

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до практичних робіт студентів з дисципліни  
«АГРОКЛІМАТОЛОГІЯ»,  
змістовний модуль "МІКРОКЛІМАТОЛОГІЯ"  
для студентів денної форми навчання  
Спеціальність "Агromетeоролoгія"

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні методичної комісії  
гідрометeоролoгічного інституту  
Протокол № 9 від 16.06.2014р.  
Голова комісії

\_\_\_\_\_ Овчарук В.А.

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні кафедри агromетeоролoгії  
та агromетeоролoгічних прогнозів  
Протокол № 14 від 12.05.2014 р.  
Зав.кафедрою

\_\_\_\_\_ Польовий А.М.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до практичних робіт студентів  
з дисципліни  
«Агрокліматологія»,  
змістовний модуль "Мікрокліматологія"

Одеса-2014

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до практичних робіт студентів з дисципліни  
«АГРОКЛІМАТОЛОГІЯ»,  
змістовний модуль "МІКРОКЛІМАТОЛОГІЯ"  
для студентів денної форми навчання  
Спеціальність "Агрометеорологія"

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні методичної комісії  
гідрометеорологічного інституту  
Протокол № 9 від 16.06.2014р.

Методичні вказівки до практичних робіт студентів 1-го курсу ОКР «Спеціаліст» денної форми навчання з дисципліни «Агрокліматологія», змістовний модуль "Мікрокліматологія". Спеціальність - Агрометеорологія //Укладачі: доктор геогр. наук, проф. Ляшенко Г.В., к.геогр.н., ас. Сіряк Н.В. – Одеса, ОДЕКУ, 2014. - 41 с.

## ПЕРЕДМОВА

Підготовка висококваліфікованих спеціалістів включає освоєння ними теоретичного курсу на лекціях та в процесі самостійної підготовки і виконання практичних робіт. Саме в процесі виконання практичних робіт студент в повній мірі здатен отримати теоретичні знання та набути навиків з їх практичного застосування.

Мікрокліматологія – це наука про особливості формування клімату в умовах неоднорідної підстильної поверхні природного та антропогенного походження. Вона спирається на знання законів фізики приземного шару повітря, метеорології, кліматології, агрометеорології, агрокліматології, геоморфології, ґрунтознавства. Отриманні знання з цієї дисципліни у подальшому будуть використанні при проведенні наукових досліджень з метою деталізації стану агроєкосистем. Об'єктом вивчення мікрокліматології є фізичні механізми, які зумовлюють перерозподіл величин елементів клімату під впливом підстильної

Мікрокліматологія відноситься до циклу природничих дисциплін, що викладаються при підготовці фахівців в галузі гідрометеорології, екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування зі спеціальності агрометеорологія.

У системі підготовки фахівців – агрометеорологів за спеціальністю «Агрометеорологія», шифр 7.04010505 змістовний модуль "Мікрокліматологія" дисципліни «Агрокліматологія» читається студентам освітньо-професійного рівня **спеціаліст** і відноситься до **професійно-практичних**.

**Мета** викладання дисципліни – надати студентам систему знань про закономірності формування мікроклімату на територіях з неоднорідною підстильною поверхнею (розчленованим рельєфом, пістрявістю ґрунтового покриву, різними біоценозами, водоймами різного розміру), які зумовлюють регіональні та локальні особливості стану агроценозів внаслідок їх значної залежності від агрокліматичних умов території.

**Завдання** дисципліни включають вивчення: механізмів формування мікроклімату; особливостей тепло - і вологообміну в приземному шарі повітря, що виникають під впливом неоднорідної підстильної поверхні; мікрокліматичних параметрів просторового перерозподілу агрокліматичних ресурсів на малих відстанях; методів розрахунків і оцінки мікрокліматичної мінливості агрокліматичних умов, особливостей формування фітоклімату та меліорації мікроклімату; методи агрокліматичного районування територій з врахуванням мікроклімату та середньо - і великомасштабного картографування їх показників на обмежених територіях.

Після вивчення змістовного модуля "Мікрокліматологія" дисципліни «Агрокліматологія» студенти повинні **знати**:

- методи мікрокліматичних досліджень, механізми формування мезо - і мікрокліматів;

- методи визначення мікрокліматичних параметрів для деталізації кліматичних і агрокліматичних ресурсів в різних регіонах на обмежених територіях;
- методи агрокліматичного районування територій з врахуванням мікроклімату та методи середньо - і великомасштабного картографування агрокліматичних показників;
- особливості формування фітоклімату;
- методи меліорації мікроклімату.

Студенти повинні **вміти**:

- визначати провідні фактори підстильної поверхні, які зумовлюють формування мікрокліматичних особливостей агрокліматичних ресурсів і лімітуючих агрокліматичних умов на конкретних територіях;
- виконувати розрахунки параметрів просторового перерозподілу агрокліматичних ресурсів під впливом мікроклімату;
- виконувати агрокліматичне районування територій з неоднорідною підстильною поверхнею;
- складати середньо - та великомасштабні мікрокліматичні карти.

Змістовний модуль «Мікрокліматологія» дисципліни «Агрокліматологія» складається з лекцій, практичних занять та самостійної роботи над теоретичним і практичним курсом. Впродовж семестру студенти здають чотири контрольні роботи за угрупованими темами з теоретичного курсу і захищають три практичні роботи.

Згідно із робочою програмою студенти виконують такі практичні завдання:

1. Приведення ультракоротких рядів мікрокліматичних спостережень за мінімальною температурою повітря до кліматичної норми.
2. Мікрокліматична оцінка добового ходу температури повітря в горбистому рельєфі та його вплив на якість врожаю.
3. Методика складання мікрокліматичних карт морозонебезпечності на території окремого господарства для культур, що зимують.

Після виконання практичних робіт студенти повинні знати теоретичні відомості за вищевказаними темами, вміти виконувати розрахунки по приведенню ультракоротких рядів мікрокліматичних спостережень до кліматичної норми, виконувати розрахунки та надавати оцінку мікрокліматичній мінливості  $T_{дн}, T_{н}, A_T$  в складному рельєфі, а також опанувати методику складання мікрокліматичних карт морозонебезпечності стосовно багаторічних культур.

# ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

## Практична робота 1

### ПРИВЕДЕННЯ УЛЬТРАКОРОТКИХ РЯДІВ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА МІНІМАЛЬНОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ ПОВІТРЯ ДО КЛІМАТИЧНОЇ НОРМИ

#### *Теоретичні відомості про принципи кліматичної обробки ультракоротких рядів мікрокліматичних спостережень*

Узагальнені дані мікрокліматичних спостережень звичайно надаються у вигляді таблиць мікрокліматичної мінливості показників клімату. Ця мінливість для різних метеорологічних показників за конкретний рік, сезон, тип погоди подається у вигляді різниці або відношення між величинами в різних формах рельєфу в порівнянні з відкритими рівними ділянками, що характеризують репрезентативні станції. Застосування таких різниць або відношень дозволяє перейти до оцінки мікрокліматичних або агрокліматичних ресурсів у конкретній місцевості. Практичним кроком до цього є прив'язка кожної із величин агрокліматичних показників до кліматичних норм за даними репрезентативних станцій.

Реалізація таких заходів здійснюється за відомими двома способами:

- 1) приведення ультракоротких рядків спостережень до довгого рядка за методом, запропонованим С.А. Сапожніковою;
- 2) використання відносних характеристик мікроклімату для уточнення режимної інформації.

В основі приведення ультракоротких рядків мікрокліматичних спостережень до кліматичної норми полягає метод різностей або відношень. В кліматології обмежуються середньою різницею (або відношенням) за період одночасних спостережень на основній і приведеній станціях, виходячи з того, що за великої кількості випадків ця середня буде найбільш точною і характерною. Для встановлення характерної різниці за малої кількості випадків неможливо базуватися на законі великих чисел і тому змушені шукати її іншим шляхом.

Приведення до "норми" ультракоротких рядів мікрокліматичних спостережень базується на урахуванні закономірностей залежності розрахованих різниць (наприклад,  $\Delta T_M$ ) від погодних умов і на розрахунку імовірності цих погодних умов, установлених за довгими рядами спостережень. Подібне приведення до норми було виконано С.А. Сапожніковою при обробці спостережень за мінімальною температурою повітря взимку в субтропічній зоні західної Грузії. В результаті приведення мікрокліматичних спостережень в різних місцезнаходженнях рельєфу були одержані за кожен день значення мінімальних температур повітря ( $T_M$ ) для двох місяців зими 1934 року.

Потрібно було за цими обмеженими даними одержати оцінку морозонебезпечності цих місцеположень для субтропічних культур, тобто визначити середній із абсолютних річних мінімумів температури повітря ( $\bar{T}_M$ ). Цей показник звичайно розраховується шляхом знайдення середнього абсолютних річних мінімумів температури повітря за період декількох десятиріч.

Для рішення задачі використано ряд закономірностей, насамперед, зв'язок різниці мінімальних температур від хмарності впродовж ночі.

В табл.1 наводиться приклад різниці між мінімальною температурою в зимові місяці на мікроточках, які характеризують верхню і нижню частини схилу на станції Анасеулі ( $\Delta T_M$ ). Вони наведені в середньому за увесь період спостережень в добовому розрізі (сер.), за ночі з перемінною хмарністю в 3-7 балів (п.х), в похмурі ночі з хмарністю 8-10 балів (х.д.).

Таблиця 1.1 - Середні різниці мінімальних температур повітря взимку між верхньою і нижньою мікроточками ( $\Delta T_M$ )

Роки	$\Delta T_M$ в січні			$\Delta T_M$ в лютому		
	Середня	перемінна хмарність	похмуро	середня	перемінна хмарність	похмуро
1930-1931	4,3	5,9	2,3	3,8	5,0	1,9
1931-1932	2,4	5,3	0,9	1,7	5,2	1,0
1932-1933	3,3	5,9	1,5	3,3	5,4	1,3
1933-1943	4,0	5,8	2,8	2,8	5,0	0,8
1934-1935	3,5	6,5	0,5	3,6	5,2	0,6

За даними довгорядних метеорологічних станцій встановлено повторюваність хмарності за абсолютних річних мінімумів температури повітря. В середньому повторюваність перемінної хмарності становить 76%, а похмурої - 24%. Враховуючи ці імовірності з типом погоди запропоновано середню різницю середніх із абсолютних як місячних, так і річних мінімумів температури повітря ( $\Delta \bar{T}_M$ ) розраховувати як середню зважену за формулою

$$\Delta \bar{T}_M = \frac{n \cdot \Delta T_{\bar{\theta}x} + m \cdot \Delta T_{xn}}{n + m}, \quad (1.1)$$

де  $n$  - відсоток років з абсолютним мінімумом температури, який супроводжувався безхмарною погодою;  $m$  - те ж з хмарною погодою;  $\Delta T_{\bar{\theta}x}$  - різниця мінімальних температур між  $T_m$  на мікроточці та на опорній станції



у безхмарну погоду;  $\Delta T_{xm}$  - те ж, у хмарну погоду.

Для розрахунку середнього із абсолютних річних мінімумів температури повітря в різних місцезположеннях рельєфу різниця у вигляді  $\Delta \bar{T}_M$ , яка одержана з формули 1, алгебраїчно додавалась до середнього із абсолютних річних мінімумів температури повітря ( $\bar{T}_M$ ) опорної станції з довгим рядом спостережень (не менше 25-35 років), тобто за формулою

$$\bar{T}'_M = \bar{T}_M \pm \Delta \bar{T}_M \quad (1.2)$$

Другий спосіб кліматичної обробки короткострокових мікрокліматичних спостережень полягає у використанні відносних характеристик мікроклімату для уточнення режимної інформації по тому чи іншому агрокліматичному показнику в конкретній місцевості. Наприклад, дані про вологість ґрунту в різних місцезположеннях рельєфу на території окремого господарства, як правило, відрізняються більшою пістрівістю. Звичайно можна виконувати розрахунки мікрокліматичних різниць, проте більш ефективним є метод введення відношень величин. Найбільшого поширення набуло застосування цього способу при визначенні мікрокліматичної мінливості показників радіаційних ресурсів і ресурсів вологи. Прикладом відношення є коефіцієнт зволоження ( $K_w$ ), який визначається за формулою

$$K_w = \frac{W_c}{W_p} \quad (1.3)$$

де  $W_c$  - запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-20 см на схилах,  $W_p$  - те ж на рівній ділянці.

Для отримання надійних значень  $K_w$  мікрокліматичні спостереження треба проводити 2-3 роки впродовж усього вегетаційного періоду. Багаторічна величина запасів продуктивної вологи, яка характеризує вирівнянні ділянки, отримується за даними найближчої агрометеорологічної станції. Для порівняння даних за зволоженням ґрунту необхідною є інформація про тип і гранулометричний склад ґрунту на станції або на опорній мікроточці.

