

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліни
"Сучасні проблеми оцінки агрокліматичних ресурсів та районування"
на тему: «Біокліматичний потенціал територій»
для магістрів денної та заочної форм навчання

Спеціальність – 103 «Науки про Землю»

Одеса - 2020

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Сучасні проблеми оцінки агрокліматичних ресурсів та районування” для студентів першого року навчання денної та заочної форм за спеціальністю 103 «Науки про Землю», рівень вищої освіти «магістр»/ к.геогр.н., доц. Кирнасівська Н.В. - Одеса, ОДЕКУ, 2020 р. 32 стор.

ЗМІСТ

№ п/п		Стр.
	ПЕРЕДМОВА.....	4
	МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ БІОКЛІМАТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗЕМЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ МІКРОКЛІМАТУ ТЕРИТОРІЇ.....	6
1	Теоретичні відомості.....	6
2	Практична частина.....	13
	Запитання для самоперевірки.....	31
	Список використаних джерел.....	32

ПЕРЕДМОВА

У сільськогосподарському виробництві при вирішенні багатьох практичних питань велике значення має порівняльна міжрегіональна оцінка земель. Така оцінка можлива на основі відносних значень біокліматичного потенціалу. З біокліматичним потенціалом пов'язані можливий набір сільськогосподарських культур, біологічна продуктивність, ефективність затрат, територіальна спеціалізація, заходи по охороні та покращенню навколишнього середовища.

В більш вузькому розумінні біокліматичний потенціал характеризується комплексом кліматичних факторів, які визначають можливу біологічну продуктивність земель для даної території.

Повне бонітування клімату має два основних етапи. На першому етапі 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 томи чи іншому регіоні країни, заходи оптимізації умов середовища при оцінці необхідності агроекологічного обмовлення ведення сільського господарства.

На другому етапі 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.

Дані методичні вказівки є розширеним доповненням до Розділу 3 "Біокліматичний потенціал територій" методичних вказівок до практичних робіт магістрів з дисципліни «СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТА РАЙОНУВАННЯ» .

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ БІОКЛІМАТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗЕМЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ МІКРОКЛІМАТУ ТЕРИТОРІЇ

1. Теоретичні відомості

Опираючись на модель Д.І. Шашко [3], алгоритм розрахунків біокліматичного потенціалу полягає в наступному.

Для порівняльної оцінки біокліматичної продуктивності великої території СНД із різним поєднанням тепла і вологи в міжзональних розрізах застосовується формула для визначення відносних значень біокліматичного потенціалу (БКП):

$$БКП = K_p \cdot \frac{\sum T_c > 10^0 C}{1000^0 C}, \quad (1.1)$$

де $\sum T_c > 10^0 C$ – сума середніх добових температур повітря за період активної вегетації в даному місці; $1000^0 C$ – базисна сума температур повітря для порівняння з продуктивністю на межі можливого польового землеробства; K_p – коефіцієнт росту.

У приведеній формулі коефіцієнт росту K_p являє собою відношення врожайності в даних умовах вологозабезпеченості до максимальної врожайності в умовах оптимальної вологозабезпеченості. Його значення визначаються по формулі:

$$K_p = 1,51g(20Md) - 0,21 + 0,63Md - Md^2, \quad (1.2)$$

де Md – показник атмосферного зволоження.

Умовний показник зволоження розраховується по формулі:

$$Md = \frac{\sum P}{\sum (E - e)}, \quad (1.3)$$

де P – кількість опадів за рік (мм);

$(E - e)$ – сума дефіцитів вологості повітря за рік (мм).

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

$$B_k = K_p \cdot \frac{\sum T_c \cdot 100}{1900^{\circ}C} = 55 \cdot BKП, \quad (1.4)$$

де $1900^{\circ}C$ – базисна сума середніх добових температур повітря для порівняння із середньої по країні продуктивністю клімату;

55 – коефіцієнт пропорційності, розрахований по співвідношенню базисних сум температур повітря $1000^{\circ}C$ та $1900^{\circ}C$ і виражений у відсотках.

Для умов оптимального зволоження на території яка розглядається, біокліматичний потенціал у вигляді $BKП'$ і B_k' розраховується по формулі:

$$BKП' = K'_p \cdot \frac{\sum T_c > 10^{\circ}C}{1000^{\circ}C}, \quad (1.5)$$

$$B_k' = 55 \cdot BKП'. \quad (1.6)$$

При значеннях $Md \approx 0,50 - 0,55$ складаються оптимальні умови для вологозабезпеченості рослин. Відносно цих умов K_p приймає значення одиниці.

Надалі вивчивши загальні агрокліматичні ресурси України, Міщенко З.А. і Кирнасівською Н. В. [2, 4, 5] проведено дослідження з регіональної оцінки біокліматичного потенціалу на території України і побудована комплексні карти $BKП$ і його показників для умов природного та оптимального зволоження. Так при природному зволоженні карта складена для умов відкритого рівного місця за основним показником – $BKП$, який виражено у балах. На карті виділено 8 макрорайонів. До карти додається легенда (табл. 1.1) з кількісною оцінкою основних показників клімату (B_k , $BKП$, $\sum T_c > 10^{\circ}C$, Md , K_p , Σr).

Для умов оптимального зволоження при розрахунку БКП взято значення коефіцієнта зволоження за рік рівне 0,50 (воно характеризує умови оптимального зволоження), якому відповідає коефіцієнт зростання K_p близький до 1,0). На агрокліматичній карті виділено 12 макрорайонів з кроком в 10 балів. До карти також додається легенда у вигляді табл. 1.2, з кількісною оцінкою не тільки B'_k (бали) для умов оптимального зволоження, але і BKP' (відносні одиниці). Тут же представлені значення різниці ($B_k - B'_k$). Від'ємні різниці вказують на необхідність зрошення, а позитивні різниці - на необхідність осушення або скидання води.

Подальша регіоналізація розрахункової схеми оцінки біокліматичного потенціалу в межах обмежених територій (адміністративна область, невеликий район, окреме господарство) з урахуванням мікроклімату може виконуватися наступним чином. Якщо територія являє собою горбистий або низькогірський рельєф, то доцільно ввести перехідні коефіцієнти для перерахунку значень БКП і B_k для північних, південних, західних і східних схилів крутизною 5, 10, 15, 20°.

