

ISSN: 2306-9716 (Print)  
ISSN: 2664-6110 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ

---

# ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

---

---

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

**3(48)**

---

---



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2023

**Екологічні науки** : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. :  
Видавничий дім «Гельветика», 2023. – № 3(48). – 208 с.

**Головний редактор:** Бондар О.І., доктор біологічних наук

**Заступник головного редактора:** Нагорнева Н.А.

**Науковий редактор:** Машков О.А., доктор технічних наук

**Відповідальний редактор:** Сікачина В.Г.

**Редакційна колегія:**

Гандзюра В.П., доктор біологічних наук

Єрмаков В.М., доктор технічних наук

Захматов В.Д., доктор технічних наук

Іващенко Т.Г., кандидат технічних наук

Коніщук В.В., доктор біологічних наук

Лукаш О.В., доктор біологічних наук,

Машков В.А., доктор технічних наук

Михайленко Л.Є., доктор біологічних наук

Нецветов М.В., доктор біологічних наук

Ольшевський С.В., доктор технічних наук

Риженко Н.О., доктор біологічних наук

Рудько Г.І., доктор геолого-мінералогічних наук,

доктор географічних наук, доктор технічних наук

Улицький О.А., доктор геологічних наук

Фінін Г.С., доктор фізико-математичних наук

Шматков Г.Г., доктор біологічних наук

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1) журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі біологічних наук (091 – Біологія), природничих наук (101 – Екологія, 103 – Науки про Землю) та технічних наук (183 – Технології захисту навколишнього середовища).

Журнал публікує (після рецензування та редагування) статті, які містять нові теоретичні та практичні здобутки в галузі екологічних наук.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

*Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International  
(Республіка Польща)*

## АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА БІОКЛІМАТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Кирнасівська Н.В.<sup>1</sup>, Шелестюк О.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Одеський державний екологічний університет  
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса

<sup>2</sup>Вінницькій обласний центр з гідрометеорології  
вул. Руданського, 14 / І. Богуна, 127, 21010, м. Вінниця  
nkirnasivska@gmail.com, olga.Shelestiuk@gmail.com

Оцінка біокліматичного потенціалу (БКП) в сучасних умовах ставить проблему моніторингу показника в одну із пріоритетних, так як в останні десятиліття спостерігаються помітні зміни клімату, як слідство, змінюються і агрокліматичні ресурси. Використовуючи модель розрахунку біологічної продуктивності земель Д.І. Шашко виконані розрахунки БКП у відносних величинах і балах для території Вінницької області базуючись на даних метеорологічних та агрометеорологічних станцій і постів. З метою прослідити динаміку змін біокліматичного потенціалу розрахунки проведені для різних часових періодів: I – 1966–1980; II – 1986–2005; III – 2006–2019 рр. Для другого періоду за методикою З.А. Міщенко та Н.В. Кирнасівської проведено уточнення значень БКП з урахуванням теплових ресурсів ґрунтів території. Проаналізовано величини різниць значень БКП за різні періоди, а саме показані відмінності між значеннями БКП за період сучасного потепління клімату (II) та значеннями БКП за даними Д. І. Шашко (I), а також – відмінності значень БКП між періодом останніх 13 років (III) та періодом, що йому передував (II). Встановлено, що біокліматичний потенціал території Вінницької області значно змінився протягом останніх десятиліть. Різниця між значеннями БКП за Д. І. Шашко та БКП, розрахованими для періоду сучасного потепління клімату (1986–2005 рр.), становить 2–3 бали, і її величина збільшується при просуванні з півдня на північ. Якщо розглядати період останніх 13 років (2006–2019 рр.) та період, що передував (1986–2005 рр.), то різниця між середніми значеннями БКП по шести раніше розглянутих станціях становитиме 8–10 балів. Це свідчить про те, що в останні роки спостерігається значне покращення умов вирощування сільськогосподарських культур. Потепління клімату внесло деякі зміни до характеру розподілу значень різниць БКП на території області: найбільш помітне підвищення значень БКП спостерігається у північних районах та центрально-західних. Введення поправки на температуру ґрунту призвело до помітного підвищення значень потенціалу. *Ключові слова:* біокліматичний потенціал, агрокліматичні ресурси, мікроклімат ґрунтів, зміна клімату.

### Agroclimatic assessment of the bioclimatic potential of the Vinnytsia region under conditions of climate change. Kyrnasivska N., Shelestiuk O.