Потім за допомогою отриманих внаслідок мікрокліматичних спостережень значень  $K_w$  розраховують багаторічні запаси продуктивної вологи для всіх місцезположень в рельєфі, в яких проводились вологоміри зйомки за такою формулою

$$\bar{W}' = \bar{W}_p + K'_w, \quad (1.4)$$

де  $\overline{W'}$  - багаторічні запаси вологи в ґрунті в конкретному місцеположенні;  
 $\overline{W'_p}$  - те ж на агрометеорологічній станції, яка розташована в умовах відкритого рівного місця;  $K_w$  - коефіцієнт зволоження для конкретного місцеположення.

Таким же засобом можна, якщо провести короткострокові мікрокліматичні спостереження за швидкістю вітру, характеристиками сонячної радіації, визначити відповідні перехідні коефіцієнти для наступного переходу з їх допомогою до багаторічних агрокліматичних показників. Якщо ставиться завдання приведення короткострокових мікрокліматичних спостережень в період 1-2 вегетаційних періодів за термічними характеристиками, то в цьому випадку в разі відносних характеристик мікроклімату застосовуються різниці між значеннями, наприклад, добової амплітуди температури повітря, суми нічних температур в різних місцеположеннях рельєфу і цими показниками на відкритому рівному місці.

### ***Практична частина***

При виконанні роботи ставиться завдання рішення двох задач. Одна із них полягає у визначенні середньозваженої поправки ( $\Delta\overline{T}$ ), тобто різниці між середнім із абсолютних річних мінімумів температури повітря на мікроточці і на найближчій метеорологічній станції з довгим рядом спостережень. Оскільки мінімальна температура повітря визначається не тільки хмарністю, але і швидкістю вітру, розрахунки слід проводити за формулою

$$\Delta T_M = \frac{n_1 \cdot \Delta T_{нп} \cdot n_2 \cdot \Delta T'_{нп} + m_1 \cdot \Delta T_{пп} \cdot m_2 \cdot \Delta T'_{пп}}{(n_1 + n_2) + (m_1 + m_2)}, \quad (1.5)$$

де  $n_1, n_2$  - відсоток років, коли абсолютний мінімум температури повітря спостерігався на опорній станції у безхмарну погоду із слабким ( $n-1$ ) і сильним ( $n-2$ ) вітром;

$m_1, m_2$  - те ж з хмарною погодою зі слабким ( $m_1$ ) і сильним ( $m_2$ ) вітром;

$\Delta T_{нп}, \Delta T'_{нп}$  - різниця мінімальних температур на мікроточці і станції у безхмарну погоду зі слабким і сильним вітром;

$\Delta T_{пп}, \Delta T'_{пп}$  - те ж у хмарну погоду зі слабким і сильним вітром.

Для одержання багаторічної характеристики  $\overline{T'_M}$  на мікроточці необхідно алгебраїчно скласти величину різниці  $\Delta\overline{T}_M$  і середній багаторічний із абсолютних річних мінімумів температури повітря на опорній станції.

Зважаючи на ідентичний механізм формування мікрокліматичної мінливості умов морозо- і заморозконебезпечності, аналогічно до приведення ультракоротких рядів до кліматичної норми за даними мікрокліматичних спостережень з середнього із абсолютних мінімумів температури повітря

виконується приведення даних за показниками заморозконебезпечності.

Часто застосовують такий метод. Складають графіки зв'язку між середніми із абсолютних річних мінімумів температури повітря і датами останнього заморозку навесні ( $D_B$ ) і першого заморозку восени ( $D_O$ ). За складеним графіком по величині  $\bar{T}'_M$  визначають дати заморозків ( $D_B, D_O$ ) і тривалість беззаморозкового періоду.

### ***Порядок виконання роботи***

1. За даними додатку А1 розрахувати за кожний день спостережень різницю між мінімальною температурою повітря на мікроточці і на метеорологічній станції окремо за усіх умов (середні різниці) і окремо за 4-х типів погоди: безхмарної погоди зі слабким і сильним вітром, за хмарної погоди із слабким і сильним вітром.
2. За даними додатку А2 визначити відсоток років ( $m$  і  $n$ ), коли абсолютний мінімум температури повітря супроводжувався слабким і сильним вітром, окремо від загальної кількості випадків хмарної і безхмарної погоди.
3. Використовуючи розраховані дані, за формулою середньозваженої поправки визначити  $\Delta T_M$ , тобто різницю між середнім із абсолютних річних мінімумів температури повітря на мікроточці і на метеорологічній станції у безхмарну і хмарну погоду.
4. За даними додатку А2 розрахувати також відсоток років ( $m$  і  $n$ ), коли абсолютний мінімум температури повітря супроводжується безхмарною і хмарною погодою від загальної кількості років.
5. Використовуючи отримані дані п. 4 і 5 за формулою середньозваженої поправки розрахувати кінцеву  $\Delta \bar{T}'_M$ , тобто різницю між середніми із абсолютних мінімумів температури повітря на мікроточці і на станції та визначити  $\bar{T}'_M$  для даної мікроточки.
7. За даними додатку А3 побудувати графіки залежності між середнім із абсолютних мінімумів температури повітря і датами останніх весняних і перших осінніх заморозків та тривалості беззаморозкового періоду. Виконати розрахунки тісноти вказаних зв'язків і отримати їх аналітичний вирази.
8. За отриманими рівняннями регресії, визначити показники заморозконебезпечності навесні і восени та тривалість беззаморокового періоду.

### ***Література***

1. Міщенко З.А., Ляшенко Г.В. Мікрокліматологія. – К.: КНТ, 2007. - 337с.
2. Сапожникова С.А. Микроклимат й местный климат. - Л.: Гидрометеиздат, 1950, стр.224-232.
3. Сапожникова Н.И., Гольцберг И.А. Агроклиматология. - Л.: Гидрометеиздат, 1973, стр. 112-124.

## Практична робота 2

# МІКРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ДОБОВОГО ХОДУ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ В ГОРБИСТОМУ РЕЛЬЄФІ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ВРОЖАЮ

### Теоретичні частини

Важливість оцінки теплових ресурсів роздільно для темної та світлої частин доби доведена результатами експериментальних досліджень Н.А. Агаджаняна, Ф. Вента, О.В.Заленського, А.А.Малишева, Т.В.Олейнікової та інших. Встановлено домінуючий вплив добових кліматичних ритмів на періодику фотосинтезу, біохімічних і біофізичних процесів та добової термоперіодичності у регулюванні росту багатьох сільськогосподарських культур. Виявлено, що більшість рослин краще розвивається та дає найбільш високу продукцію за підвищених денних та низьких нічних температур повітря в означених оптимальних межах. Механізм термоперіодичної реакції рослин полягає в тому, що за підвищених денних температур вони інтенсивно асимілюють, а вночі, за зниженого рівня температур, витрати асимілятів значно скорочується.

З.А.Міщенко для агрокліматичної оцінки теплових ресурсів територій з урахуванням термоперіодизму культурних рослин запропоновані нові показники термічного режиму дня та ночі і методи їх розрахунку. До числа таких показників відносяться: середня денна та середня нічна температура повітря ( $T_d$ ,  $T_n$ ), різниця цих температур ( $T_d - T_n$ ), їх суми ( $\sum T_d$ ,  $\sum T_n$ ); тривалість теплового періоду, яку визначають за датами переходу  $T_d$ ,  $T_n$  через 5, 10, 15 °С навесні та восени ( $N_d$ ,  $N_n$ ); добова амплітуда температури повітря і її сума ( $A_m$ ,  $\sum A_m$ ); денна температура діяльної поверхні ( $T_{dw} - T_d$ ) і її сума ( $\sum T_{dw}$ ); тривалість теплового періоду з  $T_{dw}$  вище 10 і 15 °С ( $N_{dw}$ ).

Перевага запропонованих показників теплозабезпеченості над традиційними полягає в тому, що в них враховується динаміка дня та ночі, а також вплив добового ходу температури на різноманітні об'єкти природи. Ці показники біологічно більш вірно характеризують зв'язок темпів розвитку рослин і їх продуктивність з термічними факторами. Вони відрізняються високою чутливістю до мікроклімату та ступеню континентальності клімату. Тому за їх допомогою можна виконати детальну оцінку ресурсів тепла на обмеженій території із складним рельєфом, значною пістрівістю ґрунтів і різноманітністю рослинних спільнот.

Стосовно до території СНД Міщенко З.А. були виконані дослідження і виявлені географічні закономірності розподілу  $T_d$ ,  $T_n$ ,  $\sum T_d$ ,  $\sum T_n$ ,  $(\sum T_d - \sum T_n)$ ,  $(\sum T_n - \sum T_c)$ ,  $A_m$ ,  $(T_{dw} - T_d)$  та складено серію агрокліматичних карт теплових ресурсів. Нею розроблені прямий і опосередкований методи їх розрахунку по матеріалам спостережень існуючої мережі гідрометеорологічних станцій. Прямий метод розрахунку полягає в безпосередньому використанні

багаторічних даних за добовим ходом температури повітря і підрахунку середніх значень температури повітря із погодинних окремо за періоди від сходу і до заходу сонця та від заходу до сходу сонця – відповідно  $T_{\partial}$  і  $T_n$ . Цей метод досить трудомісткий і обмежений у використанні, оскільки необхідно мати банк даних за добовим ходом температур. Більшого застосування набув опосередкований метод, який базується на тісному зв'язку між денними і максимальними та нічними і мінімальними температурами повітря. Було отримано регресивні рівняння для розрахунку значень  $T_{\partial}$  і  $T_n$  в розрізі окремих місяців теплого періоду (з квітня по жовтень) та статистичні характеристики до них, які підтверджують їх статистичну значимість.

Подальші дослідження для території України продовжені Г.В.Ляшенко. Нею уточнені системи рівнянь зв'язку між новими і традиційними показниками термічного режиму і теплових ресурсів, встановлено закономірності їх розподілу в залежності від географічних параметрів і особливості перерозподілу в залежності від типу підстильної поверхні. Практичне значення набуло проведене нею різномасштабне агрокліматичне районування України за тепловими ресурсами.

Стосовно території України для 242 метеорологічних станцій і постів були виконані розрахунки середніх багаторічних величин денних і нічних температур повітря в розрізі місяців за теплий період (з березня - квітня по жовтень - листопад), тривалості періодів з денною та нічною температурою вище 10 °C і сум денних та нічних температур за вказані періоди ( $\sum T_{\partial}$ ,  $\sum T_n$ ,  $N_{\partial}$ ,  $N_n$ ).

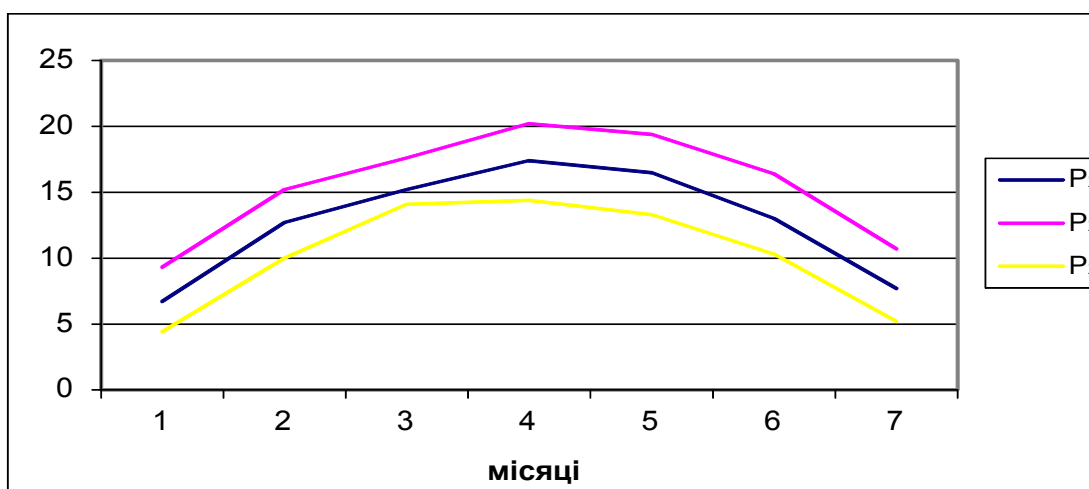
Після типізації метеостанцій і постів за їх місцезнаходженням - рівне місце, вододіл, широка або вузька долина, верхня, середня або нижня частина крутого чи пологого схилу були виділені метеостанції і пости, які розташовані на рівнинних землях, в широких долинах або в середній частині пологих (крутістю до 5°) схилів і можуть слугувати як фонові - усього 112. За даними цих станцій для території України виконано розрахунок рівнянь регресії, які відбивають зв'язок  $\sum T_{\partial}$ ,  $\sum T_n$ ,  $N_{\partial}$ ,  $N_n$  з традиційними показниками, та статистичних параметрів до них (табл.2.1). Виявлено, що для території України коефіцієнти кореляції складають 0,85 - 0,92, а їх похибки не перевищують 0,004-0,009. Похибки уточнених рівнянь регресії дорівнюють відповідно 175 і 166 °C для розрахункових  $\sum T_{\partial}$ ,  $\sum T_n$  та 10 і 8 днів для  $N_{\partial}$ ,  $N_n$  і не перевищують 5-7 %.

