умовах кліматичних змін. Їх оцінювання необхідне для застосування у різних сферах — медицині, курортології, екології тощо.

### Список літератури

- Андреев С. С. Интегральная оценка климатической комфортности на примере территории Южного Федерального округа России. Санкт-Петербург: Изд. РГГМУ, 2012. 262 с.
- Бойченко С. Г. Напівемпіричні моделі та сценарії глобальних і регіональних коливань змін клімату. Київ: Наук. думка, 2008. 310 с.
- Бойченко С. Г., Карамушка В. І., Тищенко О. В., Мохнач Р. Ю. Екологічні загрози для біорізноманіття в м. Києві від змін клімату. *Доп. НАН України*. 2017. № 12. С. 104—111. <https://10.15407/dopovid2017.12.104>.
- Бойченко С., Сердюченко Н. Оценка зависимости параметров региональных климатических полей от высоты местности над уровнем моря. *Геофиз. журн.* 2005. Т. 27. № 5. С. 858—867.
- Витченко А. Н., Телеш И. А. Современные тенденции изменения комфортности климата в городе Минске. *Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология*. 2017. № 2. С. 103—113.
- Волощук В. М., Бойченко С. Г. Сценарії можливих змін клімату України в 21 ст. (під впливом глобального антропогенного потепління). В кн.: Клімат України. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. С. 319—330.
- Забарна О. Оцінка комфортності та дискомфортності клімату в м. Києві та тенденції їх змін: *Тези доп. 3-ої молодіжної конференції «Суспільство, довкілля і зміна клімату»*. Київ, 2019.
- Исаев А. А. Экологическая климатология. Москва: Научный мир, 2001. 456 с.
- Клімат України: у минулому і майбутньому. Ред. М. І. Кульбіда, М. Б. Барабаш. Київ: Сталь, 2009. 234 с.
- Кліматичний кадастр України, 2005. Київ, ЦГО, 48 с. Режим доступу: <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=pos-klim-kadastr>.
- Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України. Ред. С. Степаненко, А. Польовий. Одеса: ТЕС, 2015. 520 с.
- Краковська С. В., Паламарчук Л. В., Гнатюк Н. В., Шпиталь Т. М. Проекції приземної температури та відносної вологості повітря в областях України до середини ХХІ ст. за даними ансамблів регіональних кліматичних моделей. *Геоінформатика*. 2018. № 3(67). С. 62—77.
- Пашков С., Мажитова Г. Медико-географическая оценка комфортности климатических условий Северо-казахстанской области. *Известия ТулГУ. Науки о Земле*. 2016. Вып. 3. С. 88—98.
- Центральна геофізична обсерваторія. (2019) Режим доступу [http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=k\\_klimat&f=kyiv](http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=k_klimat&f=kyiv).
- Шевченко О. Порівняльний аналіз біокліматичних індексів для оцінки комфортності урбанізованого середовища в теплий період. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 3(42). С. 105—115.
- Boychenko, S., Voloshchuk, V., Kuchma, T., Serdyuchenko, N. (2018). Long-time changes of the thermal continentality index, the amplitudes and the phase of the seasonal temperature variation in Ukraine. *Геофиз. журн.* Т. 40. № 3. С. 81—96. <https://10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137175>.

- Boychenko, S., Voloshchuk, V., Movchan, Ya., Serdjuchenko, N., Tkachenko, V., Tyshchenko, O., & Savchenko, S. (2016). Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of the National Aviation University*, 69(4), 96–113. <https://10.18372/2306-1472.69.11061>.
- WHO: *Climate Change And Health: A Tool To Estimate Health And Adaptation Costs*. (2013). Publications Regional Office for Europe, 55 p. Retrieved from <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Climate-change/publications/2013/climate-change-and-health-a-tool-to-estimate-health-and-adaptation-costs>.
- Di Napoli, C., Pappenberger, F., & Cloke, H. L. (2018). Assessing Heat-related Health Risk in Europe via the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International Journal of Biometeorology*, 62(7), 1155–1165. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1518-2>.
- IPCC: Climate change 2013: The Physical Science Basis. (2013). Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate, UNEP/WMO. Retrieved from <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.
- IPCC: Climate Change 2014: Synthesis Report. (2014). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.). Geneva, Switzerland, 151 p. Retrieved from <http://www.weadapt.org>.
- Kovats, S., Ebi, K., & Menne, B. (Eds.). (2005). *Methods for assessing the sensitivity of human health and adapting public health to climate change*. Publications WHO Regional Office for Europe, 111 p. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107538>.
- Leung, Y. K., Yip, K. M., & Yeung, K. H. (2008). Relationship between Thermal Index and Mortality in Hong Kong. *Meteorological Applications*, 15(3), 399–409. <https://doi.org/10.1002/met.82>
- Nedel, A. S., Gonçalves, F. L. T., Macedo Júnior, C., & Cardoso, M. R. A. (2015). Climatology of the human thermal comfort on São Paulo metropolitan area, Brazil: indoors and outdoors. *Revista Brasileira de Geofísica*, 33(2), 185–204. <http://dx.doi.org/10.22564/rbgf.v33i2.713>.
- Oliver, J. E. (Ed.). (2005). *Encyclopedia of World Climatology*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Science & Business Media, 874 p.
- Sajani, S., Garaffoni, G., Goldoni, C., Ranzi, A., Tibaldi, S., Lauriola, P. (2002). Mortality and Bioclimatic Discomfort in Emilia-Romagna, Italy. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 56, 536–537. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.56.7.536>.
- Rosenzweig, C., Solecki, W., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S., Bowman, T., & Ali Ibrahim S. (2015). *ARC3.2 Summary for City Leaders. Urban Climate Change Research Network*. Columbia University. New York, p. 28.
- Rymuza, K., Radzka, E., Świerzycka, G. (2019). Assessment of Variation in Thermal Sensations Determined Based on Effective Temperature Nor. *Journal of Ecological Engineering*, 20(2), 218–225. <https://doi.org/10.12911/22998993/93797>.
- Weather for 243 countries of the world. (2019). Retrieved from [https://rp5.ua/Weather\\_in\\_the\\_world](https://rp5.ua/Weather_in_the_world).