Ці коефіцієнти розроблені З. А. Міщенко і С. В. Ляховою [1] для території України:

$$K_Q = \frac{\sum Q_C}{\sum Q} \text{ и } K_{\Phi} = \frac{\sum Q_{\Phi C}}{\sum Q_{\Phi}}, \quad (1.7)$$

де $\sum Q_C$, $\sum Q_{\Phi C}$ – сумарна сонячна радіація і ФАР за вегетаційний період з $\sum T_c > 10^{\circ}C$, яка надходить на схил заданої крутизни та експозиції; $\sum Q$, $\sum Q_{\Phi}$ – сумарна радіація і ФАР, яка надходить на горизонтальну поверхню.

Абсолютні значення $\sum Q_C$ и $\sum Q_{\Phi C}$ визначаються за виразами:

$$\sum Q_C = \sum Q \cdot K_Q, \quad \sum Q_{\Phi C} = \sum Q_{\Phi} \cdot K_{\Phi}. \quad (1.8)$$

Таблиця 1.1 - Регіональна оцінка загальної біологічної продуктивності клімату при природному зволоженні в Україні

Макро-район	Б_к, бали	БКП	$\Sigma T_c > 10^\circ C$	Мd, за год	К_p	ΣR, мм
1. Дуже низька	<100	<1,80	1000-1600	0,9-1,4	0,75-0,30	1000-1400
2. Низька	100-110	1,80-2,00	1500-1900	0,80-1,00	0,82-0,62	850-1100
3. Понижена	110-120	1,98-2,18	2000-3400	0,21-0,75	0,58-0,82	450-850
4. Середня	120-130	2,18-2,35	2700-3350	0,24-0,38	0,70-0,85	450-570
5. Підвищена	130-140	2,35-2,54	А)2400-3000 Б)3250-3450	0,35-0,45	0,83-0,95	550-700 350-650
6. Помірно-висока	140-150	2,54-2,70	А)2420-2600 Б)3400-3900	0,50-0,60	0,98-1,0	600-750 300-400
7. Висока	150-160	2,72-2,90	2400-2550	0,52-0,73	1,0-0,85	680-850
8. Дуже висока	>160	>2,90	3000-3300	0,60-0,85	1,0-0,80	800-1000

Таблиця 1.2 – Регіональна оцінка біологічної продуктивності клімату в умовах оптимального зволоження в Україні

Макрорайон	B'_k	BKP'	$(B_k - B'_k)$	Види мелиорации
1. Дуже низька	80 - 100	1,44 – 1,8	40 – 30	Скидання води, осушення
2. Низька	100 - 110	1,8 – 1,98	33 – 23	Скидання води, осушення
3. Відносно низька	110 - 120	1,98 – 2,16	26 – 16	періодичне осушення
4. Помірно низька	120 - 130	2,16 – 2,34	19 – 10	періодичне осушення
5. Понижена	130 - 140	2,34 – 2,52	11 – 2	Не потрібно
6. Відносно понижена	140 - 150	2,52 – 2,7	4 – -6	Не потрібно
7. Середня	150 - 160	2,7 – 2,88	-3 – -13	Поливи в критичн. період
8. Підвищена	160 - 170	2,88 – 3,06	-10 – -20	періодичне зрошення
9. Відносно висока	170 - 180	3,06 – 3,24	-17 – -27	періодичне зрошення
10. Помірно висока	180 - 190	3,24 – 3,42	-25 – -35	систематичне зрошення
11. Висока	190 - 200	3,42 – 3,6	-32 – -42	систематичне зрошення
12. Дуже висока	200 - 210	3,6 – 3,78	-40 – -50	систематичне зрошення

Тоді формули 1.1, 1.4 приймуть наступний вигляд:

$$BKП_c = K_p \cdot \frac{\sum T_c > 10^0 C}{1000^0 C} \cdot K_Q, \quad (1.9)$$

$$B_{kc} = 55 \cdot BKП \cdot K_Q, \quad (1.10)$$

де $BKП_c$, B_{kc} – значення біокліматичного потенціалу у відносних одиницях і в балах на конкретному схилі при природному зволоженні.

Майже повсюдно на території України, має місце велика плямистість ґрунтів, що розрізняються на малих площах за механічним складом. Для ряду регіонів СНД виконані дослідження з клімату ґрунтів, що дозволили отримати кількісну оцінку мікрокліматичної мінливості показників тепло і вологозабезпечення на ґрунтах різного механічного складу. Міщенко З.А., Кирнасівською Н.В. [7, 2] виконані аналогічні розробки стосовно території України. Фонові значення $BKП$ і B_k придатні для оцінки біологічної продуктивності клімату на рівнинних землях з середньосуглинистими ґрунтами.

Для перерахунку $BKП$ і B_k на ґрунти піщані, супіщані, важкосуглинисті і глинисті доцільно ввести перехідні коефіцієнти (K_2) у вигляді:

$$K_{2n} = \frac{\sum T_{2n}}{\sum T_{cc}}; \quad K_{2cn} = \frac{\sum T_{cn}}{\sum T_{cc}}; \quad K_{2cs} = \frac{\sum T_{cs}}{\sum T_{cc}}, \quad (1.11)$$

где $\sum T_{cc}$ – сума температур почвы на глубине 10, 20 см за период с T_c выше $10^0 C$ (средний суглинок, принятый за нормальное местоположение); $\sum T_{2n}$, $\sum T_{2cn}$, $\sum T_{2cs}$ – те же суммы температур соответственно для песчаных, супесчаных и тяжелосуглинистых почв.