Таблиця 2.1. Статистичні параметри рівнянь зв'язку між показниками теплових ресурсів ( $\sum T_{\partial}$ ,  $\sum T_n$ ,  $N_{\partial}$ ,  $N_n$  і  $\sum T_c$ ,  $N_c$ ) для території України

Зв'язок	R	$\epsilon R$	$\epsilon_y$	$\epsilon_x$	$\bar{S}_y$
$\sum T_{\partial}$ з $\sum T_c$	0,92	0,004	476	364	$\pm 175$
$\sum T_n$ з $\sum T_c$	0,86	0,007	323	364	$\pm 166$
$N_{\partial}$ з $N_c$	0,88	0,009	16,8	11,6	$\pm 10$
$N_n$ з $N_c$	0,85	0,008	14,6	11,6	$\pm 8$

На території України в якості первинної інформації для розрахунку величин  $T_{\partial}$ ,  $T_n$ ,  $\sum T_{\partial}$ ,  $\sum T_n$ ,  $N_{\partial}$ ,  $N_n$ ,  $A_m$ ,  $\sum A_m$  використовувалися значення середніх денних і середніх нічних температур за кожен місяць з березня по листопад 242 метеостанцій і постів. Детальний аналіз динаміки температур в теплий період дозволив виявити особливості їх зміни в залежності від географічного положення. Наприклад, на рис. 2.1 представлено хід денних, середньодобових і нічних температур для АМС з різним ступенем континентальності – Львів і Донецьк.

а)



б)

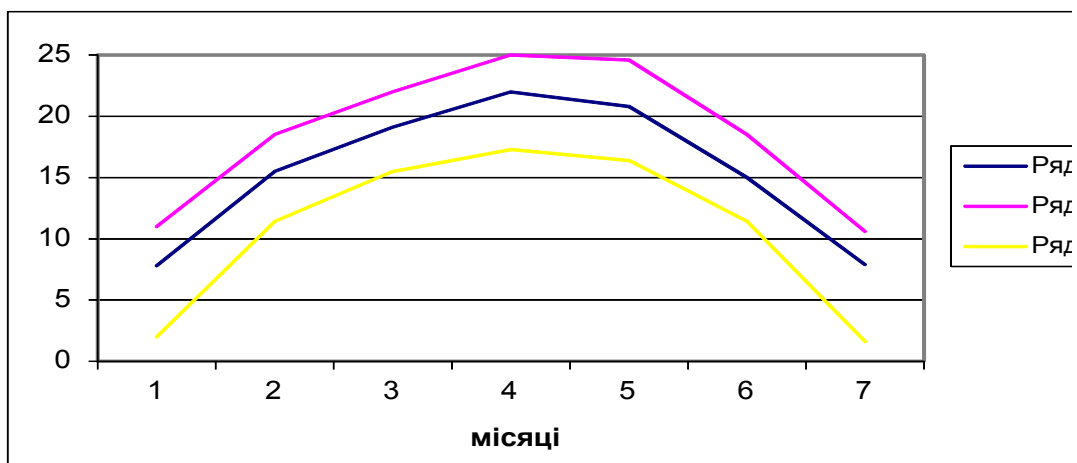


Рис. 2.1. Графіки річного ходу температури повітря на станціях: а - Львів, б – Донецьк.

Ряд 1, 2 та 3 – відповідно середня денна, середня добова і середня нічна температури; місяці: 1 – квітень, 2 – травень, 3 – червень, 4 – липень, 5 – серпень, 6 – вересень, 7 – жовтень

Чітко простежується різниця у ході означених температур, а саме, збільшення діапазону річної мінливості як денних, так і нічних температур на

АМС Донецьк, порівняно з Львовом, що проявляється у ступені опуклості ломаних. Простежується й більша різниця між середньоденною та середньонічною і середньодобовою температурами, особливо у весняні і осінні місяці. Виявлені особливості розподілу температур свідчать про вплив ступеню континентальності клімату, хоча й дещо в меншій мірі, ніж в СНД, на добову ритміку температур. Виявлено також різницю в річному ході температур в залежності від абсолютної висоти місцевості, близькості водоймищ і, особливо, від форми рельєфу.

Розраховані дати переходу денних, середньодобових і нічних температур через  $10^{\circ}\text{C}$  і тривалість періоду з ними свідчать про значну різницю, яка в датах переходу денних і нічних температур може досягати місяця і більше, а тривалості періодів - до 2-х місяців. Так, тривалість періоду з денними температурами змінюється від 160 до 205 і більше днів, а з нічними температурами – від 130 і менше до 190 ночей.

На основі місячних значень середніх денних і нічних температур та дат їх переходу через  $10^{\circ}\text{C}$  весною і восени виконано розрахунки сум денних і нічних температур повітря за вказаний період. В просторовому розподілі цих сум в Україні на фоні однозначного їх збільшення з півночі на південь країни також простежується вплив ступеню континентальності клімату. На рис. 2.2, як приклад, представлено гістограму, яка показує зростання різниці між сумами середніх денних і середніх добових температур (ряд 1) та між сумами середніх добових і середніх нічних температур (ряд 2) з заходу на схід країни. Так, різниця між  $\sum T_d$  і  $\sum T_c$  в західних районах складає 380-400, в центральних – 420-430, а у східних районах – 470-490  $^{\circ}\text{C}$ . Різниця ж між  $\sum T_n$  і  $\sum T_c$  значно більша і відповідно дорівнює -490, -620, -700 і -750, 820  $^{\circ}\text{C}$ .

За тепловими ресурсам дня на території України виділено дев'ять макрорайонів (рис. 2.3, табл. 2.2). В першому макрорайоні значення сум денних температур менше 2600  $^{\circ}\text{C}$  і характеризують території, які межують зі Східними Українськими Карпатами. Суми середніх добових температур в цьому макрорайоні нижче 2200  $^{\circ}\text{C}$ . На півночі України, в Поліссі, ці суми становлять 2600-2800  $^{\circ}\text{C}$  за сум середніх добових температур 2200-2400  $^{\circ}\text{C}$ , а на півдні України - підвищуються до 3800-4000  $^{\circ}\text{C}$  при відповідних сумах середніх добових температур 3400-3600  $^{\circ}\text{C}$ . Найвищі значення сум денних температур спостерігаються на південному узбережжі Криму (9 макрорайон) і складають більше 4000  $^{\circ}\text{C}$ .

Різниця в датах переходу денних температур повітря через  $10^{\circ}\text{C}$  в виділених макрорайонах як весною, так і восени досягає 35 днів – від 1-5 травня в першому макрорайоні до 5 квітня – в дев'ятому і відповідно 25-30 вересня в першому макрорайоні і 31 жовтня – в дев'ятому. Вказані дати спостерігаються на 10-25 днів весною раніше, а восени пізніше, ніж аналогічні дати переходу середньодобових температур. Тривалість періоду з денними температурами вище  $10^{\circ}\text{C}$  становить від 160 днів і менше в першому макрорайоні до 195 - 205 днів і більше – в дев'ятому. Тривалість

періоду з середніми добовими температурами вище 10 °С на території України відповідно по вказаним макрорайонам складає 150 і 195 днів.

$$\Delta\Sigma T_{\text{д}}, \Delta\Sigma T_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$$

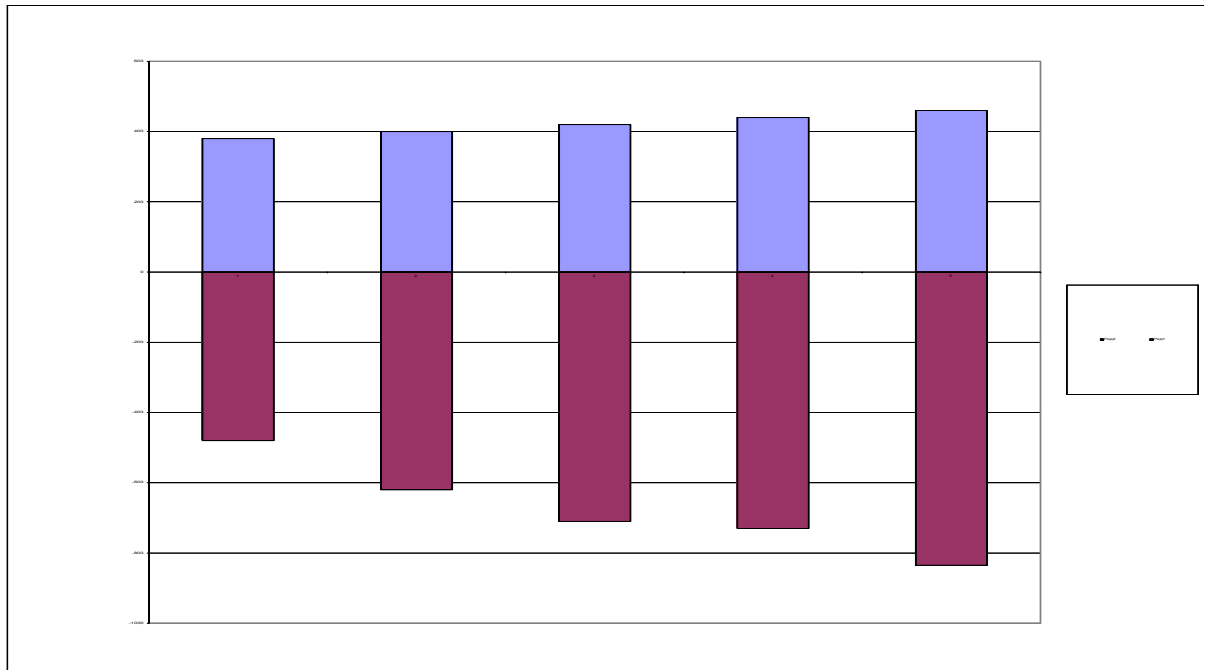


Рис. 2.2 – Мінливість різниці сум середніх денних і середніх добових температур повітря та різниці сум середніх нічних і середніх добових температур на метеостанціях: 1- Ковель, 2 – Вінниця, 3 – Гайсин, 4 - Умань, 5 - Луганськ

Таблиця 2.2 - Характеристика теплових ресурсів дня по макрорайонам України

Макрорайон	$\Sigma T_{\text{д}}, ^\circ\text{C}$	$N_{\text{д}}, \text{дні}$	$\Sigma T_{\text{с}}, ^\circ\text{C}$	$(\Sigma T_{\text{д}} - \Sigma T_{\text{с}}), ^\circ\text{C}$
1	<2600	<160	<2200	700-800
2	2600-2800	160 - 165	2200-2400	600-700
3	2800-3000	165 – 170	2400-2600	500-650
4	3000-3200	170 – 180	2600-2800	450-600
5	3200-3400	175 – 185	2800-3000	400-550
6	3400-3600	180 – 190	3000-3200	400-550
7	3600-3800	185 – 195	3200-3400	350-500
8	3800-4000	195 – 205	3400-3600	350-450
9	Вище 4000	Більше 205	Вище 3600	300-400



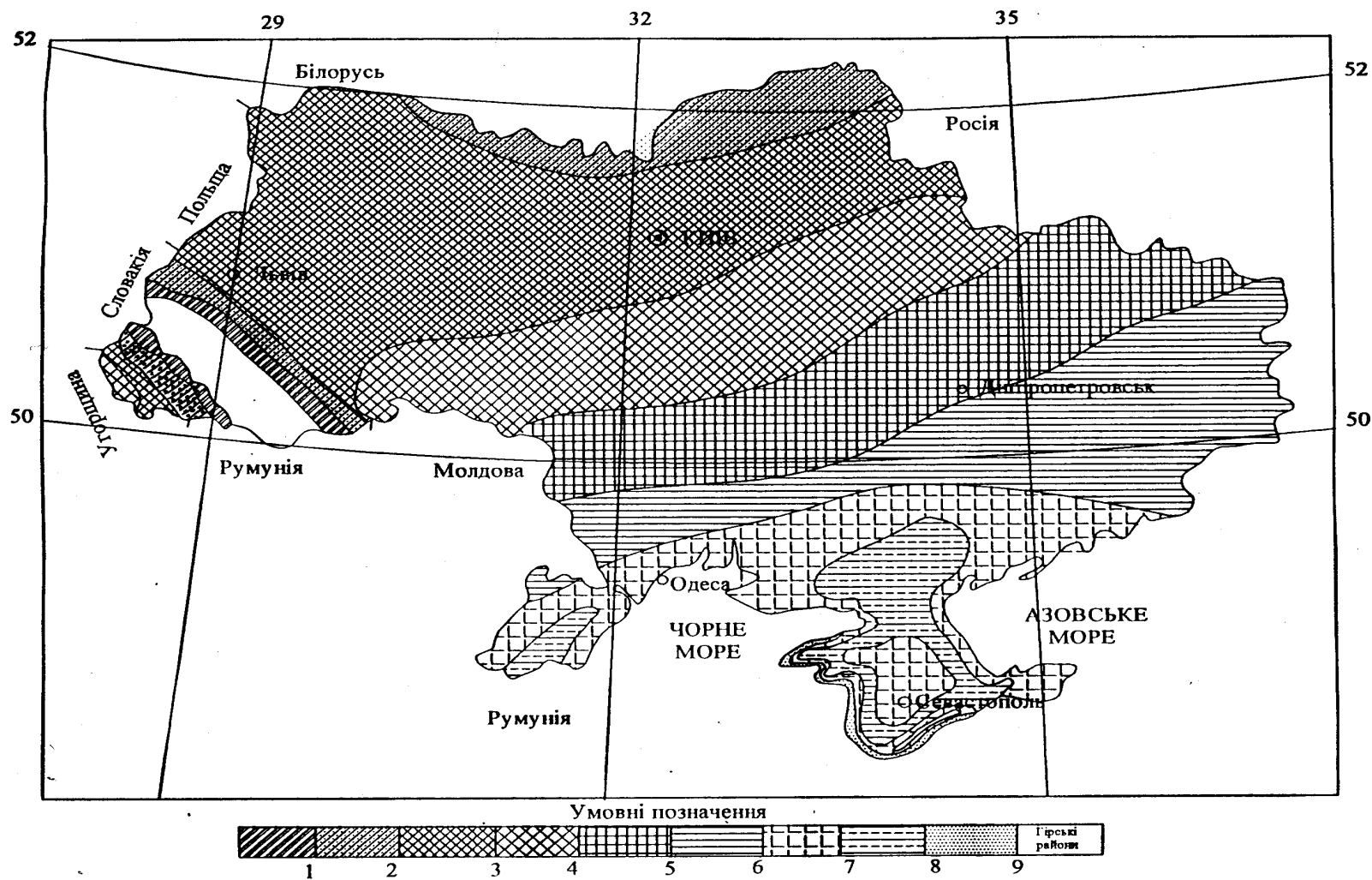


Рис.2.3. Агрокліматичне районування України за тепловими ресурсами дня.  
Макрорайони 1 - 9 (див. легенду до карти в табл. 2.2)