## Estimation of comfort of weather conditions and trends of their changes for the Kyiv region in the conditions of climate change

S. G. Boychenko, O. G. Zabarna, 2019

Climate change, the increasing variability of weather conditions and more often manifestation of extreme weather phenomena in Ukraine negatively affect the comfort of life,

health, working capacity and mortality of the population.

Evaluation of the population's sensitivity towards the new climatic conditions and the establishment of tendencies in the distribution of comfortable and uncomfortable weather periods during the year were estimated based on the calculation of equivalent-effective temperatures (EET) according to the Missenard's formula by using observation data from meteorostations in the Kyiv region.

A certain shift on a scale was established from a subcomfortable weather conditions in this region towards a more comfortable one for the period 1971—2018. However, the situation is becoming more complicated due to the increase in frequency of extreme temperatures in warm season, especially in summer, and significant variability in cold season (thermal and cold waves).

Analysis of the periodical observations for meteorological parameters (surface air temperature, air humidity and wind speed) from 9 meteorostations for the period 2006—2018 has shown that in cold season, against the general tendency to warming, significant variability of weather conditions appeared with an increase in frequency of frosty periods in winter and early spring. In warm period, the situation in the region is ambiguous, so for gradations (6÷12) and lower, there is a general tendency to decrease repeatability, and for gradations above (12÷16) to increase repeatability, which is associated with the appearing of heat waves.

A possible scenario of the repeatability occurrence of comfortable and uncomfortable weather situations is also proposed for cold and warm periods of the year in the Kyiv region by the middle of the 21st century in the face of further climate change.

Thus, biometeorological (bioclimatic) indices are effective indicators of the thermal structure of the environment, which surrounds a person, especially in the face of climate change, and their estimations are necessary to use in different spheres — medicine, balneology, ecology, etc.

**Key words:** climate change, equivalent-effective temperature, comfortable and uncomfortable weather conditions, trends and scenarios.

## References

- Andreev, S. S. (2012). *Integral assessment of climatic comfort on the example of the Southern Federal District of Russia*. St. Petersburg: Publ. of the Russian State Hydrometeorological University, 262 p. (in Russian).
- Boychenko, S. G. (2008). *Semi-empirical models and scenarios of global and regional changes of climate*. Kyiv: Naukova Dumka, 310 p. (in Ukrainian).
- Boychenko, S. G., Karamushka, V. I., Tyshchenko, O. V., & Mohnach, R. Yu. (2017). Environmental threats for biodiversity in the Kyiv from climate change. *Dopovidi NAN Ukrayiny*, (12), 104–111. <https://10.15407/dopovidi2017.12.104> (in Ukrainian).
- Boychenko, S. G., & Serdyuchenko, N. (2005). Assessment of the dependence of the parameters of regional climatic fields on the altitude above sea level. *Geofizicheskiy zhurnal*, 27(5), 858—867 (in Russian).
- Vitchenko, A. N., & Telesh, I. A. (2017). Current trends of the climatic comfort change in Minsk. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Geografiya. Geologiya*, (2), 103—113 (in Russian).
- Voloshchuk, V. M., & Boychenko, S. G. (2003). Scenarios of possible changes of climate of Ukraine in 21 century (under influence of global anthropogenic warming). In: Lipinsky V., Dyachuk V., Babichenko V. (Eds.), *The Climate of Ukraine* (pp. 308—331). Kiev: Raevsky Publ. (in Ukrainian).
- Zabarna, O. (2019). Assessment of climate comfort and discomfort in Kyiv and trends of their changes. *3th Youth Conference «Society, Environment and Climate Change»: Abstracts*. Kyiv (in Ukrainian).
- Isayev, A. A. (2001). *The Ecological Climatology*. Moscow: Nauchnyy Mir, 456 p. (in Russian).
- Kulbida, M., & Barabash, M. (Ed.). (2009). *Climate*