Тоді формули для розрахунку біокліматичного потенціалу 1.1, 1.4, 1.5, 1.6 приймуть такий вигляд:

$$BKП_2 = K_p \cdot \frac{\sum T_c > 10^0 C}{1000^0 C} \cdot K_2, \quad (1.12)$$

$$B_{к2} = 55 \cdot БКП \cdot K_2, \quad (1.13)$$

$$БКП'_2 = K'_p \cdot \frac{\Sigma T_c > 10^0 C}{1000^0 C} \cdot K_2, \quad (1.14)$$

$$B'_{к2} = 55 \cdot БКП' \cdot K_2, \quad (1.15)$$

Для вирішення питання раціонального розміщення сільськогосподарських культур необхідно провести порівняльну оцінку ефективності використання біокліматичного потенціалу конкретної культури в тому чи іншому регіоні України у вигляді $БКП_k$. Він розраховується за формулою:

$$БКП_k = K_p \cdot \frac{\Sigma T_\theta}{1000^0 C}, \quad (1.16)$$

де ΣT_θ – сума активних температур повітря за період вегетації культури. Значення $БКП_k$ зручніше розраховувати в балах за формулою:

$$B_{кк} = 55 БКП_k, \quad (1.17)$$

де $B_{кк}$ – біокліматичний потенціал, виражений в балах, стосовно обраної культури.

Тоді коефіцієнт ефективності використання біокліматичного потенціалу території скультурою (K_e) можна розрахувати за співвідношенням

$$K_e = \frac{БКП_k}{БКП} \cdot 100\%; K_e = \frac{B'_{к}}{B_{к}} \cdot 100\%. \quad (1.18)$$

Дана методика опробована на ряді адміністративних областей України [6, 8].

2.1 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Мета роботи. Опанувати алгоритмом розрахунку біокліматичного потенціалу території на прикладі окремої агрометеорологічної станції з урахуванням мікроклімату, а саме: орієнтації і крутизни схилів, типу та механічного складу ґрунтів.

Вихідні дані. Із "Агрокліматичного довідника", по визначеній викладачем області, виписати для однієї метеостанції:

- дати переходу температури повітря через 10°C навесні та восени ($D_{\text{в}}$, $D_{\text{о}}$);
- дати посіву та дозрівання визначеної культури ($D_{\text{п}}$, $D_{\text{д}}$);
- середньомісячну температуру повітря за теплий період року, $^{\circ}\text{C}$;
- середньомісячну суму опадів та суму опадів за рік, мм;
- середньомісячний дефіцит насичення водяною паром повітря та сума його за рік, мб;
- середньомісячну температуру ґрунту на глибині 10, 20 см за теплий період, $^{\circ}\text{C}$.

Дані записати у форму табл. 2.1.

Примітка: (в таблицях додатку, як приклад, будуть наведені вихідні дані та дані подальших розрахунків по ст. Рава-Руська Львівської області)

Завдання роботи.

1. Виконати розрахунки біокліматичного потенціалу у відносних одиницях та балах для умов природного та оптимального зволоження у вибраному для дослідження пункті.
2. За одержаними результатами визначити біологічну продуктивність клімату.
3. Визначити мікрокліматичну мінливість сум сумарної радіації ($\text{мДж}/\text{м}^2$) за теплий період на північних та південних схилах з різною крутизною у обраному пункті.

4. Опираючись на одержані результати визначити розподіл біокліматичного потенціалу в умовах складного рельєфу.
5. Визначити біологічну продуктивність клімату обраної території з урахуванням теплових ресурсів ґрунтів різного виду та типу.

Порядок виконання.

1. Використовуючи вихідну інформацію в форму табл. 2.2:

- занести дані по сумі опадів за рік (ΣP);
- підрахувати дефіцит насичення водяною парою за рік ($\Sigma(E-e)$, мб);
- підрахувати суму температур повітря за теплий період ($\Sigma T_{c>10^0C}$).

Використовуючи одержані дані:

- за формулою 1.3 виконати розрахунки величини зволоження Md ;

Приклад (за даними, які наведені в табл. 2.1 для ст. Рава-Руська):

$$Md = \frac{719}{1241} = 0,58$$

- за формулою 1.2 – коефіцієнт росту K_p .

$$K_p = 1,5 \lg(20 \cdot 0.58) = 1,1$$

2. Використовуючи формулу (1.1) та (1.4) визначити біокліматичний потенціал для умов природного зволоження у відносних одиницях (БКП) і балах (B_k);

Приклад:

$$БКП = 1,1 \cdot \frac{2420}{1000^0C} = 2,66$$

$$B_k = 55 \cdot 2,66 = 146 \text{ балів}$$

- використовуючи формулу (5, 6) визначити біокліматичний потенціал для умов оптимального зволоження у відносних одиницях (БКП') і балах (Б_к');

Приклад:

$$БКП' = 1,0 \cdot \frac{2420}{1000^0 C} = 2,42$$

$$Б_{к'} = 55 \cdot 2,42 = 133 \text{ бали}$$

- визначити різницю (Б_к - Б_к');

$$(БКП - БКП') = 146 - 133 = 13 \text{ балів}$$

Дані занести у форму табл. 2.2.

- за одержаними даними, використовуючи карти районування біокліматичного потенціалу для умов природного та оптимального зволоження для території України (табл. 1.1 та табл. 1.2), визначити продуктивність клімату та вид меліорації для даної станції.

Приклад висновку: За одержаними результатами наочно видно, що в умовах природного зволоження біокліматичний потенціал на ст. Рава-Руська, яка розташована на північному заході Дністровсько-низинного агрокліматичного району області рівний 146 балам або 2,66 при М_d рівному 0,58 та сумах температур за теплий період 2420 °С. Тут має місце помірно-висока біологічна продуктивність клімату згідно агрокліматичного районування біокліматичного потенціалу для території України.

Для умов оптимального зволоження значення біокліматичного потенціалу в балах та відносних одиницях (БКП' і Б_к') складає 2,42 і 133 бали відповідно, що обумовлює понижено біологічну продуктивність клімату. Дане поєднання термічних та водних ресурсів в районі, який вивчається, не потребує введення меліоративних заходів.

3. Для визначення біокліматичного потенціалу з урахуванням мікроклімату, а саме, для районів з горбистим та низькогірським рельєфом,

водиться перехідний коефіцієнт K_Q . Для одержання даного коефіцієнту необхідно провести наступні розрахунки:

- розрахувати сумарну радіацію за теплий період з $T_c > 10$ °С для горизонтальної поверхні.

Для цього необхідно використати дані по датам переходу температури повітря через 10 °С навесні та восени (D_v, D_o); підрахувати тривалість теплового періоду (N_{TP}), суму активних температур за теплий період ($T_c > 10$ °С).