За сумами нічних температур вище  $10^{\circ}\text{C}$  виділено сім макрорайонів (рис. 2.4, табл. 2.3). Сума нічних температур повітря вище  $10^{\circ}\text{C}$  в першому макрорайоні складає менше  $1600^{\circ}\text{C}$ , а в 7 макрорайоні, що охоплює південне узбережжя Криму, ці температури перевищують  $2600^{\circ}\text{C}$ . В середньому для території України суми нічних температур відрізняються від сум середніх добових температур на  $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$ , проте можливі відхилення, які досягають більше  $1000^{\circ}\text{C}$  (перший, четвертий та сьомий макрорайони).

Таблиця 2.3 - Характеристика теплових ресурсів ночі по макрорайонам України

Макрорайон	$\sum T_n, ^{\circ}\text{C}$	$N_n$ , дні	$\sum T_c, ^{\circ}\text{C}$	$(\sum T_n - \sum T_c), ^{\circ}\text{C}$
1	<1600	<130	<2200	-850, -1100
2	1600-1800	130 – 135	2200-2500	-600, -950
3	1800-2000	135 – 140	2400-2700	-550, -900
4	2000-2200	140 – 145	2600-2900	-550, -850
5	2200-2400	145 – 150	2900-3200	-500, -800
6	2400-2600	150 – 155	3200-3500	-450, -750
7	2600 та вище	155 та більше	3500 та вище	-900, -1200

Дати переходу нічної температури повітря через  $10^{\circ}\text{C}$  весною в першому, найпрохолоднішому, макрорайоні відзначаються навіть після 15 травня, а восени – до 15 вересня. В сьомому, найтеплішому, макрорайоні перехід нічних температур відмічається весною до 10 квітня і після 31 жовтня – восени. Означені дати в середньому по території України спостерігаються на 15-35 днів весною пізніше, а восени раніше, ніж дати середніх добових температур повітря. Тривалість періоду з нічними температурами повітря вище  $10^{\circ}\text{C}$  змінюється від 130 днів і менше на півночі країни і в Прикарпатських районах до 155 днів і більше на південному узбережжі Криму, що на 20-40 днів менше, ніж тривалість цього ж періоду з середньодобовими температурами. Така значна різниця теплових ресурсів території України за традиційними показниками і показниками, які враховують добову динаміку температур при додаткових агрокліматичних розрахунках може дати пояснення просторової мінливості, як темпів розвитку сільськогосподарських культур так і формування їх продуктивності.

Представлені схеми агрокліматичного районування з подальшим визначенням теплозабезпеченості сільськогосподарських культур придатні для умов відкритого рівного місця, тобто для рівнинних земель. Але на території України більш 60 % від загальної площі сільськогосподарських угідь займає пагорбкуватий, горбистий та низьогірський рельєф. Встановлено, що суми денних та нічних температур повітря вище  $10^{\circ}\text{C}$  відзначаються високою чутливістю до мікроклімату, тобто мінливістю під

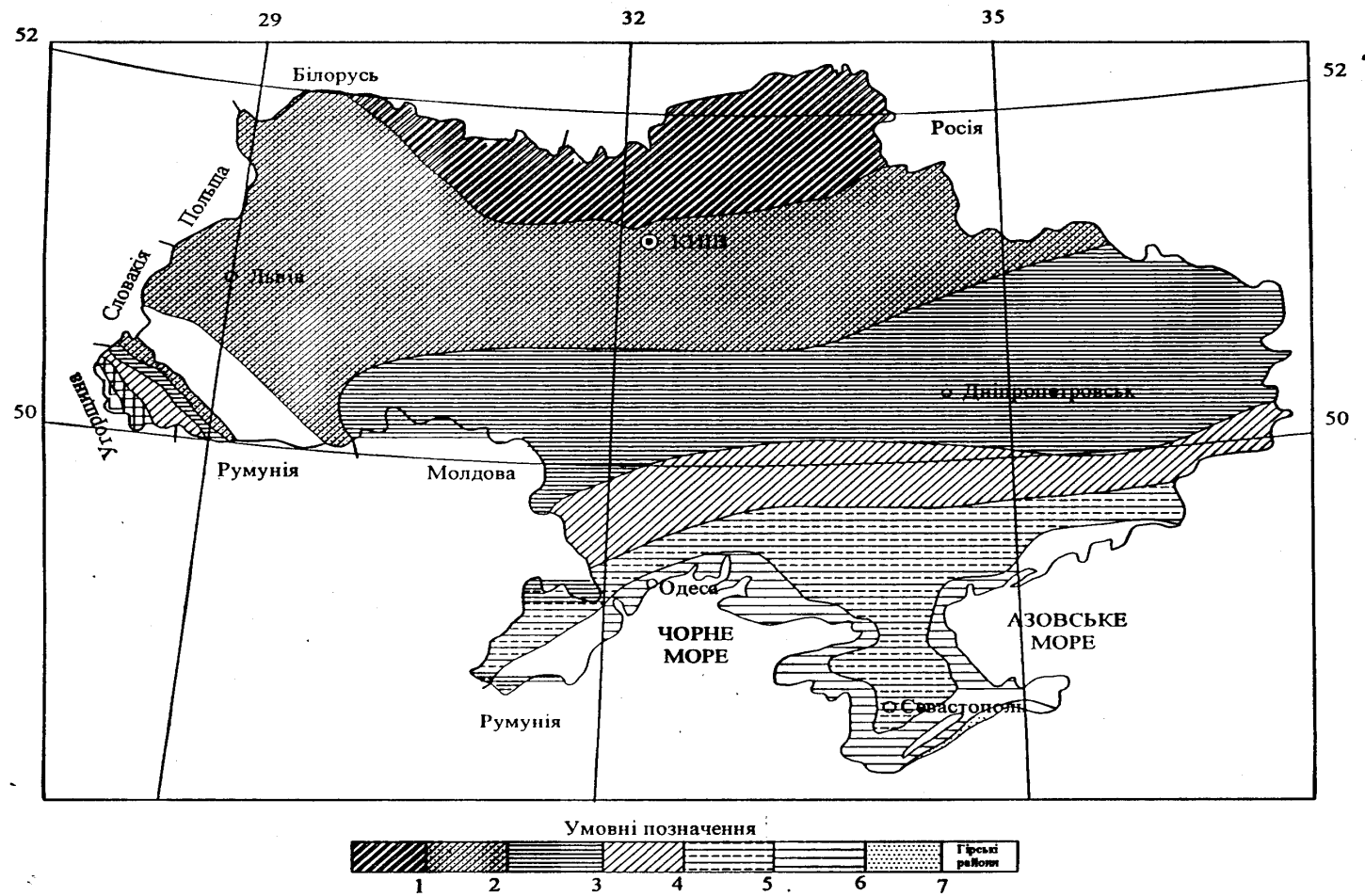


Рис. 2.4. Агрокліматичне районування України за тепловими ресурсами ночі.  
Макрорайони 1 – 7 (див. легенду до карти в табл. 2.3)

впливом неоднорідностей підстильної поверхні (форми рельєфу, види рослинних спільнот, близькість та розміри водоймищ та ін.). Тому саме ці показники необхідно застосовувати для детальної оцінки теплових ресурсів незначних за площею територій.

Внаслідок узагальнення матеріалів мікрокліматичних спостережень, що проводилися в різних регіонах СНД, було визначено механізм формування значних термічних різниць вдень та вночі в різних формах пагорбкуватого, горбистого та гірського рельєфу. Він пов'язаний з особливостями притоку сонячної радіації в пересіченій місцевості, своєрідним повітряним обміном, умовами підтоку та стоку холодного повітря вночі, а також площею повітрязбору. В гірському рельєфі окрім вказаних вище факторів чітко виявляється вплив абсолютної висоти над рівнем моря.

Внаслідок узагальнення матеріалів мікрокліматичних спостережень, що проведені в різних регіонах європейсько-азіатських країн СНД, визначено механізми формування значних термічних різниць вдень і вночі в залежності від типу підстильної поверхні, особливо, від різних типів і форм рельєфу. Встановлено, що формування мікрокліматичної різниці добового ходу температур відбувається внаслідок дії енергетичного і динамічного механізмів, які пов'язані з характером надходження сонячного тепла на порізному орієнтовані поверхні, інтенсивністю турбулентного перемішування повітря вдень, радіаційного вихолоджування, стоку і підтоку холодного повітря вночі. Причому, мікрокліматична різниця гілки денних температур пов'язана з дією двох механізмів, а нічних температур – переважає дія динамічного механізму.

Дуже складний характер мікрокліматичної мінливості добового ходу температур відзначається в горбистому рельєфі, де закономірності формування режиму денних і нічних температур пов'язані з типами підстильної поверхні, типами, формами і елементами рельєфу. Виділяють такі форми рельєфу: рівнини, вододільні поверхні, схили, дно долин і котловини, а також експозиції, крутизну схилів та місцеположення на схилі. В залежності від елементів рельєфу відзначається величина денної і нічної температури, які відрізняються від їх величин для умов відкритого рівного місця, яке називають нормальним місцеположенням. Крім відкритого рівного місця до нормальних місцеположень відносять середні частини дна широких (більше 2...4 км) відкритих долин; середні частини похилих, крутизною 5° схилів.

Мікрокліматичні різниці в добовому ході температури повітря за елементами рельєфу знаходяться в тісній залежності від морфометричних показників рельєфу і площі повітрязбору (абсолютна висота над рівнем моря, глибина вертикального і горизонтального розчленування рельєфу, експозиція і крутизна схилів, місцеположення на схилі). За іншими рівними умовами енергетичний механізм формування мікроклімату максимально виявляється в ясну суху погоду зі слабким вітром. Розподіл температури повітря в різних формах рельєфу змінюється впродовж доби як за величиною, так і за знаком.

В денні години найвищий рівень температур відмічається на пониженнях рельєфу – на дні долин та на підвітряних південно-східних, південних і південно-західних схилах, а найнижчий рівень – на вершинах і верхніх частинах крутих навітряних схилів. В нічні години відзначається зворотній характер розподілу температур: найвищий рівень відзначається на вершинах горбів і на верхній третині схилів, а найнижчий – на дні долин і в підніжжі схилів.

З.А. Міщенко розроблена універсальну розрахункову схему мезо- та мікрокліматичної мінливості показників теплового режиму дня та ночі ( $T_d$ ,  $T_n$ ,  $\Sigma T_d$ ,  $\Sigma T_n$ ,  $A_T$ ) в горбистому та гірському рельєфі для території СНД в залежності від базисів ерозії ( $H_m$ ) та ступеню континентальності клімату. За механізмом формування мікрокліматичних інверсій температури виділено декілька груп місцеположень в мікрорельєфі:

- 1) верховини, вододільні плато, верхні частини схилів;
- 2) середні частини схилів різної експозиції та крутості, дена долин з великою крутістю (більш ніж  $8-12^\circ$ ) впродовж осі;
- 3) фонові місцеположення, які характеризують умови відкритого рівного місця з відносно добрим обміном повітря вдень та вночі (рівнинні землі, середні частини пологих схилів крутістю до  $5^\circ$ , передгірські широкі долини (до 10 км у поперечнику);
- 4) підосви схилів усіх експозицій, дно та нижні частини широких долин (до 2-4 км у поперечнику);
- 5) дно та нижні частини вузьких (шириною менш ніж 1 км в поперечнику) замкнених долин, улоговини.