- of Ukraine: at the past and the future. Kyiv: Stal, 234 p. (in Ukrainian).
- The Climate Cadastre of Ukraine. (2005). Kyiv, Central Geophysical Observatory, 48 p. <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=pos-klim-kadast> (in Ukrainian).
- Stepanenko, S., & Polovyy, A. (Eds.). (2015). *Climate change and impact on the Ukrainian economy*. Odessa: TES, 520 p. (in Ukrainian).
- Krakovska, S. V., Palamarchuk, L. V., Gnatiuk, N. V. & Shpytal, T. M. (2018). Projections of air temperature and relative humidity in ukraine regions to the middle of the 21st century based on regional climate model ensembles. *Geoinformatika*, (3), 62—77 (in Ukrainian).
- Pashkov, S. V., & Mazhitova, G. Z. (2016). Medical and geographical assessment of comfort of climatic conditions in the north kazakhstan region. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle*, (3), 88—98 (in Russian).
- Central Geophysical Observatory. (2019). Retrieved from [http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=k\\_klimat&f=kyiv](http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=k_klimat&f=kyiv) (in Ukrainian)).
- Shevchenko, O. (2016). Comparative analysis of bioclimatic indices for assessment of comfort of urban environment in warm period. *Hidrolohiya, hidrokimiya i hidroekolohiya*, 3, 105—115 (in Ukrainian).
- Boychenko, S., Voloshchuk, V., Kuchma, T., Serdyuchenko, N. (2018). Long-time changes of the thermal continentality index, the amplitudes and the phase of the seasonal temperature variation in Ukraine. *Геофиз. журн.* Т. 40. № 3. С. 81—96. <https://10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137175>.
- Boychenko, S., Voloshchuk, V., Movchan, Ya., Serdyuchenko, N., Tkachenko, V., Tyshchenko, O., & Savchenko, S. 2016. Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of the National Aviation University*, 69(4), 96—113. <https://10.18372/2306-1472.69.11061>.
- WHO: *Climate Change And Health: A Tool To Estimate Health And Adaptation Costs*. (2013). Publications WHO Regional Office for Europe, 55 p. Retrieved from <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Climate-change/publications/2013/climate-change-and-health-a-tool-to-estimate-health-and-adaptation-costs>.
- Di Napoli, C., Pappenberger, F., & Cloke, H. L. (2018). Assessing Heat-related Health Risk in Europe via the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International Journal of Biometeorology*, 62(7), 1155—1165. <https://10.1007/s00484-018-1518-2>.
- IPCC: Climate change 2013: The Physical Science Basis. (2013). Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate, UNEP/WMO. Retrieved from <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.
- IPCC: Climate Change 2014: Synthesis Report. (2014). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.). Geneva, Switzerland, 151 p. Retrieved from <http://www.weadapt.org>.
- Kovats, S., Ebi, K., & Menne, B. (Eds.). (2005). *Methods for assessing the sensitivity of human health and adapting public health to climate change*. Publications WHO Regional Office for Europe, 111 p. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107538>.
- Leung, Y. K., Yip, K. M., & Yeung, K. H. (2008). Relationship between Thermal Index and Mortality in Hong Kong. *Meteorological Applications*, 15(3), 399—409. <https://10.1002/met.82>.
- Nedel, A. S., Gonçalves, F. L. T., Macedo Júnior, C., & Cardoso, M. R. A. (2015). Climatology of the human thermal comfort on São Paulo metropolitan area, Brazil: indoors and outdoors. *Revista Brasileira de Geofísica*, 33(2), 185—204. <http://dx.doi.org/10.22564/rbfg.v33i2.713>.
- Oliver, J. E. (Ed.). (2005). *Encyclopedia of World Climatology*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Science & Business Media, 874 p.
- Sajani, S., Garaffoni, G., Goldoni, C., Ranzi, A., Tibaldi, S., Lauriola, P. (2002). Mortality and Bioclimatic Discomfort in Emilia-Romagna, Italy. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 56, 536—537. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.56.7.536>.
- Rosenzweig, C., Solecki, W., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S., Bowman, T., & Ali Ibrahim S. (2015). *ARC3.2 Summary for City*

*Leaders. Urban Climate Change Research Network.* Columbia University. New York, p. 28.

*Nor. Journal of Ecological Engineering*, 20(2), 218–225. [https:// 10.12911/22998993/93797](https://10.12911/22998993/93797).

Rymuza, K., Radzka, E., Świerzycka, G. (2019). Assessment of Variation in Thermal Sensations Determined Based on Effective Temperature

Weather for 243 countries of the world. (2019). Retrieved from [https://rp5.ua/Weather\\_in\\_the\\_world](https://rp5.ua/Weather_in_the_world).