The assessment of bioclimatic potential (BCP) in modern conditions poses the indicator monitoring problem in one of the priorities, since in recent decades noticeable climate changes have been observed, as a result, agroclimatic resources are also changing. Using the model for calculating the biological productivity of lands D.I. Shashko made calculations of BCP in relative values and points for the territory of Vinnytsia region based on the data of meteorological and agrometeorological stations and posts. In order to monitor the dynamics of changes in the bioclimatic potential, calculations were made for different time periods: I – 1966–1980; II – 1986–2005; III – 2006–2019. For the second period according to the methodology of Z.A. Mishchenko and N.V. Kyrnasivska, the values of BCP were clarified taking into account the thermal resources of the soils of the territory. The values of the differences in BCP values for different periods were analyzed, namely the differences between the BCP values during the period of modern climate warming (II) and the BCP values according to the data of D. I. Shashko (I), as well as the differences in the BCP values between the period of the last 13 years (III) and the period preceding it (II). It was established that the bioclimatic potential of the territory of Vinnytsia region has changed significantly during the last decades. The difference between the BCP values according to D. I. Shashko and the BCP calculated for the period of modern climate warming (1986–2005) is 2–3 points, and its value increases when moving from south to north. If we consider the period of the last 13 years (2006–2019) and the preceding period (1986–2005), the difference between the BCP average values at the six previously considered stations will be 8–10 points. This indicates that in recent years there has been a significant improvement in the conditions for growing agricultural crops. Climate warming has made some changes to the nature of the BCP distribution differences in the territory of the region: the most noticeable increase in BCP values is observed in the northern and central-western regions. The introduction of correction for soil temperature led to a noticeable increase in potential values. *Key words:* bioclimatic potential, agroclimatic resources, soil microclimate, climate change.

**Постановка проблеми.** Кліматичні ресурси території можна характеризувати біокліматичним потенціалом (БКП). З БКП пов'язані можливий набір сільськогосподарських культур, біологічна продуктивність, ефективність затрат, територіальна спеціалізація, заходи по охороні та покращенню навколишнього середовища. Значна частина природ-

них ресурсів, у тому числі агрокліматичних, в даний час використовуються недостатньо. Це пов'язано, насамперед, з малою вивченістю клімату та місцевого клімату на регіональному рівні з точки зору використання його в сільському господарстві. Тому бонітування клімату, на території конкретної країни і навіть адміністративної області належить до ряду

актуальних питань, які пов'язані з оцінкою біологічної продуктивності природних ресурсів, особливо в сучасних умовах змін клімату.

**Актуальність дослідження.** Біокліматичний потенціал характеризується комплексом кліматичних факторів, які визначають можливу біологічну продуктивність земель для даної території. Повне бонітування клімату має декілька складових. По перше надається оцінка загального сільськогосподарського потенціалу природних умов за ресурсами клімату на основі загальних показників тепло- та вологозабезпеченості. Результати оцінки можуть бути надані як у вигляді сукупних балів бонітету за всіма видами ресурсів, так і за окремими бонітувальними показниками. На цьому етапі визначається ступінь забезпеченості сільськогосподарського виробництва різними видами агрокліматичних ресурсів в цілому. В практичному плані результати такої оцінки можуть мати інтерес при використанні землі в якості товару при ринкових відносинах, при розробці стратегії і тактики сільськогосподарської політики в тому чи іншому регіоні країни, заходи оптимізації умов середовища при оцінці необхідності агроекологічного обмовлення ведення сільського господарства в сучасних кліматичних умовах.

На далі надається оцінка сільськогосподарського потенціалу природного середовища за ресурсами клімату стосовно до окремих сільськогосподарських культур та їх груп, і система бонітувальних показників формується з урахуванням рослин до клімату. На цьому етапі виявляється ступінь забезпеченості агрокліматичними ресурсами росту, розвитку та формування врожаю конкретних сільськогосподарських культур, що в подальшому полегшує аграріям розуміння щодо вибору та розміщення видів і сортів культурних рослин за для отримання високих і стабільних врожаїв.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** Тема даної роботи пов'язана одним із напрямків наукової школи кафедри агрометеорології та агроекології Одеського державного екологічного університету, та виконана в рамках спільної практичної роботи з Вінницьким обласним центром з гідрометеорології.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вчення про біокліматичний потенціал одержало значний розвиток в агрокліматичних дослідженнях наприкінці минулого сторіччя. Дослідники прагнули не тільки якісно, а і кількісно оцінити біологічну продуктивність земель на основі БКП. Ряд досліджень включає детальну оцінку біокліматичного потенціалу окремих регіонів, оцінку БКП за допомогою чисельних моделей продуктивності сільськогосподарських культур, а також оцінку сприятливості окремих агрокліматичних характеристик для зростання та розвитку рослин. З'явилися узагальнюючі роботи з урахуванням переоцінки БКП в умовах сучасного потепління клімату [1, 2, 3].