Ці фактори покладені в основу районування мікрокліматичних параметрів теплових ресурсів дня та ночі ( $\Sigma T_d$ ,  $\Sigma T_n$ ). Відповідно до геоморфологічного районування території СНД за основними характеристиками ерозії (розчленування рельєфу по вертикалі), розглянуті мезорайони з різним типом рельєфу: пагорбкуватий ( $H < 50$  м, схили  $3-6^\circ$ ), горбистий ( $H \approx 50-150$  м, схили  $6-10^\circ$ ), низькогірський ( $H \approx 160-220$  м, схили  $12-16^\circ$ ), середньогірський ( $H \approx 220-300$  м, схили  $16-20^\circ$ ), гірським ( $H > 300-400$  м, схили  $16-20^\circ$  та більш).

На підставі аналізу геоморфологічної карти глибини вертикального розчленування території України уточнена схема мікрокліматичних параметрів теплового режиму дня та ночі для різних типів рельєфу і місцеположень (табл. 2.4). Використовуючи карти дрібномасштабного агрокліматичного районування України за тепловими ресурсами дня і ночі (рис. 2.3. і 2.4) та легенди до них (табл. 2.2 і 2.3), можна кількісно визначити для заданого макрорайону мікрокліматичні параметри теплових ресурсів та теплозабезпеченості рослин ( $\Delta \Sigma T_d'$  та  $\Sigma T_n'$ ) в типовому мікрорельєфі. Вони уявляють собою відхилення  $\Sigma T_d'$ ,  $\Sigma T_n'$  вище  $10^\circ\text{C}$  для певних місцеположень в рельєфі від  $\Sigma \bar{T}_d$  та  $\Sigma \bar{T}_n$  для відкритого рівного місця, тобто різниці ( $\Sigma T_d' - \Sigma T_d$ ) та ( $\Sigma T_n' - \Sigma T_n$ ). Розрахунок теплових ресурсів



Таблиця 2.4 Параметри мезо- та мікрокліматичної мінливості теплових ресурсів дня та ночі ( $\Sigma T_d$ ,  $\Sigma T_n$ ,  $^{\circ}C$ ) у пагорбкуватому, горбистому та гірському рельєфі України

№ п/п	Мезорайони по базисам ерозії (Н м) та нахилам місцевості	Пара- метри	Мікрорельєф				
			Верховина, верхня частина схилу	Середина схилу	Широка долина, підосва схилу	Замкнена долина, улоговина	Верховина- улоговина
1	Пагорбкуватий рельєф, (Н 50 м, крутість схилів 3-6 $^{\circ}$ C )	$\Delta \Sigma T_d$ , $\Delta \Sigma T_n$	-50, 100	$\pm 50$ >50	>50 -100	50 -100	100-150 200-300
2	Пагорбкуватий рельєф (Н 50 –100 м, крутість схилів 6-8 $^{\circ}$ C )	$\Delta \Sigma T_d$ $\Delta \Sigma T_n$	-100 150	50 50-100	50-100 -100,-150	50-100 -100,-150	150-200 250-350
3	Горбистий рельєф ( $\Delta H$ 100-150 м, крутість схилів 8-12 $^{\circ}$ )	$\Delta \Sigma T_d$ , $\Delta \Sigma T_n$	$\geq -100$ 150-200	> $\pm 50$ 50-100	50-100 -100,-150	100-150 -150,-200	200-250 300-400
4	Низькогірський рельєф ( $\Delta H \approx 150$ - 200 м, крутість схилів 12 – 16 $^{\circ}$ ).	$\Delta \Sigma T_d$ $\Delta \Sigma T_n$	-100,-150 200-250	$\pm 50$ , $\pm 100$ 100-150	100-150 -150,-200	>150 -200,-250	250-300 400-500
5	Середньогірський рельєф ( $\Delta H \approx 200$ –500 м, крутість схилів 16 –20 $^{\circ}$ ).	$\Delta \Sigma T_d$ $\Delta \Sigma T_n$	$\geq -150$ 250-300	$\pm 100$ , $\pm 150$ 150-200	$\geq 150$ -200,-250	150,-200 -250,-300	300-350 500-600
6	Гори Східних Карпат і Криму ( $\Delta H >$ 500 м, крутість схилів 20 – 30 $^{\circ}$ )	$\Delta \Sigma T_d$ $\Delta \Sigma T_n$	-150,-200 300-350	$\geq \pm 150$ $\geq 200$	150-200 -250,-300	200-250 -300,-350	350-450 600-700

Примітка: Знак "плюс" означає збільшення, знак "мінус" - зменшення  $\Sigma T_d$ ,  $\Sigma T_n$  у порівнянні з відкритим рівним місцем у горбистому рельєфі або зі схилом в гірському рельєфі.

дня та ночі ( $\Sigma T_d'$ ,  $\Sigma T_n'$ ) в різних місцезположеннях рельєфу виконується за відомими формулами:

$$\Sigma T_d' = \Sigma T_d \pm \Sigma T_d'; \quad (2.1)$$

$$\Sigma T_n' = \Sigma T_n \pm \Sigma T_n', \quad (2.2)$$

де  $\Sigma T_d$ ,  $\Sigma T_n$  - середні багаторічні значення сум температур повітря, розраховані за період з  $T_d$  і  $T_n$  вище  $10^\circ\text{C}$  для умов відкритого рівного місця, тобто для рівнинних земель;  $\Sigma T_d'$  та  $\Sigma T_n'$  – мікрокліматичні параметри.

Середні багаторічні значення сум температур повітря, розраховані за період з  $T_d$  і  $T_n$  вище  $10^\circ\text{C}$  для умов відкритого рівного місця, тобто для рівнинних земель, можна зняти для конкретного пункту з фонових карт розподілу  $\Sigma T_d$ ,  $\Sigma T_n$  на території України або розрахувати за відомою методикою для найближчої до господарства метеорологічної станції, за умови її репрезентативності ( відкрите рівне місце, середина похилого схилу, широка долина).

Абсолютні значення  $\Sigma T_d'$ ,  $\Sigma T_n'$  для конкретних місцезположень, наприклад, для верховини або замкнутої долини, визначаються шляхом складання або віднімання відповідних мікрокліматичних параметрів ( $\Sigma T_d'$ ,  $\Sigma T_n'$ ) і  $\Sigma T_d$ ,  $\Sigma T_n$  для рівного місця. Але завжди цим розрахункам передують визначення типу рельєфу, який характеризує дану місцевість. Оскільки вдень виявляється вплив експозиції схилів, для верхніх та середніх частин схилів з південною складовою  $\Sigma T_d'$  повинна збільшуватись, а для цих же схилів з північною складовою - зменшуватись. При розрахунку  $\Sigma T_n'$  в різних місцезположеннях треба враховувати, що для випуклих форм рельєфу мікрокліматична поправка повинна додаватися до фонові величини  $\Sigma T_n$ , яка характеризує рівне місце, а для увігнутих форм рельєфу – віднімається.

Для території України для виділених макрорайонів на підставі детального геоморфологічного аналізу карти вертикального розчленування рельєфу у масштабі 1: 2500000 були визначені домінуючі типи рельєфу, для яких виконані розрахунки сум денних та нічних температур повітря для основних місцезположень: вододільних плато, верховин, верхніх, середніх та нижніх частин схилів, ден долин і улоговин (табл. 2.5 і 2.6). Виявлено, що мікрокліматична мінливість сум денних та сум нічних температур повітря зростає у 1,5-2,0 рази в залежності від ступеню континентальності клімату та в 3-4 рази – від базису ерозії (вертикального розчленування рельєфу) в напрямку з північного заходу на південь та південний схід. Ці різниці параметрів ( $\Sigma T_d'$ ,  $\Sigma T_n'$ ) на більшій частині



України навіть перевищують зональну мінливість  $\Sigma T_d$  та  $\Sigma T_n$ . Треба відзначити, що мікрокліматична різниця сум нічних температур повітря в 1,5 - 2 рази більше ніж аналогічна різниця сум денних температур повітря.

Таблиця 2.5 Мікрокліматична оцінка теплових ресурсів дня в Україні

Номер макро-району	Відносне перевищення висот, м	Сума денних температур, °С				
		Рівне місце	Вершина схилу	Середина схилу	Низ схилу	Дно долини
1	< 150	<2600	< 2450	2500-2700	2700-2750	< 2750
	150-200		< 2450	2450-2750	- / -	2750-2800
	200-500		<2400	- / -	2750-2800	2800-2850
2	< 50	2600-2800	2550-2750	2650-2850	2650-2850	2650-2850
	50-100		2500-2700	- / -	2700-2900	2700-2900
	100-150		- / -	- / -	- / -	2750-2950
	150-200		2450-2650	2500-2900	2750-2850	- / -
	200-500		- / -	2450-2950	- / -	2800-3000
3	< 50	2800-3000	2750-2950	2850-3050	2850-3050	2850-3050
	50-100		2700-2900	- / -	2900-3100	2900-3100
	100-150		- / -	- / -	- / -	2950-3150
4	< 50	3000-3200	2950-3150	3050-3250	3050-3250	3050-3250
	50-100		2900-3100	- / -	3100-3300	3100-3300
5	<50	3200-3400	3150-3350	3250-3450	3250-3450	3250-3450
	50-100		3100-3300	- / -	3300-3500	3300-3500
6	<50	3400-3600	3350-3550	3450-3600	3450-3650	3450-3650
	50-100		3300-3500	- / -	3500-3700	3500-3700
7	<50	3600-3800	3550-3750	3550-3850	3650-3850	3650-3850
	50-100		3500-3700	- / -	3700-3900	3700-3900
	100-150		- / -	- / -	- / -	3750-3950
8	150-200	3800-4000	3650-3850	3700-4100	3950-4150	3950-4150
	200-500		- / -	3650-4150	- / -	4000-4200
9	<50	>4000	>3950	3950-4050	>4050	>4050

В горбистому та гірському рельєфі при переважаючих різницях висот місцевості  $H \approx 50-150$  м,  $H \approx 200-500$  та до  $H > 500$  м відкриті верховини, вододільні плато, а також верхні частини схилів вдень за рахунок посилення вітрового потоку та турбулентного перемішування повітряних мас можуть бути на  $50-100$  °С та до  $150-200$  °С холодніші, а замкнені вузькі долини та улоговини з погіршеним повітряобміном - на  $100-150$  °С та  $250-350$  °С тепліші відкритого рівного місця. Вночі співвідношення ресурсів тепла за елементами рельєфу змінюється на зворотне. Саме верховина та верхні частини схилів виявляються на  $100-200$

Таблиця 2.6 - Мікрокліматична оцінка теплових ресурсів дня в Україні

Номер макро-района	Відносне перевищення висот, м	Сума нічних температур, °С				
		Рівне місце	Вершина схилу	Середина схилу	Низ схилу	Дно долини
1	2	3	4	5	6	7
1	< 50	<1800	< 1900	<1850	<1700	<1700
	50-100		< 1950	<1900	<1650	<1650
2	< 50	1800-2000	1900-2100	1850-1950	1700-1900	1700-1900
	50-100		1950-2150	1900-2100	1650-1850	1650-1850
	100-150		2000-2200	- / -	- / -	1600-1800
	150-200		2050-2250	1950-2150	1600-1800	1550-1750
	200-500		2100-2300	2000-2200	1550-1750	1500-1700
	>500		2150-2350	- / -	1500-1700	1450-1650
3	< 50	2000-2200	2100-2300	2050-2250	1900-2100	1900-2100
	50-100		2150-2350	2100-2300	1850-2050	1850-2050
	100-150		2200-2400	- / -	- / -	1800-2000
	150-200		2250-2400	2150-2350	1800-2000	1750-1950
	200-500		2300-2500	2200-2400	1750-1950	1700-1900
	>500		2350-2500	- / -	1700-1900	1650-1850
4	< 50	2200-2400	2300-2500	2250-2450	2100-2300	2100-2300
	50-100		2350-2550	2300-2500	2050-2250	2050-2250
	100-150		2400-2600	- / -	- / -	2000-2200
	150-200		2450-2650	2350-2550	2000-2200	1950-2150
	200-500		2500-2700	2400-2600	1950-2150	1900-2100
5	<50	2400-2600	2500-2700	2450-2650	2300-2500	2300-2500
	50-100		2550-2750	2500-2700	2250-2450	2250-2450
6	<50	2600-2800	2700-2800	2650-2850	2500-2700	2500-2700
	50-100		2800-3000	2700-2900	2450-2650	2400-2600
	100-150		2850-3050	2750-2950	2400-2600	2350-2550
	150-200		2900-3100	2800-3000	2350-2550	2300-2500
	200-500		2950-3150	- / -	2300-2500	2250-2450
7	<50	>2800	>2900	>2850	>2700	>2700

°С та до 250-350 °С теплішими, а вузькі замкнені долини та улоговини на 100-200 °С і до 300-350 °С холоднішими відкритого рівного місця. Діапазон мікрокліматичної різниці ресурсів тепла ( $\Sigma T_d$  ',  $\Sigma T_n$  ') за формами рельєфу складає вдень 100-200 °С і до 350-450 °С, а вночі – від 200-350 °С до 600-700 °С.