За формулою $\sum Q_{TP} = 0,89 \sum T_c + 450,2$ визначити сумарну радіацію за теплий період.

На прикладі даних

$$\sum Q_{TP} = 0,89 \cdot 2420 + 450,2 = 2604 \text{ МДж/м}^2$$

Визначити середню за період суму сумарної радіації $\sum \bar{Q}$, за формулою

$$\sum \bar{Q} = \frac{\sum Q_{TP}}{N_{TP}}$$

Приклад:

$$\sum \bar{Q} = \frac{2604}{157} = 16,6$$

Дані розрахунків занести у форму табл. 2.3.

- розрахувати суму сумарної радіації (мДж/м²) за теплий період з T_c вище 10 °С на північних та південних схилах у визначеній області, використовуючи коефіцієнт відповідно для кожного місяця K_Q , (табл. 2.5 та 2.6), який змінюються в залежності від широти місця і пори року (весна, літо, осінь).

$$\sum Q_c = \sum Q_{PM} \cdot K_Q; \quad (2.1)$$

Приклад: $\Sigma Q_{c10^\circ} = 2604 \cdot 0,93 = 2431 \text{ МДж} / \text{ м}^2$;

$$\Sigma Q_{c5^\circ} = \Sigma Q_{c10^\circ} + \Sigma Q_{pm} \div 2 = 2604 + 2431 \div 2 = 2518 \text{ МДж} / \text{ м}^2$$
;

Аналогічно знаходимо ΣQ_{c20° ; ΣQ_{c15° ;

Дані розрахунків занести в форму табл. 2.4

- визначити мікрокліматичну мінливість сум сумарної радіації (мДж/м²) за теплий період на північних та південних схилах з різною крутизною у порівнянні з ΣQ на рівному місці. Дані розрахунків занести у форму табл. 2.7.

$$\Delta \Sigma Q_{\text{ТП}} = \Sigma Q_{\text{сх}} - \Sigma Q_{\text{рм}}; \quad (2.2)$$

Приклад (тут північний схил крутизною 5°):

$$\Delta \Sigma Q_{5^\circ \text{ пів.тп}} = 2518 - 2604 = -86 \text{ МДж} / \text{ м}^2$$
;

Аналогічно знаходимо мікрокліматичну мінливість для північних та південних схилів 5, 10, 15 та 20°.

- визначити коефіцієнт

$$\bar{K}_Q = \frac{\Sigma Q_{\text{сх}}}{\Sigma Q_{\text{рм}}} \quad (2.3)$$

Одержані дані занести у форму табл.2.8

Приклад (тут північний схил крутизною 5°):

$$\bar{K}_{Q5^\circ} = \frac{2518}{2604} = 0.97$$

Аналогічно знайти коефіцієнт для північних та південних схилів крутизною 5, 10, 15, 20°.

4. Виконати розрахунки біокліматичного потенціалу БКП_с (за формулою 1,9) і бонітету клімату Бк_с (за формулою 1.10) за умов природного зволоження для можливого спектру орієнтації і крутості схилів.

Дані розрахунків занести у форму таблиці 2.9.

Приклад (тут північний схил крутизною 5°):

$$B_{K_c} = B_{K_{PM}} \cdot \bar{K}_{Q5^\circ} = 146 \cdot 0,97 = 142 \text{ бали}$$

Аналогічно знаходимо бонітет клімату для північних та південних схилів крутизною 5, 10, 15, 20°.

Приклад аналізу:

Так, використовуючи середні багаторічні дані за датами переходу ΣT_c через 10 °С весною і восени (D_v , D_o); тривалість теплового періоду з температурою T_c вище 10 °С; суму температур повітря за теплий період нами розрахована сумарна радіація для умов відкритого рівного місця. Так, на ст. Рава-Руська тривалість теплового періоду в середньобагаторічному складі 157 днів, відповідно сума температур становить 2420 °С. При цьому сума сумарної радіації становить 2604 мДж/м². Т. як значна територія зайнята схиловими землями, тому є інтерес у кількісній оцінці мікрокліматичної мінливості сум сумарної радіації за теплий період на схилах різної експозиції і крутизни. Застосовуючи перехідні коефіцієнти K_Q , обчислені місячні суми сумарної радіації для північних і південних схилів крутизною 10, 20° за період з квітня по жовтень. Далі визначені абсолютні значення сум сумарної радіації $\Sigma Q'_{cx}$ за теплий період з T_c вище 10 °С на північних і південних схилах, крутизною 5, 10, 15, 20°.

Встановлено, що на північних схилах, крутизною 10°, 20° прихід сум сумарної радіації зменшується і становить для ст. Рава-Руська відповідно 2431, 2257 мДж/м². В протилежність північним, південні схили одержують більше тепла в порівнянні з відкритим рівним місцем. Так на ст. Рава-Руська прихід ΣQ на схилі крутизною 10° становить 2712 мДж/м², а на 20° – 2759 мДж/м².

На другому етапі визначено також відносні характеристики у вигляді відхилень сум сумарної радіації на північних і південних схилах від сум на відкритому місці. Дані розрахунків представлені в табл. 2.7. З неї видно, що мікрокліматичні відмінності в сумах сумарної радіації між північними і південними схилами вельми істотні і зростають із збільшенням крутизни схилів. Наприклад, північні схили крутизною 10° і 20° на станції Рава-Руська опинилися відповідно холодніші на 173 і 347 мДж/м² у порівнянні з рівним місцем. Південні ж схили тепліші на 108 і 155 мДж/м² відповідно.

Для оцінки впливу мікроклімату схилів на можливу мінливість біологічної продуктивності клімату виконані розрахунки Бк для північних і південних схилів. Виявлено, що на південних схилах крутизною 10° і 20° можливе збільшення біологічної продуктивності клімату на ст. Рава-Руська на 6 і 9 балів порівняно з відкритим рівним місцем. На північних схилах тієї ж крутизни біологічна продуктивність клімату знижується через зменшення приходу ФАР на 10 і 19 балів.