На території України фактично оцінкою біологічної продуктивності клімату займається наукова школа Міщенко З.А., кафедри агрометеорології та агроекології Одеського державного екологічного університету. Так, на початку 2000-их років Міщенко З.А. і Кирнасівською Н.В. проведено фундаментальне дослідження з регіональної оцінки біокліматичного потенціалу території України та побудовані комплексні карти БКП і його показників для умов природного та оптимального зволоження з виділенням макрорайонів за основним показником – *Бк*, який виражено у балах для умов відкритого рівного місця. Запропонована також методика мікрокліматичної оцінки БКП з урахуванням теплових ресурсів ґрунтів та неоднорідностей підстильної поверхні, яка отримала свій розвиток в подальших наукових роботах [4, 5, 6, 7]. Регіональний підхід до оцінки біологічної продуктивності клімату на прикладі України авторам дозволив суттєво деталізувати карто-схему розподілення БКП на території СНГ, яку склав Д.І. Шашко.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** За останнє десятиліття робіт по оцінці біокліматичного потенціалу територій не так вже й багато. При безсумнівній цінності виконаних раніше наукових досліджень є потреба їх подальшого розвитку, насамперед, в напрямку регіоналізації показників сільськогосподарського бонітету клімату в межах окремих країн, адміністративних областей. Крім того, необхідно удосконалення розглянутих фізико-статистичних моделей продуктивності клімату з тим, щоб крім загальної оцінки БКП можна було б виконувати оцінку вже з урахуванням мікрокліматичних особливостей тієї чи іншої території. В сукупності з тим, що спостерігається значне потепління клімату, стає також актуальним питання проведення нових розрахункових робіт з метою прогнозування змін БКП тієї чи іншої території в сучасних кліматичних умовах.

**Новизна.** Вперше для території адміністративної області, в даній роботі на прикладі Вінницької, виконано агрокліматичну оцінку мінливості біокліматичного потенціалу в сучасних умовах. Наведено порівняльний аналіз динаміки змін біокліматичного потенціалу для різних часових періодів: I – 1966–1980; II – 1986–2005; III – 2006–2019 рр.

**Методологічне або загальнонаукове значення.** Для порівняльної міжрегіональної оцінки земель необхідно встановити міру їх можливої біологічної продуктивності. В якості такої міри можуть служити відносні значення біокліматичного потенціалу, які синтезують вплив на біологічну продуктивність основних факторів клімату – тепла і вологи. Цей показник може бути прийнятий за міру біокліматичного потенціалу як у вузькому так і широкому сенсі, так як можливою біологічною продуктивністю земель за природно-кліматичними умовами визнача-

ються і зонально-адміністративні особливості сільськогосподарства. Тут і оцінка виробничих сил земель та ефективності затрат на основі біокліматичного потенціалу; оцінка ступеню використання біокліматичного потенціалу при різних рівнях сільськогосподарського виробництва; урахування прояву БКП у визначених природно-виробничих комплексах з характерною спеціалізацією, системами ведення сільськогосподарства та ін.

**Викладення основного матеріалу.** Розрахунки БКП проводилися за фізико-статистичною моделлю Д.І. Шашко та уточнювали за методикою З.А. Міщенко, Н.В. Кирнасівської [6] за даними метеорологічних та агрометеорологічних станцій і постів Вінницької області – Білопілля, Козятин, Уладовка-Нове, Хмільник, Липовець, Вінниця, Жмеринка, Гайсин, Немирів, Могилів-Подільський, Крижопіль [8].

Фізико-статистична модель розрахунку біокліматичного потенціалу базується на врахуванні ресурсів тепла і вологи в міжсезонних розрізах. Для порівняльної оцінки біокліматичної продуктивності великої території застосовується формула для визначення відносних значень біокліматичного потенціалу (БКП):

$$БКП = K_p \cdot \frac{\sum T_c > 10^0 C}{\sum T_{баз}^0 C}, \quad (1)$$

де  $\sum T_c > 10^0 C$  – сума середніх добових температур повітря за період активної вегетації в даному місці;  $^0 C$  – базисна сума температур повітря для порівняння з продуктивністю на межі можливого польового землеробства;  $K_p$  – коефіцієнт росту.

Для порівняльної оцінки (у балах) біологічної продуктивності ( $B_k$ ) відносно середньої для країни продуктивності застосовується формула:

$$B_k = K_p \cdot \frac{\sum T_c \cdot 100}{1900^0 C} = 55 \cdot БКП, \quad (2)$$

де  $1900^0 C$  – базисна сума середніх добових температур повітря для порівняння із середньою по країні продуктивністю клімату; 55 – коефіцієнт пропорційності, розрахований по співвідношенню базисних сум температур повітря  $1000^0 C$  та  $1900^0 C$  і виражений у відсотках.