Максимальна різниця між сумами денних і нічних температур спостерігається на увігнутих формах рельєфу (денна долин, улоговини), а найменша – на випуклих формах (вододільне плато, верховина). При цьому, спостерігається зростання діапазону мікрокліматичної мінливості сум денних і нічних температур із збільшенням глибини вертикального розчленування рельєфу (рис. 2.7). Так, наприклад, різниця сум денних і нічних температур для двох типів рельєфу – пагорбкуватого і горбистого – на верхній частині схилів складає 800 і 400 °С, а в нижній частині схилів і на денах долин – 1600 і 2200 °С.

$\Sigma T_d, \Sigma T_n, ^\circ C$

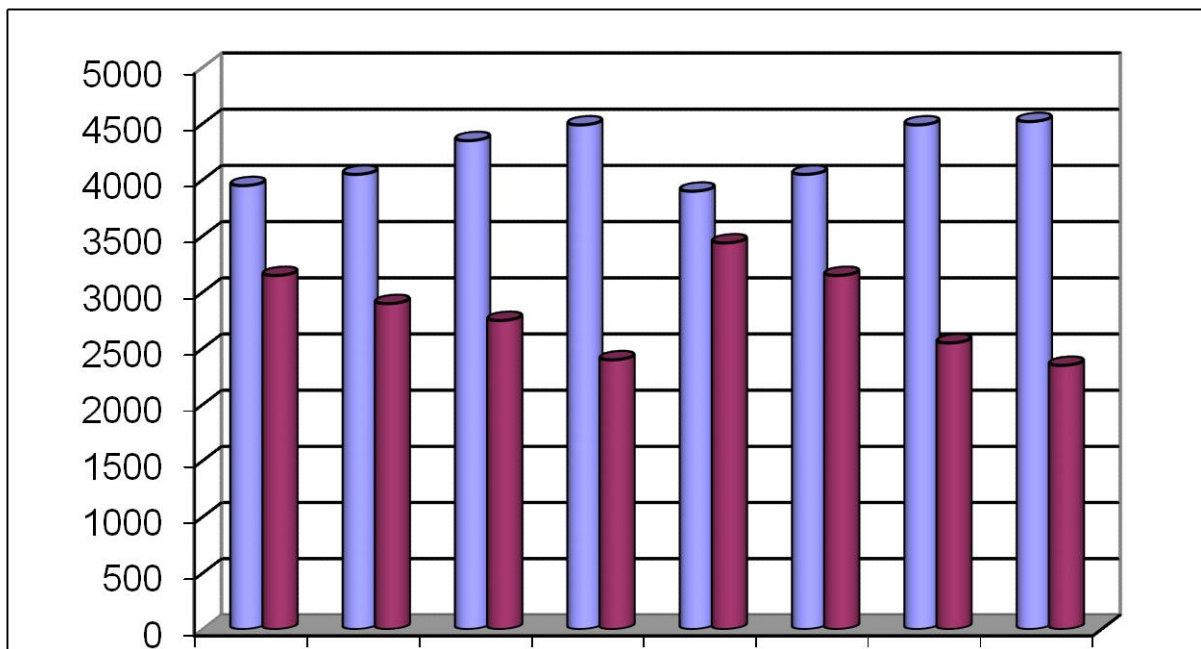


Рис. 2.5 – Мікрокліматична мінливість показників теплових ресурсів в Україні.

Ряд 1 -  $\Sigma T_d$ , ряд 2 -  $\Sigma T_n$ ; 1- 4 – пагорбкуватий тип рельєфу, 5 – 8 горбистий тип рельєфу; 1, 5 – верхня частина схилу, 2, 6 – середня частина схилу, 3, 7 – нижня частина схилу, 4, 8 – денна долин.

Урахування добового ходу температури повітря має велике значення при вивченні хімічного складу рослин, який є результатом різних термоперіодичних реакцій рослинного організму. В даний час відома загальна закономірність зміни хімічного складу багатьох культурних рослин при переході від більш вологих кліматів до сухих і континентальних кліматів з добре вираженим добовим ходом температури повітря. Як правило, в більш континентальному кліматі при достатній кількості тепла поліпшується якість продукції культурних рослин, лише для крохмальної і пивоварної промисловості має перевагу сировина, яка одержана в морському кліматі. Відомо, що в континентальному кліматі підвищується цукристість фруктів коренеплодів. Наприклад, в Середній

Азії ростуть найбільш багаті цукром фрукти (виноград, персик, диня і інші) в порівнянні з Молдовою і півднем України. В сухих високогір'ях з суворим континентальним кліматом і великими добовими амплітудами температури, наприклад на Памірі, у вегетативних частинах ячменю накопичується до 18-40% цукру, а в нормальних умовах його міститься лише 1-2%.

Хімічний склад зернових і технічних культур значно змінюється в географічному розрізі під впливом кліматичних умов, із яких визначеними є теплота і волога. За даними К. А. Фляксбергера найменший вміст білкової речовини в зернах ярої пшениці у всьому світі має місце в Марокко і складає 5,4%, а найбільший - в США (штат Канзас) - 26,5%. На Європейській території СНД вміст білка в зерні ярої пшениці зростає з північного заходу на південний схід - від 8-10% до 18-20%, а в окремі роки до 20-26%. Аналогічно змінюється відсотковий склад білка в зернах ярого жита (від 10-12 до 18-20%), вівса (12-22%) і ячменя (9-15%). Найбільше накопичення білка в зернах зрілого гороху спостерігається також в південно-східних районах Європейської частини СНД і в Північному Казахстані (в Смоленській області 18-20%, а в Цілиноградській - 28-30%).

Рядом авторів робились багаточисленні спроби встановити кількісні зв'язки між хімічним складом культурних рослин і показниками клімату. Найбільш часто для цих цілей використовувалися середні добові температури повітря та її суми, кількість опадів, гідротермічний коефіцієнт. Як правило, частинні коефіцієнти кореляції були невисокі і коливались в межах 0,42 - 0,65.

Міщенко З.А. встановлена кількісна залежність між географічною мінливістю відсоткового вмісту білка ( $B$ ) в зернах ярої пшениці від розмаху добових коливань температури повітря ( $A_T$ ) за вегетаційний період (травень - серпень) в ареалі розповсюдження даної культури на території СНД. Залежність має прямолінійний характер. Коефіцієнт кореляції достатньо високий і складає 0,85. Нею виявлено, що при просуванні з півночі на південь і з заходу на схід із збільшенням континентальності клімату зростає добова амплітуда температури повітря, яка відбиває збільшення загальної напруги тепла. В тому ж напрямку зростає вміст білка в зернах ярої пшениці. Аналітичний вираз одержаної залежності на богарних землях має вигляд

$$B=1,29\bar{A}_T+2,1. \quad (2.3)$$

На основі експериментальних мікрокліматичних спостережень встановлено, що вміст білка в зерні ярої пшениці може істотно змінитися в різних місцезположеннях рельєфу. Так, результати експедиційних досліджень в Забайкаллі показали (табл.2.7), що за майже однакових значень середньої добової температури повітря за період травень-серпень

спостерігалася помітна різниця у вмісті білка в зерні ярої пшениці, посіви якої розміщені на схилах і в замкненій долині. На південному схилі, де  $A_T$  не перевищувала 11,7 °С, вміст білка в зерні ярої пшениці був найменшим і складав 12,4%. На дні долини, де  $A_T$  збільшувалася до 14,5 °С, вміст білку у зерні пшениці вже збільшився до 15,3%. Таким чином, при різниці висоти місцевості тільки в 40 м і діапазоні мікрокліматичної мінливості  $A_T$  порядку 2,8 °С, варіабельність вмісту білку у зерні пшениці досягає 3%.

Таблиця 2.7 - Вміст білку у зернах ярої пшениці, яка вирощувалась у різних місцезположеннях низькогірського рельєфу Заїлійського Ала-Тау

Місцезположення	$H$ , м	$B$ , %	$T_C$ , °С	$A_T$ , °С
Південний схил	760	12,4	16,2	11,7
Північно-західний схил	750	13,4	16,0	12,4
Дно долини	720	15,3	15,7	14,5

### ***Порядок виконання роботи***

1. За даними додатку Б1 розрахувати середню добову амплітуду температури повітря  $\overline{A_T}$  за травень - серпень і середню нічну температуру повітря  $\overline{T_M}$  за травень – серпень для однієї метеорологічної станції, розташованої в умовах відкритого рівного місця.
2. Використовуючи розрахункову схему мезо- і мікрокліматичної мінливості  $A_T$  в теплу пору року (табл. 2.4, рис. 2,3 і 2.4) розрахувати за формулами 2.1, 2.2 абсолютні значення  $T_H$ ,  $A_T$  для ведучих форм мікрорельєфу (вершина, схил, широка долина, замкнена долина) в слабко горбистому, горбистому і гірському рельєфах. Всі дані записати в додаток Б2.
3. За формулою 2.3 розрахувати вміст білка в зерні ярої пшениці для рівного місця на основі залежності між  $A_T$  та  $B$  в %.
4. Використовуючи дані розрахунків  $A_T$  для різних місцезположень горбистого і гірського рельєфу, розрахувати за формулою 2.3 вміст білка в зерні пшениці для ведучих форм мікрорельєфу і записати всі дані в додаток Б2.
5. Одержані результати проаналізувати і скласти коротку біокліматичну характеристику мінливості вмісту білка в зерні ярої пшениці за елементами рельєфу, а також.  $T_M$  і  $A_T$  в районі дії метеостанції, з оцінкою ступеню сприятливості окремих полів за мікрокліматичними умовами для вирощування зернових культур з високим вмістом білка.

## *Література*

1. Лархер В. Экология растений. - М.: Мир, 1998.
2. Мищенко З.А. Суточный ход температуры воздуха и его агроклиматическое значение. - Л.: Гидрометеиздат, 1962, стр. 165-196.
3. Мищенко З.А. Биоклимат дня и ночи. - Л.: Гидрометеиздат, 1984, стр. 79-114.
4. Методи оцінки мікрокліматичної мінливості показників радіаційно-світлових ресурсів в Україні та їх районування Під ред. Мищенко З.А., Кульбиди Н.І. - Київ: Український ГМЦ. - 2004. 111 с.
5. Мищенко З.А., Ляшенко Г.В. Мікрокліматологія. - К.: КНТ, 2007. - 337с.
6. Ляшенко Г.В. Агрокліматична оцінка продуктивності сільськогосподарських культур в Україні. - Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова». - 2011. - 360с.
7. Ляшенко Г.В. Методика оцінки агрокліматичних ресурсів території та їх картографування з врахуванням мікроклімату. - Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова». - 2010. - 68 с.

## **Практична робота 3**

### **Складання мікрокліматичних карт за умовами морозонебезпечності для оптимізації розміщення зимуючих культур**

#### ***Теоретичні відомості по оцінці умов морозонебезпечності з урахуванням мікроклімату складного рельєфу***

Агрокліматична оцінка зимових умов в кожному регіоні країни необхідна для раціонального розміщення багаторічних культур, визначення способу ведення культури (наприклад, винограду - вкривного, некривного), а також для обґрунтування диференційного застосування агротехнічних заходів, які дозволяють звести до мінімуму пошкодження зимуючих культур низькими від'ємними температурами (небезпечними морозами).

Як один з основних показників вимерзання наземної частини зимуючих (озимих, дворічних і багаторічних) культур використовують середній із абсолютних річних мінімумів температури повітря ( $\bar{T}_M$ ). Цей агрокліматичний показник тісно пов'язаний з такими характеристиками зимового періоду, як температура повітря самого холодного місяця ( $T_X$ ), середня висота снігового покриву ( $H$ ), сума від'ємних температур повітря нижче різної межі, глибина промерзання ґрунту, середні з абсолютних

річних мінімумів температури повітря на різних глибинах. На перезимівлю багаторічних рослин впливають добові коливання температури повітря та діяльної поверхні в період різкого похолодання, а показники відлиги.

Особливістю показників перезимівлі і, в першу чергу,  $\bar{T}_M$  та  $T_X$  є їх значна мінливість на малих відстанях під впливом неоднорідностей підстильної поверхні, в тому числі, пагорбкуватого та горбистого рельєфу.

Механізм формування мікрокліматичної мінливості величин  $\bar{T}_M$ ,  $T_X$ ,  $A_T$  у складному рельєфі визначається умовами радіаційного вихолоджування, стоку та притоку холодного повітря за елементами рельєфу і площею повітрозбору. Чим більша площа схилів та вершин, з яких стікає в долину охолоджене повітря, тим нижче  $\bar{T}_M$ ,  $T_X$  в долині.