Цікаві результати виходять, якщо порівняти біологічний потенціал, отриманий для схилів з даними, представленими в легенді до карти агрокліматичного районування біокліматичного потенціалу на території України, представлений на рис 1.1. Наприклад, на ст. Рава - Руська, яка розташована в зоні змішаних лісів на півночі Львівської області, при помірно високій продуктивності клімату в умовах рівного місця (Бк = 146 балів) північні схили крутизною 10° мають підвищену біологічну продуктивність клімату (Бк=136 балів), а схили крутизною 20° – середню (Бк = 127 балів). На південних схилах при крутизні 10° , 20° , має місце висока біологічна продуктивність клімату (Бк = 152, 155 балів).

5. Для визначення біологічної продуктивності клімату з урахуванням механічного складу ґрунтів необхідно провести наступні розрахунки:

- побудувати графіки річного ходу температури ґрунту на різних рівнях (0, 10, 20 см);

- за допомогою даних графіків визначити:

а) дати переходу температури ґрунту через 10°C навесні і восени ($D_{\text{вг}}$, $D_{\text{ог}}$) на поверхні ґрунту і на глибинах 10, 20 см;

б) тривалість теплого періоду з $T_{\text{пг}}$, $T_{\text{г}}$ и $T'_{\text{г}}$ вище 10°C , тобто на різних рівнях ґрунту ($N_{\text{пг}}$, $N_{\text{г}}$, $N'_{\text{г}}$);

в) суми активних температур вище 10°C на поверхні ґрунту і на її глибинах ($\Sigma T_{\text{пг}}$, $\Sigma T_{\text{г}}$, $\Sigma T'_{\text{г}}$).

Одержані дані занести в форму таблиці 2.10.

Примітка: (в таблицях додатку, як приклад, будуть наведені вихідні дані та дані подальших розрахунків по ст. Любашівка Одеської обл.)

- на другому етапі виконати кількісну оцінку мікрокліматичної мінливості теплових ресурсів ґрунту на глибині 10 см з урахуванням різного

механічного складу та визначити перехідний коефіцієнт (K_r). Для цієї мети за формулою

$$\Delta T_r = (\Sigma T_r - \Sigma \bar{T}_r), \quad (2.4)$$

де ΣT_r – сума температур ґрунту різного механічного складу;

$\Sigma \bar{T}_r$ - фонова сума температур ґрунту вище 10 °С на глибині 10 см для середньосуглинистого ґрунту, знаходяться відхилення сум температур середньосуглинистого ґрунту (ΣT_r), знятих з ізоліній на карті (див. рис.2.1 та легенду до карти (табл. 2.11)), яка виконана Міщенко З. А. та Кирнасівською Н.В.[2] для території України, від сум температур ґрунту різного механічного складу (ΣT_r).

Далі по формулі 1.11 визначаємо коефіцієнт (K_r)

Приклад:

$$K_{r(вс)} = \frac{\Sigma T_{r(вс)}}{\Sigma T_{r(сс)}} = \frac{3407}{3300} = 0,97;$$

- використовуючи одержаний перехідний коефіцієнт визначаємо за формулою 1.13 біологічну продуктивність клімату для умов природного зволоження з урахуванням мікроклімату ґрунтів.

Приклад (за даними ст. Любашівка Одеської області):

$$B_{к2} = 55 \cdot БКП \cdot K_2 = 127 \cdot 0.97 = 124 \text{ бали}$$

Приклад аналізу:

Аналіз середньобагаторічних даних температури повітря і ґрунту на різних рівнях (0, 10, 20 см) показав, що на ст. Любашівка зберігається загальна закономірність: найбільш високі температури в теплу пору року спостерігаються на поверхні ґрунту, найбільш низькі - у повітрі на рівні будки. Аналогічна закономірність зберігається і при порівнянні тривалості теплого періоду та сум температур ґрунту на різних рівнях (0, 10, 20 см) з традиційними показниками теплових ресурсів повітря. Виявлено, що із збільшенням глибини ґрунту тривалість теплого періоду та суми температур ґрунту зменшуються. Встановлено також, що показники теплових ресурсів на всіх рівнях ґрунту значно вище,

ніж у повітрі на рівні будки (табл. 2.10). Так, на ст. Любашівка тривалість теплого періоду з $T_{п} > 10^{\circ}\text{C}$ на поверхні ґрунту ($N_{пп}$) і в орному шарі ($N'_{п}$) складає 183 і 182 дні, тоді як тривалість теплого періоду у повітрі не перевищує 171 день. А суми температур ґрунту відповідно 3600 і 3311 $^{\circ}\text{C}$. Встановлено, що суми температур поверхні ґрунту ($\Sigma T_{пг.}$) і на глибині 20 см ($\Sigma T'_{г}$) вище середньодобових температур повітря за теплий період ($\Sigma T_{с} > 10^{\circ}\text{C}$) більш ніж на 515 $^{\circ}\text{C}$ і більш ніж на 226 $^{\circ}\text{C}$ відповідно.

Вплив ґрунту на її клімат спостерігається і при порівнянні дат переходу температури повітря і ґрунту через 10°C навесні і восени. Навесні з підвищенням температури повітря до 10°C поверхня ґрунту починає прогріватися раніше, ніж повітря. Перехід температури через 10°C на поверхні ґрунту настає на 7 днів раніше, ніж у повітрі. На глибині 20 см прогрівання ґрунту раніше, ніж у повітрі на 1-день. Якщо аналізувати перехід температури ґрунту через 10°C на поверхні ґрунту та на глибині 20 см, то спостерігається наступна закономірність. Поверхня ґрунту завжди прогривається раніше, ніж на глибині 20 см, і з збільшенням температури повітря різниця в днях збільшується. Так, при переході $T_{г}$ через 10°C різниця становить 6 днів.

Восени повітря і ґрунт також неоднаково віддають тепло. Повітря починає охолоджуватися на 4 дні раніше при середньодобових температурах 10°C . На глибині 20 см охолодження ґрунту настає пізніше на 9 днів при середньодобових температурах 10°C . Аналізуючи дати переходу температури на поверхні ґрунту та на глибині 20 см через 10°C видно, що охолодження поверхні ґрунту настає раніше на 5 днів, ніж на глибині 20 см.