Майже повсюдно на території України, в тому числі і у Вінницькій області, має місце велика строкатість ґрунтів, що розрізняються на малих площах за механічним складом, тепловими та водними ресурсами. В зв'язку з цим З.А. Міщенко, Н.В. Кирнасівською запропонована подальша регіоналізація розрахункової схеми оцінки БКП в межах обмежених територій (адміністративна область, невеликий район, окреме господарство) з урахуванням мікроклімату ґрунтів. Для отримання БКП і  $B_k$  на ґрунтах піщаних, супіщаних, важкосуглинистих і глинистих доцільно ввести в формулу (1) перехідні коефіцієнти ( $K_z$ ) у вигляді:

$$K_{nz} = \frac{\sum T_{nz}}{\sum T_{zc}}; \quad K_{cz} = \frac{\sum T_{cz}}{\sum T_{zc}}; \quad K_{вс} = \frac{\sum T_{вс}}{\sum T_{zc}}, \quad (3)$$

де  $\sum T_{zc}$  – сума температур ґрунту на глибині 10, 20 см за період з  $T_c$  вище  $10^0 C$  (середній суглинок, прийнятий за нормальне місцерозташування);  $\sum T_{nz}$ ,  $\sum T_{cz}$ ,  $\sum T_{вс}$  – ті ж суми температур відповідно для піщаних, супіщаних і важкосуглинистих ґрунтів.

На рис. 1 представлено розподіл по території області значення БКП та супутніх показників за методикою Д.І. Шашко, за середньобаторічними даними періоду 1966–1980 рр., які відповідають кліматичним умовам, типовим для третьої чверті ХХ століття. Значення БКП розраховані для умов

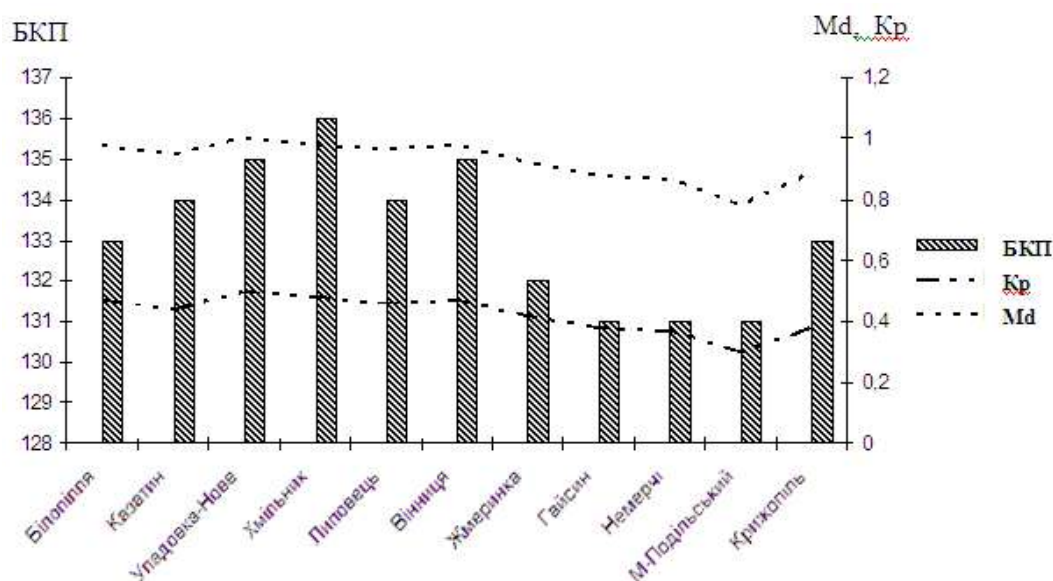


Рис. 1. Значення біокліматичного потенціалу ( $B_k$ , бали) та супутніх показників ( $Md$ ,  $K_p$ ) для території Вінницької області за період 1966–1980 рр.



відкритого рівного місця та в цілому дозволяють побачити загальні закономірності в зміні біокліматичного потенціалу в даному періоді.

В даному часовому періоді по області сума середньодобових температур повітря за теплий період складала 2465–3060 °С та в середньорічному випадку 545–626 мм опадів (рис. 2). Як слідство, показник зволоження складав 0,30–0,50 (зона зволоження – напівволога), а коефіцієнт росту 0,78–1,0. Біокліматичний потенціал при даному співвідношенні волого-теплових ресурсів досягав 131–136 балів, що відповідає підвищеній біологічній продуктивності клімату за шкалою Д.І. Шашко.