На основі експериментальних досліджень і агрокліматичних розрахунків З.А. Міщенко побудовані карти розподілення середнього із абсолютних річних мінімумів температури повітря  $\bar{T}_M$  для території СНД і виконана типізація мезо- і мікрокліматичної мінливості  $\bar{T}_M$ , а також температури самого холодного місяця ( $T_X$ ) в залежності від типу рельєфу, базисів ерозії ( $\Delta H_M$ ) і ступеню континентальності клімату. До основної карти додається схематичне районування мікрокліматичних параметрів у вигляді  $\Delta T_M$  і  $\Delta T_X$ , які характеризують відхилення значень  $\bar{T}_M$ ,  $T_X$  в різних місцезонах рельєфу від цих показників на відкритому рівному місці. Ці матеріали є науковою основою для складання мікрокліматичних карт морозонебезпечності розрахованим шляхом.

В останні 15 років З.А.Міщенко і С.В.Ляховою виконано агрокліматичне районування України за умовами морозонебезпечності та складено середньомасштабну (М 1:750000) карту умов морозонебезпечності (рис.3.1 і табл.3.1). За допомогою карти і легенди до неї, представленої в табл.3.1 можна отримати інформацію про умови морозонебезпечності за 7-ми показниками з точністю до 750м.

Надалі розроблена З.А.Міщенко розрахункова схема мезо- і мікрокліматичної мінливості зимових температур уточнена і деталізована З.А.Міщенко і Г.В.Ляшенко для території України. За наявності такої схеми та результатів детального геоморфологічного аналізу будь-якої території можливе проведення її мікрокліматичне районування за умовами морозонебезпечності і складання мікрокліматичних карт. Була розроблена методика мікрокліматичної оцінки, районування територій за умовами заморозко- і морозонебезпечності і картографування показників морозо- і заморозконебезпечності. В цій методиці викладено етапи проведення таких досліджень.

Першочерговим завданням є обґрунтування агрокліматичних показників, які здатні повною мірою відбивати умови морозонебезпечності. Наступне завдання полягає у проведенні геоморфологічного аналізу і, зважаючи на фізичні механізми, які зумовлюють просторовий перерозподіл умов морозонебезпечності,



виділені місцеположень як типів, видів і елементів підстильної поверхні.

На наступному етапі визначається фонові агрокліматична інформація з умов морозонебезпечності для досліджуваної території. Така інформація може формуватися за даними найближчої метеостанції, приведених до умов рівного місця, або за даними середньо- та дрібномасштабного районування. Більш точна інформація може бути одержана за даними метеорологічних і агрометеорологічних спостережень за довгий період (25-30 і до 50 років). При цьому, зважаючи на лімітуючий для зимуючих сільськогосподарських культур фактор, необхідна інформація про середні та екстремальні величини, а повна імовірнісна характеристика.

Важливе завдання полягає в уточненні схеми мезо- і мікрокліматичної мінливості показників умов морозонебезпечності і встановленні параметрів мікрокліматичної мінливості показників. На цьому етапі важливо не залишити без уваги будь-які елементи підстильної поверхні, в т.ч., типи ґрунтів, близькість до водойм і їх розміри, рослинність, будови тощо. Іноді ці типи поверхонь можуть виступати як перерозподілювальний фактор.

Наступне завдання полягає у виконанні мікрокліматичних розрахунків, яке полягає у визначенні величин показників умов морозонебезпечності для різних місцеположень за формулами

$$T'_M = \bar{T}_M \pm \Delta T'_M, \quad (3.1)$$

$$T'_X = T_X \pm \Delta T'_X, \quad (3.2)$$

де  $T'_M$ ,  $T'_X$  - значення середнього із абсолютних річних мінімумів температури повітря в шуканих формах рельєфу:

$\bar{T}_M$ ,  $T_X$  - теж для умов відкритого рівного місця:

$\Delta \bar{T}_M$ ,  $\Delta T'_X$  - мікрокліматичні параметри.

За цими простими формулами виконуються розрахунки для усього комплексу місцеположень. В залежності від складності території і наявності різних типів, форм і елементів рельєфу схема параметрів мікрокліматичної мінливості показників може ускладнюватися і формула розрахунку буде мати наступний вигляд:

$$T'_M = \bar{T}_M \pm \Delta T'_M, \quad (3.3)$$

де параметри мікрокліматичної мінливості умов морозонебезпечності за усіма типами підстильної поверхні

Надалі виконуються розрахунки імовірності різних величин  $T'_M$ ,  $T'_X$  і  $T'_{xn}$  за формулою



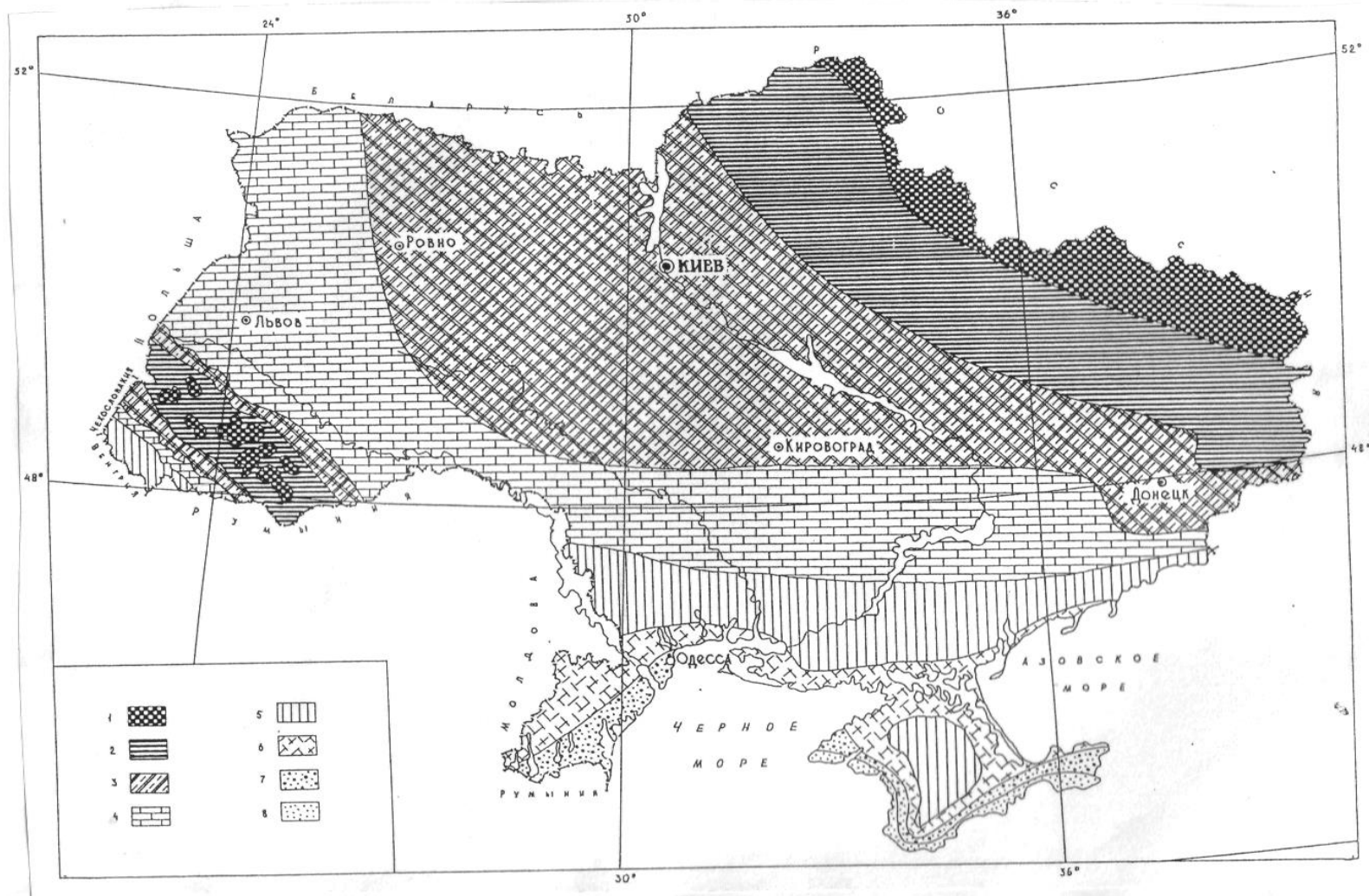


Рис.3.1 – Агрокліматичне районування України за умовами морозонебезпечності. Легенда до карти надається в табл.3.1

Таблиця 3.1 – Агрокліматична оцінка умов морозонебезпечності в Україні

Макрорайон, тип зими	$\bar{T}_M, ^\circ\text{C}$	$T'_M, ^\circ\text{C}$	$T_X, ^\circ\text{C}$	$N_{ХП}, \text{ дни}$	$\Sigma T_c < 0^\circ\text{C}$
1. Помірно сувора	$\geq -28$	$\geq -34$	$\geq -25$	$\geq 135$	$\geq -650$
2. Дуже холодна	-28,-26	-34,-32	-25,-23	135-120	-650,-530
3. Холодна	-26,-24	-32,-30	-23,-21	120-110	-530,-440
4. Помірно холодна	-24,-22	-30,-28	-21,-19	110-95	-440,-350
5. Помірно м'яка	-22,-20	-28,-26	-19,-17	95-80	-350,-265
6. М'яка	-20,-18	-26,-24	-17,-15,5	80-65	-265,-175
7. Дуже м'яка	-28,-16	-24,-22	-15,5,-13,5	65-55	-175,-85
8. Тепла	-16,-14	-22,-20	-13,5,-11,6	55-35	-85,-20

$$\bar{T}'_{m(10, 20, \dots, 90\%)} = \bar{T}_{m(10, 20, \dots, 90\%)} \pm \Delta \bar{T}'_m, \quad (3.4)$$

де  $\bar{T}'_m$  - середній із абсолютних мінімумів температури повітря різної ймовірності в певному місцеположенні рельєфу;

$\bar{T}_m$  - те ж для умов відкритого рівного місця в горбкуватому рельєфі або на середині схилу в горах;

$\Delta \bar{T}'_m$ , - відповідний мікрокліматичний параметр.

На наступному етапі обирається інтервал для виділення мікрорайонів за показниками морозонебезпечності з кроком 1-2 °С. Усі місцеположення групуються таким чином, щоб попадали за абсолютними значеннями  $\bar{T}_m$ ,  $T_x$  у конкретний мікрорайон. Кількість мікрорайонів таким чином залежить від діапазону зміни показника морозонебезпечності. Наступним етапом є групування місцеположень за значеннями  $\bar{T}_m$ ,  $T_x$ . Переважне значення у типізації місцеположень має такий елемент рельєфу, як відносне перевищення рельєфу за вертикаллю ( $\Delta H$ , м). А далі, згруповані місцеположення штрихуються, чи фарбуються кольором, або проводяться ізолінії.

Надалі готуються картографічні основи для картографування мікроклімату (гіпсометрична карта, морфометрична карта глибини розчленування рельєфу  $\Delta H$ ). Необхідно відзначити, що в мікрокліматології вводиться такий спектр кольорів для виділення різних типів діяльної поверхні:

- червоний – вододільні плато і поверхні;
- померанчевий – вершини горбів, верхні частини схилів;
- жовтий – рівнини, середні частини схилів;
- зелений - нижні частини схилів;
- синій – дно долин зі значним ухилом за лінією стоку;
- фіолетовий – дно вузьких замкнених долин з незначним ухилом за лінією стоку, улоговини.

Обов'язковою частиною карти є легенда до неї, в якій потрібно чітко вказуються мікрорайони з переліченим місцеположенням. Для кожного з мікрорайонів вказуються абсолютні значення показника морозонебезпечності - середнього з абсолютних мінімумів температури повітря. В легенді можна давати не тільки абсолютні значення, але ще й імовірні характеристики того чи іншого показника морозонебезпечності для оцінки умов перезимівлі багаторічних культур.

Приклад фрагменту такої мікрокліматичної карти представлено на рис.3.2, яка складена Г.В.Ляшенко для окремого господарства Овідіопольського району Одеської області. Всього на даній території виділено 13 місцеположень, згрупованих в 3 мікрокліматичних райони.