На основі одержаних агрокліматичних оцінок теплового режиму ґрунтів виконана кліматична оцінка мікрокліматичної мінливості показників теплових ресурсів ґрунтів на глибині 10 см з урахуванням механічного складу. Результати наведені в табл. 2.12 Встановлено, що в районі ст. Любашівка, де переважають важкосуглинкові ґрунти, вони є холоднішими в порівнянні із середньосуглинковими на 107°C .

Для перерахунку біокліматичного потенціалу на ґрунти важкосуглинкові був введений коефіцієнт $K_{г}$, який складає 0,97. Встановлено, що на ст. Любашівка, БКП в умовах природного зволоження складає 127 балів на середніх суглинках, а біокліматичний потенціал з урахуванням теплових ресурсів важких суглинків, які переважають в даній частині менше на 3 бали і складає 124 бали.

6. За одержаними розрахунками по біокліматичному потенціалу обраної території провести порівняльну оцінку культур з метою найбільш

доцільного їх набору, виявлення ступеня використання культурами природного потенціалу, можливості посівів у різних природних зонах проміжних культур, отримання двох врожаїв у рік. Культури, що дають різнорідні види сільськогосподарської продукції, можна оцінити по відсотку використання ними природного біокліматичною потенціалу. При цьому з величиною БКП порівнюється використовувана кожною культурою частина загального біокліматичною потенціалу у вигляді БКПк з урахуванням мікроклімату вибраної території (орієнтація та крутість схилів, механічний склад ґрунту) (див. формули 1.16-1.18).

Одержані дані занести у форму таблиці 2.13.

7. Виконати аналіз одержаних результатів.

8. Скласти протокол виконання практичної роботи, який представити для захисту.

Таблиця 2.1. Вихідна інформація.

Показник	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	сума
\bar{T} , °C								За теплий період
ΣP , мм								За рік
$\Sigma(E-e)$, мб								За рік

$D_{в>10^0C}$	$D_{o>10^0C}$	$D_{пос.}$	$D_{доз.}$

№ п/п	Станція	Шар грунту	Середньодекадна температура ґрунту														
			квітень			травень			жовтень							
			1	2	3	1	2	3		1	2	3					
1		0															
		10															
		20															

Таблиця 2.2 – Агрокліматична оцінка біокліматичного потенціалу при природному зволоженні
у районі ст. _____ в _____ області

№ п/п	Станція	Нм	Σr за рік, мм	Σd за рік, мб	$\Sigma T_{c>10^{\circ}\text{C}}$	Мд, за рік	K_p	БКП	B_k	БКП'	B'_k	$(B_k - B'_k)$
1	Рава-Руська	252	719	1241	2420	0,58	1,1	2,66	146	2,42	133	13

Примітка: в табл.2.2, як приклад, наведені дані по ст. Рава-Руська Львівської області

Таблиця 2.3 – Розрахунок сумарної радіації за теплий період з $T_c > 10^{\circ}\text{C}$ для горизонтальної поверхні

№ п/п	Станція	Нм	Перехід T_c через 10°C		$N_{\text{ТП}}$	$\Sigma T_{c>10^{\circ}\text{C}}$	$\Sigma Q, \text{мДж/м}^2$	$\Sigma \bar{Q}$ мДж/м ²
			D_B	D_O				
1.	Рава-Руська	252	28.IV	3.X	157	2420	2604	16,6

Таблиця 2.4 – Кількісна оцінка сум сумарної радіації (мДж/м²) за теплий період з T_c вище 10⁰С на північних та південних схилах у Львівській області

Станція	Нм	північний				РМ	південний			
		20 ⁰	15 ⁰	10 ⁰	5 ⁰		5 ⁰	10 ⁰	15 ⁰	20 ⁰
		а) абсолютні значення								
Рава-Руська	252	2257	2344	2431	2518	2604	2658	2712	2736	2759

Таблиця 2.5 Перехідні коефіцієнти (K_Q) для розрахунку місячних сум сумової радіації (ΣQ_c) на північних схилах в Україні

Широта, градус	місяці						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Північний схил 5^0							
44	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,95	0,91
46	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,95	0,90
48	0,96	0,97	0,98	0,98	0,97	0,94	0,89
50	0,96	0,97	0,98	0,98	0,97	0,94	0,88
52	0,94	0,95	0,98	0,97	0,95	0,92	0,84
Північний схил 10^0							
44	0,94	0,96	0,96	0,96	0,94	0,89	0,82
46	0,93	0,95	0,96	0,96	0,94	0,89	0,81
48	0,92	0,94	0,96	0,96	0,94	0,88	0,80
50	0,92	0,94	0,96	0,96	0,94	0,88	0,79
52	0,90	0,91	0,94	0,94	0,92	0,87	0,78
Північний схил 15^0							
44	0,90	0,93	0,94	0,93	0,90	0,82	0,80
46	0,89	0,92	0,94	0,93	0,90	0,82	0,79
48	0,88	0,92	0,94	0,93	0,90	0,81	0,75
50	0,87	0,92	0,93	0,93	0,89	0,80	0,74
52	0,85	0,90	0,92	0,91	0,87	0,78	0,72
Північний схил 20^0							
44	0,86	0,90	0,92	0,91	0,86	0,75	0,58
46	0,85	0,90	0,92	0,91	0,86	0,75	0,56
48	0,84	0,90	0,92	0,90	0,86	0,75	0,56
50	0,82	0,90	0,91	0,90	0,85	0,75	0,56
52	0,78	0,88	0,90	0,88	0,82	0,70	0,54

Таблиця 2.6 Перехідні коефіцієнти для розрахунку місячних сум сумової радіації (ΣQ_c) на південних схилах в Україні