Результати оцінки біологічної продуктивності клімату за II період 1986–2005 рр. представлені у табл. 1 та на рис. 2. В даному часовому періоді по території області в середньобагаторічному спостерігається збільшення показників тепло та вологозабезпеченості в порівнянні з I періодом (рис. 2). Коефіцієнт зростання складає 0,89. Як слідство, *B<sub>к</sub>* на 3 бали вище в порівнянні з I періодом, що вказує на зростання продуктивності клімату. Деякі станції

відрізняються нехарактерними значеннями БКП. Так, на ст. Липовець середнє

значення *B<sub>к</sub>* на 9 балів більше середніх значень по області. Це пов'язано з тим, що тут річна кількість опадів на 14–74 мм вища, ніж на сусідніх станціях Хмільник та Вінниця. На ст. Могилів-Подільський, навпаки значення *B<sub>к</sub>* зменшилося на 8 балів. Низькі значення *B<sub>к</sub>* тут, порівняно зі станціями Гайсин та Жмеринка, пов'язані з нижчою кількістю опадів, а також підвищеним температурним режимом, тобто засушливістю. Коефіцієнт зволоження 0,31, найнижчий по території.

Якщо звернутися до карти агрокліматичного районування БКП для умов природного зволоження території України [6], то видно, що одержані бали *B<sub>к</sub>* відповідають, на більшій частині території області, підвищеній продуктивності клімату. Виключення складають території ст. Хмільник, де має місце помірно-висока продуктивність клімату, та ст. Могилів-Подільський – середня продуктивність клімату.

Для уточнення біологічної продуктивності клімату у другому періоді за рахунок теплових ресурсів

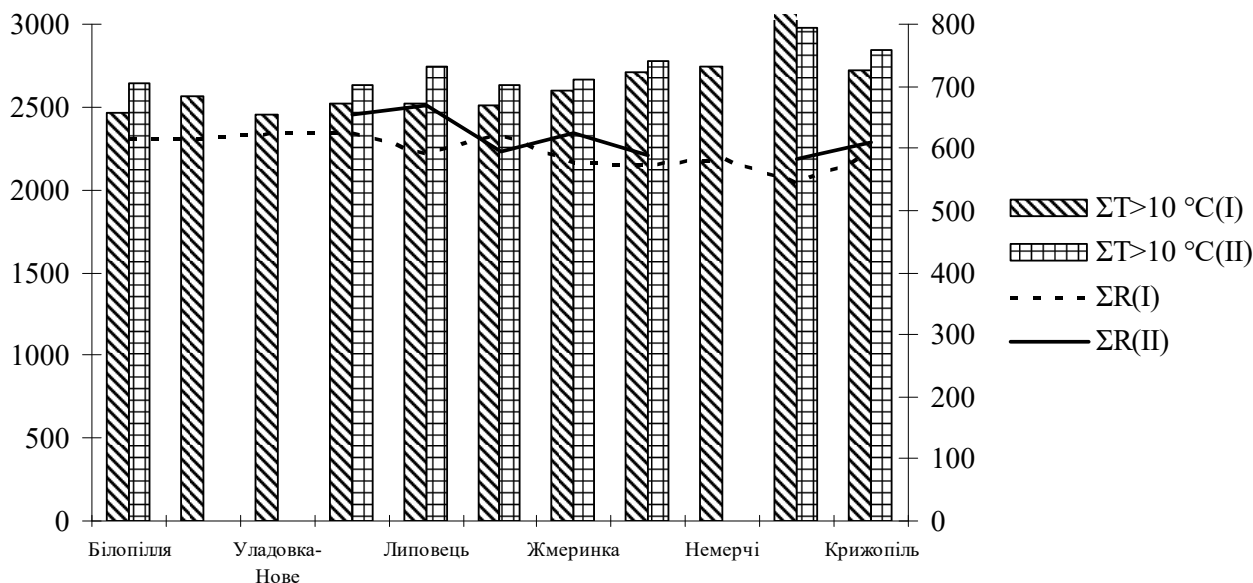


Рис. 2. Порівняльна діаграма сум позитивних температур повітря вище 10 °С та річних сум опадів за періоди: I – 1966–1980 рр.; II – 1986–2005 рр.

Примітка: ст. Білопілья; ст. Казатин; ст. Уладовка-Нове; ст. Хмільник; ст. Липовець; ст. Вінниця; ст. Жмеринка; ст. Гайсин; ст. Немерчі; ст. Могилів-Подільський; ст. Крижопіль

Таблиця 1

Оцінка біокліматичного потенціалу території Вінницької області за період 1986–2005 рр.

Станція	$\Sigma T_{\text{акт.}},^{\circ}C$	$\Sigma R, \text{мм}$	$\Sigma d, \text{мм}$	$Md$	$K_p$	БКП	$B_{\text{к}}$ , бали	$B_{\text{к(он)}}$
Білопілья	2646	590	1441	0,41	0,91	2,42	133	83
Хмільник	2634	654	1413	0,46	0,96	2,53	139	86
Липовець	2740	668	1478	0,45	0,95	2,61	144	86
Вінниця	2636	594	1480	0,40	0,9	2,38	134	83
Жмеринка	2669	624	1513	0,41	0,91	2,44	132	83
Гайсин	2782	588	1613	0,36	0,86	2,39	129	82
М.-Подільський	2974	584	1881	0,31	0,79	2,35	134	79

грунтів, для початку нами виконано кількісну оцінку мікрокліматичної мінливості теплових ресурсів ґрунту на глибині 10 см з урахуванням різного механічного складу. Для цієї мети за формулою

$$\Delta T_{2m} = (\Sigma T_{2m} - \Sigma \bar{T}_2), \quad (4)$$

де  $\Sigma T_{2m}$  – сума температур ґрунту різного механічного складу;  $\Sigma \bar{T}_2$  – фонові суми температур ґрунту вище 10 °С на глибині 10 см для середньосуглинстого ґрунту, яка знаходилася шляхом визначення відхилення сум температур середньосуглинстого ґрунту ( $\Sigma T_2$ ), знятих з ізоліній на карті, виконаній Міщенко З.А. та Кирнасівською Н.В. для території України, від сум температур ґрунту різного механічного складу ( $\Sigma T_{2m}$ ).

У більшості районів Вінницької області переважають середньосуглинні ґрунти, виняток становить район ст. Могилів-Подільський, де переважають легкоглиністі ґрунти (табл. 2). Встановлено, що в області ґрунти середньосуглинні, з урахуванням місцевих умов та періоду дослідження, тепліші на 112–221 °С в порівнянні з фоновими значеннями сум температур ґрунту на глибині 10 см, які виділені ізолініями на карті [6]. Легкоглиністі ґрунти, що мають місце в південних та південно-західних районах області виявилися теплішими на 505 °С в порівнянні з фоновими значеннями.

Отже, для перерахунку  $B_k$  на ґрунти різного механічного складу, ми запровадили перехідний коефіцієнт  $K_z$  (формула 3), який по території області становить для середньосуглинних ґрунтів 1,0–1,08. На легкосуглинних ґрунтах збільшується до 1,17.

На основі загальної агрокліматичної оцінки зміни  $B_k$  за природного зволоження, а також за отриманими даними щодо мікрокліматичної мінливості теплових ресурсів ґрунтів різного механічного складу, нами уточнено біокліматичний потенціал II -го періоду. Отримані результати надано на рис. 3. Як видно з рис. 3 при введенні поправки на температуру ґрунтів загальні закономірності розподілу величини  $B_k$  зберігаються, а самі значення біокліматичного потенціалу підвищуються. Єдиним винятком є ст. Жмеринка, де спостерігається незмінна величина біологічної продуктивності клімату з урахуванням мікроклімату ґрунтів.

Ймовірно, причина цього у фізичних властивостях ґрунтів, які повністю відповідають середньому суглинку та не піддаються впливу місцевому рельєфу. Різке зростання  $B_{kT}$  на станції Могилів-Подільський пов'язане з тим, що в даному районі переважають мочаристі легкоглиністі ґрунти, що призводить до отеплюючого ефекту. Різниця значна та складає 18 балів.

Третій період охоплює сучасні дані останніх 13 років (2006–2013). Розрахунки  $B_k$  базуються

Таблиця 2

Відхилення сум температур ґрунту вище 10 °С на глибині 10 см ( $\Delta \Sigma T_2$ ) від фонових  $\Sigma \bar{T}_2$  і коефіцієнт  $K_z$

№	Станція	Тип ґрунту	$\Sigma T_{2m}, ^\circ\text{C}$	$\Delta \Sigma T_{2m}$	$\Delta \Sigma T_2$	$K_z$
1	Білопілля	сс	2780	2979	199	1,07
2	Хмільник	сс	2780	3001	221	1,08
3	Вінниця	сс	2860	2972	112	1,04
4	Жмеринка	сс	2900	2909	9	1,00
5	Гайсин	сс	3020	3202	182	1,06
6	М.-Подільський	лгл	3050	3555	505	1,17