Широта, градус	місяці						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Південний схил 5^0							
44	1,02	1,01	1,00	1,01	1,02	1,04	1,08
46	1,03	1,01	1,00	1,01	1,02	1,04	1,08
48	1,03	1,01	1,00	1,01	1,02	1,04	1,09
50	1,03	1,01	1,00	1,01	1,02	1,04	1,09
52	1,04	1,02	1,01	1,01	1,03	1,05	1,10
Південний схил 10^0							
44	1,04	1,02	1,00	1,00	1,04	1,08	1,14
46	1,05	1,02	1,00	1,01	1,04	1,08	1,15
48	1,05	1,02	1,00	1,00	1,04	1,08	1,16
50	1,05	1,02	1,00	1,01	1,04	1,08	1,17
52	1,05	1,03	1,01	1,02	1,06	1,09	1,19
Південний схил 15^0							
44	1,05	1,02	0,99	1,00	1,05	1,11	1,17
46	1,06	1,02	0,99	1,01	1,05	1,11	1,18
48	1,06	1,02	1,00	1,01	1,05	1,12	1,19
50	1,06	1,02	1,00	1,01	1,05	1,12	1,21
52	1,06	1,02	1,00	1,01	1,05	1,14	1,25
Південний схил 20^0							
44	1,06	1,02	0,98	1,00	1,06	1,15	1,26
46	1,07	1,02	0,99	1,01	1,06	1,15	1,28
48	1,08	1,02	1,00	1,01	1,06	1,16	1,30
50	1,08	1,03	1,00	1,01	1,06	1,16	1,32
52	1,08	1,03	1,00	1,02	1,06	1,17	1,34

Таблиця 2.7 – Мікрокліматична мінливість сум сумарної радіації (МДж/м²) за теплий період на північних та південних схилах з різною крутизною у порівнянні з ΣQ на рівному місці

Станція	Нм	північний				PM	південний			
		20 ⁰	15 ⁰	10 ⁰	5 ⁰		5 ⁰	10 ⁰	15 ⁰	20 ⁰
Рава-Руська	252	-347	-260	-173	-86	2604	54	108	132	155

Таблиця 2.8 – Мікрокліматичні коефіцієнти (\overline{K}_ϱ)

Станція	Нм	φ^0	Північний				PM $\Sigma \overline{Q}$	Південний			
			20	15	10	5		5	10	15	20
Рава-Руська	252	50 ⁰	0,87	0,90	0,93	0,97	16,6	1,02	1,04	1,05	1,06

Таблиця 2.9 – Кількісна оцінка біокліматичного потенціалу (Бк, бали) на північних та південних схилах різної крутизни у Львівській області

Станція	Північний				PM	Південний			
	20	15	10	5		5	10	15	20
Рава-Руська	127	131	136	142	146	149	152	153	155

Таблиця 2.10 - Агрокліматичні показники теплових ресурсів ґрунту в порівнянні з повітрям на рівні будки

№ п/п	Станція	Шар ґрунту	Показники ґрунту				Показники повітря			
			Двп	Доп	Нпп	$\Sigma T_n > 10^0 C$	Дв	До	Нтп	$\Sigma T_c > 10^0 C$
1	Любашівка	0	15.04	15.10	183	3600	22.04	11.10	171	3085
		10	19.04	18.10	182	3407				
		20	21.04	20.10	182	3311				

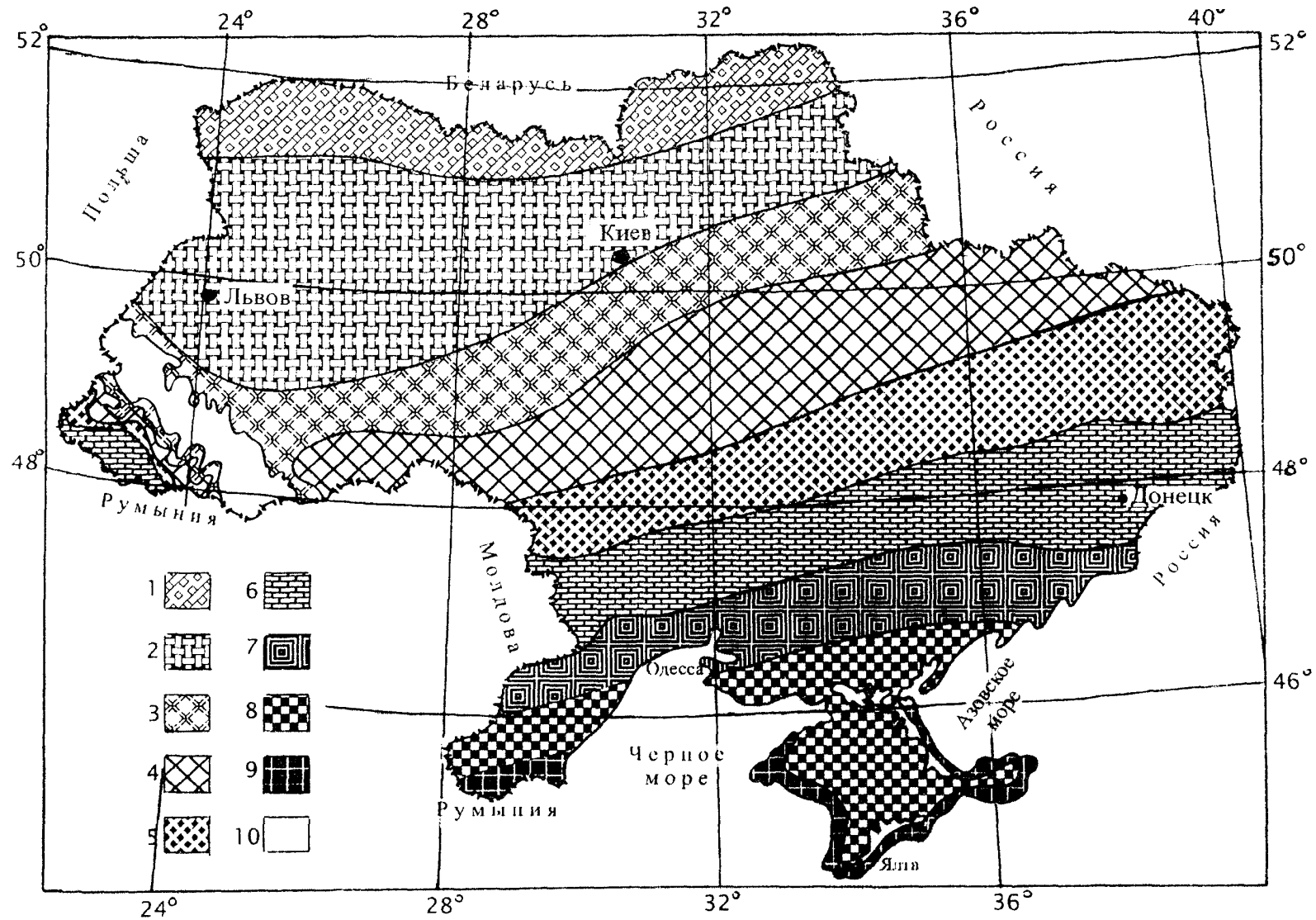


Рисунок 2.1. Агрокліматичне районування теплових ресурсів в орному шарі ґрунту і в повітрі на рівні будки.
 Макрорайон: 1 - 9 (див. в табл.2.11.), 10 - гірські райони