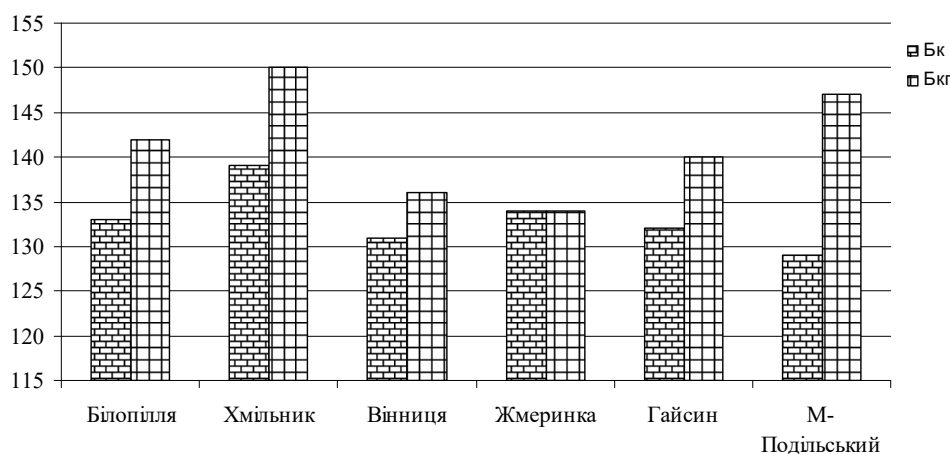


Рис. 3. Значення біокліматичного потенціалу для умов відкритого рівного місяця ( $B_k$ , бали) та з урахуванням мікроклімату ґрунтів ( $B_{kT}$ , бали) на території Вінницької області

на щорічних даних ТСГ-1 і охоплюють 6 станцій Вінницької області (ст. Білопілля, Хмільник, Вінниця, Жмеринка, Гайсин, Могилів-Подільський). Осереднені значення показників біологічної продуктивності клімату за цей період наведені в табл. 3.

Чітко видно зменшення коефіцієнту зволоження в порівнянні з II періодом на 0,06-0,07. Сума активних температур за теплий період в середньообагаченому коливається від 2976 до 3355 °С і є вищою ніж в попередньому періоді. В даних умовах тепло-вологозабезпеченості відносний показник біологічної продуктивності дорівнює 2,43–2,59, що відповідає 134–143 балам, що на 3–10 балів більше в порівнянні з II періодом. В сучасних умовах формується помірно-висока та підвищена біологічна продуктивність клімату.

На рис. 4 показані відмінності між значеннями БКП за період сучасного потепління клімату (II) та значеннями БКП за даними Д.І. Шашко (I), а також – відмінності значень БКП між періодом останніх 13 років (III) та періодом, що йому передував (II).

**Головні висновки.** Отримані результати наочно свідчать, що біокліматичний потенціал території Вінницької області значно змінився протягом останніх десятиліть. Різниця між значеннями  $B_k$  за Д.І. Шашко та  $B_k$ , розрахованими для період сучасного потепління клімату (1986–2005 рр.), становить 2–3 бали, і її величина збільшується при просуванні з півдня на північ. Якщо розглядати період останніх 13 років (2006–2019 рр.) та період, що передував (1986–2005 рр.), то різниця між середніми значен-

Таблиця 3

**Агрокліматична оцінка біокліматичного потенціалу при природному зволоженні на території Вінницької області за період 2006–2013 рр.**

Роки	$\Sigma R$	$\Sigma d$	Коефіцієнт зволоження		$\Sigma T_{\text{акт.}}$	БКП	$B_k$ , бали
			$M_d$	$K_p$			
<b>ст. Білопілля</b>							
середнє	577	1568	0,37	0,85	3028	2,58	142
<b>ст. Хмільник</b>							
середнє	596	1511	0,40	0,89	2976	2,58	142
<b>ст. Вінниця</b>							
середнє	540	1645	0,33	0,81	3002	2,43	134
<b>ст. Жмеринка</b>							
середнє	595	1639	0,37	0,85	3042	2,58	142
<b>ст. Гайсин</b>							
середнє	582	1729	0,34	0,82	3168	2,59	143
<b>ст. Могилів-Подільський</b>							
середнє	566	1940	0,30	0,68	3355	2,52	139