Таблиця 2.11. Агрокліматична оцінка показників теплових ресурсів ґрунту на глибинах 10 см і 20 см і на поверхні ґрунту в різних макрорайонах України

Макрорайон	$\Sigma T_{п}, ^\circ C$	$N_{п}, \text{дни}$	$\Sigma T'_{п}, ^\circ C$	$N'_{п}, \text{дни}$	$\Sigma T_{пп}, ^\circ C$	$N_{пп}, \text{дни}$	$\Sigma T_{с}, ^\circ C$	$N_{тп}, \text{дни}$
1. Крайній північний, холодний	<2600	<155	<2540	<154	<2750	<155	<2300	<148
2. Північно-західний, відносно холодний	2600-2800	155-161	2540-2735	154-160	2750-2970	155-162	2300-2465	148-154
3. Центральний, прохолодний	2800-3000	161-167	2735-2930	160-166	2970-3190	162-167	2465-2630	154-159
4. Центральний, помірно прохолодний	3000-3200	167-172	2930-3125	166-172	3190-3405	167-172	2630-2795	159-164
5. Центральний, помірно теплий	3200-3400	172-177	3125-3320	172-177	3405-3625	164-169	2795-2960	172-178
6. Центральний, теплий	3400-3600	177-182	3320-3515	177-183	3625-3840	178-183	2960-3125	169-174
7. Південний, теплий	3600-3800	182-188	3515-3710	183-189	3840-4060	183-189	3125-3290	174-179
8. Південний, дуже теплий	3800-4000	188-193	3710-3905	189-195	4060-4280	188-194	3290-3455	188-194
9. Південний, жаркий	4000-4200	193-200	3905-4100	195-197	4280-4470	194-197	3495-3600	184-187

Таблиця 2.12 – Відхилення сум температур ґрунту вище 10 °С на глибині 10 см ($\Delta\Sigma T_{\Gamma}$) від фонових $\Sigma\bar{T}_{\Gamma}$
і коефіцієнт K_{Γ}

№	Станція	Тип ґрунту	$\Sigma\bar{T}_{\Gamma(вс)}, ^\circ\text{C}$	$\Sigma T_{\Gamma(сс)}$	$\Delta\Sigma T_{\Gamma}$	K_{Γ}
1	Любашівка	Важкосуглинкові	3407	3300	-107	0,97

Таблиця 2.13.– Агрокліматична оцінка ступеню використання біокліматичного потенціалу
(на прикладі соняшнику)

Станція	Дати		$N_{ВП}$	$\Sigma T_{ВП}$	$B_{КК}$	$B_{КП}$	$K_{Э}, \%$
	посіву	дозрівання					
1. Любашівка	16.04	18.08	124	2145	92	123	75

Примітка: в табл. 2.10; 2.12; 2.13, як приклад, наведені дані по ст. Любашівка Одеської області

Запитання для самоперевірки

1. За якою формулою визначають, опираючись на модель Д.І. Шашко, біокліматичний потенціал у відносних одиницях?
2. Що являє собою коефіцієнт росту?
3. За якими метеорологічними величинами визначають умовний показник зволоження Д.І. Шашко?
4. При яких значеннях M_d складаються оптимальні умови для вологозабезпеченості рослин?
5. Як отримують біокліматичний потенціал для умов оптимального зволоження?
6. В чому різниця між біокліматичним потенціалом і біологічною продуктивністю клімату?
7. Яка кількість агрокліматичних районів виділена на карті агрокліматичного районування біокліматичного потенціалу для умов природного зволоження?
8. В яких межах по території України коливається біологічна продуктивність клімату?
9. За якими показниками побудовано карту агро кліматичного районування БКП для умов оптимального зволоження та скільки макрорайонів на ній виділено?
10. На що вказують значення різниці ($B_k - B'_k$)?
11. В яких межах по території України коливається біокліматична продуктивність клімату за умов оптимального зволоження?
12. За якими коефіцієнтами перераховують значень БКП і B_k для територій які являють собою горбистий або низькогірський рельєф?
13. Які коефіцієнти водяться для перерахунку $БКП$ і B_k на ґрунти різні за механічним складом?

Список використаних літературних джерел

Основний

1. Методи оцінки і районування мікрокліматичної мінливості радіаційно-теплових ресурсів України для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур / Під ред. *М.І. Кульбіді, З.А. Мищенко*. Київ: Укр. ГМЦ, 2004. 111 с.
2. *Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В.* Агроклиматические ресурсы Украины и урожай. Одесса: «Экология», 2011. 291 с.
3. *Шашко Д.И.* Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 247 с.

Додатковий

4. *Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В.* Региональная оценка биоклиматического потенциала земель на территории Украины // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. Одеса, 2000. Вип. 43. С. 90-98.
5. *Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В.* Метод региональной оценки и районирования биоклиматического потенциала территории Украины // Метеорологія и гидрологія. М.: 2005, №5. С.72-81.
6. *Кирнасівська Н.В.* Агрокліматична оцінка загальної біологічної продуктивності клімату на території центральної України для вирощування кукурудзи // Вісник Одеського державного екологічного університету. Одеса, 2009. Вип.7. С. 120-133.
7. *Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В.* Сельскохозяйственная оценка климата различных почв на территории Украины // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. Одесса, 2002. Вып. 44. С. 117-124.
8. *Кирнасівська Н.В.* Агрокліматична оцінка та районування біокліматичного потенціалу території Одеської області // Наукові праці Укр. НДГМІ. 2016. Вип. 269. С. 158-165.
9. www.libraru-odeku.16mb.com.
10. eprints.Library.odeku.edu.ua