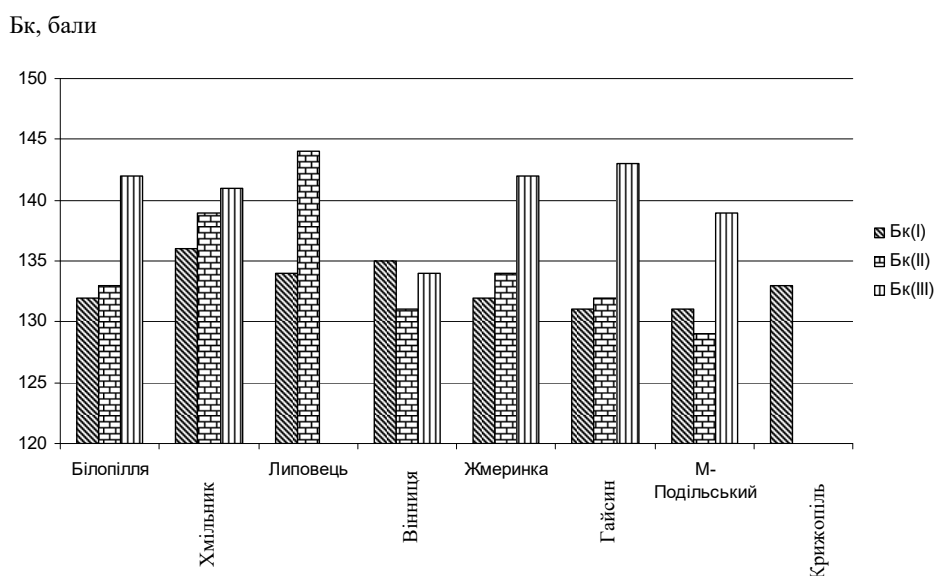


Рис. 4. Порівняльна оцінка значень біокліматичного потенціалу ( $B_k$ , бали) для території Вінницької області за періоди: I – 1966–1980 рр.; II – 1986–2005 рр.; III – 2006–2019 рр.



нями *B<sub>k</sub>* по шести розглянутих станціях становитиме 8–10 балів. Це свідчить про те, що в останні роки спостерігається значне покращення умов вирощування сільськогосподарських культур. Потепління клімату внесло деякі зміни до характеру розподілу значень різниць *B<sub>k</sub>* на території області: найбільш помітне підвищення значень *B<sub>k</sub>* спостерігається у північних районах та центрально-західних.

Мінімальні значення *B<sub>k</sub>* за розглянуті періоди були характерними для ст. Могилів-Подільський, найбільші – для ст. Хмільник. Цікаво, що після введення поправок на температуру ґрунту на глибині, максимумами та мінімумами відзначаються на різних станціях. Так мінімальне значення *B<sub>k</sub>* на ст. Могилів-Подільський збільшується до 147 балів, та переви-

щує значення показника для станцій в центральній частині області та зберігається закономірність найвищого показника *B<sub>k</sub>* для ст. Хмільник.

**Перспективи використання результатів дослідження.** Зміни клімату, які спостерігаються в останні десятиріччя ставлять проблему моніторингу біокліматичного потенціалу в одну із пріоритетних. Отримані результати можуть бути використані при обґрунтуванні розробки заходів для забезпечення стійкого і перспективного розвитку сільського господарства в районі дослідження, а також для кількісної оцінки ступеню ефективності використання біокліматичного потенціалу території Вінницької області основними сільськогосподарськими культурами в сучасних умовах.

### Література

1. Climate change 2007: the physical science basis / ed.: S. Solomon [et al.]. New York. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 2007. 996 p.
2. Kazandjiev V., Moteva M., Georgiev V. Climate change, agroclimatic resources and agroclimatic zoning of agriculture in Bulgaria. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. Vol. 113, No. 1–2. January–June 2009. pp. 23–37.
3. Zmudzka E., 2004. The climatic background of agricultural production in Poland (1951–2000). *Miscellanea Geographica*, Warszawa. 2004. vol. 11. pp. 127–137.
4. Кирнасівська Н.В. Порівняльна агрокліматична оцінка біокліматичного потенціалу території Київської та Запорізької областей з урахуванням мікроклімату. *Український гідрометеорологічний журнал*. Вип. 3. 2008. С. 117–124.
5. Кирнасівська Н.В. Агрокліматична оцінка загальної біологічної продуктивності клімату на території центральної України для вирощування кукурудзи. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. Вип. 7. 2009. С. 120–133.
6. Міщенко З.А., Кирнасівська Н.В. Агрокліматичні ресурси України і урожай: монографія. Одеса: Екологія, 2011. 296 с.
7. Кирнасівська Н.В. Агрокліматична оцінка та районування біокліматичного потенціалу території Одеської області. *Наукові праці українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*. Вип. 269. 2016. С. 158–166.
8. Агрокліматичний довідник по Вінницькій області: (1986–2005 рр.). / Під ред. М.М. Кошавки, Т.І. Адаменко. Вінниця: Астропринт, 2010. С. 209.