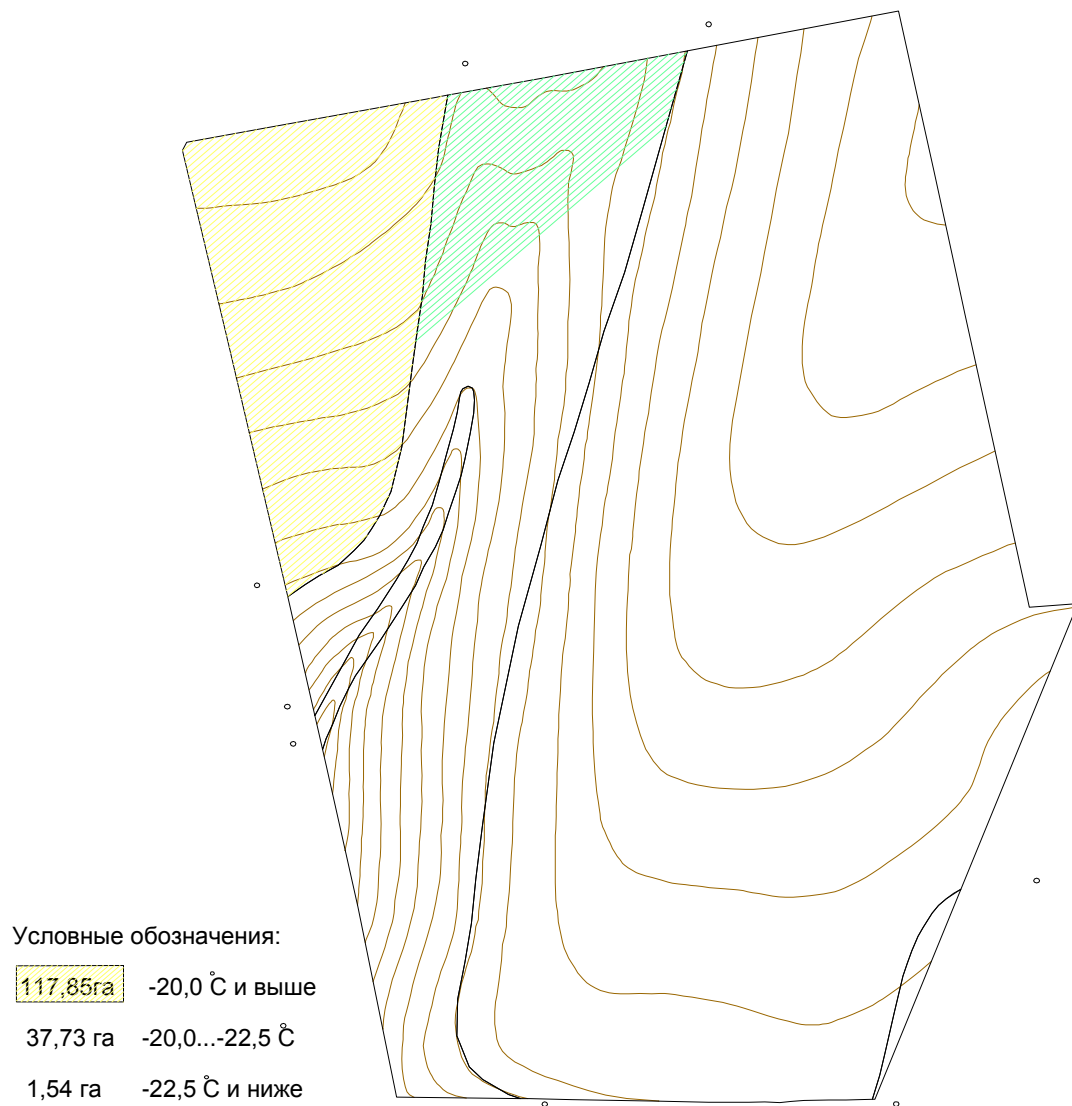


Рис. 3.2 - Мікрокліматична карта окремого господарства Овідіопольського району Одеської області за умовами морозонебезпечності

В легенді до карти (табл. 3.3) дається перелік мікрокліматичних районів і місцеположень, що входять до них, а також відповідна кожному з районів характеристика показників режиму зимових морозів.

**Таблиця 3.2 – Характеристика умов морозонебезпечності за мікрокліматичними районами**

Мікро- райони	Местоположение	Морозонебезпечність, $T_m$ (°C) імовірність, %	
		50	10
1	Вододільні плато і верхні частини схилів	-15.0 ÷ -17.5	-17.5 ÷ -20.0
2	Рівнинні землі (РМ), середні частини пологих схилів ( менше 7°).	-17.5 ÷ -20.0	-20.0 ÷ - 22.5
3	Нижні частини схилів та дно долин шириною до 2 км	< -22.5	< -25.0

### ***Послідовність виконання практичної роботи***

1. Виписати щорічні дані з абсолютного мінімуму температури для конкретної метеостанції (Додаток В. 1).

2. Виконати розрахунки середнього із абсолютних річних мінімумів температури повітря й поверхні ґрунту в найхолодніший місяця.

3. Виконати розрахунки сумарної імовірності  $T_m$  для можливих значень  $\bar{T}_m$  та побудувати криву сумарної імовірності (Додаток В. 2).

4. Провести геоморфологічний аналіз досліджуваної території і виділити різноманітні місцезонації, які відрізняються за умовами морозонебезпечності.

5. Уточнити систему параметрів мікрокліматичної мінливості середнього із абсолютних мінімумів для усього спектру місцезонацій, базуючись на агрокліматичній зональній інформації та параметрів мезорельєфу і ґрунтового покриву.

6. Виконати розрахунки середнього із абсолютних мінімумів температури повітря і поверхні ґрунту та їх імовірнісних характеристик для кожного із місцезонацій.

6. Визначити, за поставленою метою, шкалу величин (інтервал) для виділення мікрорайонів з врахуванням їх мінімального та максимальної величини;

7. Встановити кількість мікрорайонів і вказати конкретний діапазон величин для кожного.

8. Здійснити мікрокліматичне районування території, яке являє

собою угруповання місцеположень в райони за величиною показника.

9. На геоморфологічній карті виділити усі вказані місцеположення за системою кольорів або штриховки згідно із прийнятим спектром: від червоного теплого до фіолетового холодного (штриховка від менш щільної до більш щільної).

10. Скласти легенду до карти у вигляді таблиці, в якій надається перелік мікрорайонів за згрупованими місцеположеннями та агрокліматична інформація з умов морозонебезпечності по мікрорайонам

## ЛІТЕРАТУРА

1. Микроклимат СССР. /Под ред. И.А. Гольцберг. - Л.: Гидрометеиздат, 1967, стр. 235-262.
2. Методические указания по составлению микроклиматических карт колхозов и совхозов. – Московское отделение Гидрометеиздата. Москва – 1968. – 76 с.
3. Мищенко З.А. Биоклимат дня й ночі - Л.: Гидрометеиздат, 1984, стр. 154-179.
4. Мищенко З.А., Ляшенко Г.В. Методика комплексного крупномасштабного картографирования условий заморозко- и морозоопасности для виноградарства. – Известия АН МССР, сер. биологических, химических и географических наук. – Кишинев:Штиинца, 1988. – С.68-76.
5. Складання мікрокліматичних карт за умовами морозонебезпечності для зимуючих культур. Методичні вказівки для практичних робіт з мікрокліматології. Укладачі З.А.Мищенко, Г.В.Ляшенко. – Одеса:ОДЕКУ, 2003. – 26 с.
6. Методи оцінки мікрокліматичної мінливості показників радіаційно-світлових ресурсів в Україні та їх районування /Під ред. Міщенко З.А., Кульбіди Н.І. .- Київ: Український ГМЦ. – 2004. 111 с.
7. Ляшенко Г.В. Методика оцінки агрокліматичних ресурсів території та їх картографування з врахуванням мікроклімату. -Одеса:ННЦ «ІВіВ ім..В.Є.Таїрова». – 2010. – 68 с.

## Додатки

## Мінімальна температура повітря

Хмарність	Метеорологічний пункт	Опорна метеостанція	Вітер
1	2	3	4
НП	-8,7	-6,3	Слабкий
НП	-9,1	-6,9	"
НП	-8,4	-5,8	"
П	-2,7	-2,3	"
П	-2,9	-2,8	Сильний
П	1,2	2,8	Слабкий
П	4,9	5,5	"
НП	-3,2	-0,1	"
НП	-4,3	-0,6	"
НП	-1,8	-0,1	Сильний
П	-1,4	-0,7	"
П	-2,4	-2,1	"
П	-0,3	-0,2	Слабкий
П	2,7	3,1	"
П	-1,1	-0,7	"
П	1	-2,1	"
НП	-5,9	-3,ї	"
П	0,2	0,2	Сильний
П	1,9	2Д	"
П	2,7	3,0	"
П	2,1	2,7	Слабкий
НП	-2,7	-1,4	Сильний
П	1,1	1,2	"
П	1,4	1,4	"
НП	-3,9	-0,7	Слабкий
НП	-5,7	-2,3	"
НП	-1,9	0,0	"
П	2,0	2,3	Сильний
П	6,9	6,8	"
П	6,9	7,3	Слабкий
НП	2,1	4,4	Сильний
НП	1,7	3,2	"
П	4,2	4,6	Слабкий
П	6,1	6,3	"
П	4,4	4,8	"
НП	3,8	4,8	"
НП	-1,5	-1,2	Слабкий
П	5,3	5,8	"
П	4,1	4,2	Сильний
П	4,4	4,6	"
П	5,1	5,1	"
П	4,9	5,7	Слабкий
НП	0,7	2,7	Сильний
НП	1,1	3,7	"
П	4,1	4,5	Слабкий
П	4,9	5,1	"



## Абсолютний мінімум температури повітря

Роки	Абсолютний мінімум на опорній станції	Хмарність	Вітер
1971	-9,2	НП	Слабкий
1972	-12,0	НП	"
1973	-5,0	П	"
1974	-7,0	П	"
1975	-6,5	НП	Сильний
1976	-4,2	П	"
1977	-9,0	НП	Слабкий
1978	-10,7	НП	"
1979	41,2	НП	"
1980	-8,3	П	"
1981	-9,5	Ш	Сильний
1982	-10,4	НП	Слабкий
1983	-7,9	П	"
1984	-8,1	НП	"
1985	-5,2	П	Сильний
1986	-12,9	НП	Слабкий
1987	-11,3	П	"
1988	-7,3	П	"
1989	-4,2	П	Сильний
1990	-5,9	НП	"
1991	-6,3	НП	"
1992	-10,1	НП	Слабий
1993	-6,4	П	Сильний
1994	-7,7	П	Слабий
1995	-11,2	НП	Слабий
1996	-8,7	НП	Сильний
1997	-7,6	НП	"
1998	-10,8	НП	"
1999	-11,3	НП	"
2000	-12,0	НП	Слабкий

## Додаток А.3

Початок і кінець холодного періоду і середній я із абсолютних мінімумів температури повітря

Станція	Середня із абсолютних мінімумів	Початок холодного періоду	Кінець холодного періоду
1	2	3	4
1	-4,2	22.II	27.XII
2	-3,9	23.II	4.I
3	-3,7	25.II	30.XII
4	-6,5	6.III	4.XII
5	-14,7	11.IV	2.XI
6	-10,6	22.III	14.XI
7	-13,7	2.IV	3.XI
8	-12,0	27.III	10.XI
9	-10,0	27.III	23.XI
10	-10,3	23. III	29.XI
11	-14,1	12.IV	31.X
12	-11,0	28.III	21.XI
13	-11,8	2.IV	20.XI
14	-10,4	24.III	20.XI
15	-7,9	10.III	1.XII
16	-5,0	5. III	27.XII
17	-6,2	4.III	17.XII
18	-4,8	28.II	2.I
19	-4,1	23.II	28.XII
20	-3,8	20.II	25. XII
21	-3,6	20.II	24.XII
22	-3,4	21.II	26.XII
23	-4,3	25.II	1.I
24	-6,8	7.III	18.XII
25	-12,4	29.III	26.XI
26	-14,5	10.IV	4.XI
27	-14,2	8.IV	3.XI
28	-13,9	7.IV	2.XI
29	-8,5	15.III	20.XI
30	-7,4	8.III	17.XII
31	-6,3	6.III	18.XII
32	-5,2	5.III	14.XII
33	-5,7	6.III	17.XII
34	-8,0	11.III	2.XII
35	-10,1	27.III	24.XI
36	-9,8	27.III	23.XI
37	-9,3	24.III	17.XI
38	-11,2	29.III	23.XI
39	-11,5	30.III	20.XI
40	-11,8	1.IV	30.X
41	-12,2	3.IV	27.X
42	-7,3	7.III	16.XII
43	-8,7	19.III	7.XII
44	-6,1	5.III	15.XII
45	7,7	9.III	13.XII

## Додаток Б.1

Середня добова амплітуда температури повітря  $A_T$  та нічна температура повітря  $T_H$  по місяцях (травень - серпень), °С

№ п/п	Станція	Параметр	Місяць			
			Травень	Червень	Липень	Серпень
1	2	3	4	5	6	7
1	Нижній Новгород	$A_T$	9,6	10,0	9,5	9,4
		$T_H$	11,9	15,9	18,2	16,5
2	Вишній Волочок	$A_T$	10,4	10,6	10,6	10,1
		$T_H$	8,7	12,3	14,4	12,7
3	Василевичи	$A_T$	12,0	12,2	12,2	12,0
		$T_H$	10,7	13,3	15,0	13,8
4	Вороніж	$A_T$	11,9	12,0	11,8	11,6
		$T_H$	11,5	14,6	16,6	15,7
5	Казань	$A_T$	10,7	11,9	11,1	10,8
		$T_H$	9,2	13,6	15,7	14,8
6	Кам'яний степ	$A_T$	12,0	12,4	12,2	12,2
		$T_H$	11,6	14,8	16,8	15,8
7	Київ	$A_T$	10,3	10,6	10,8	10,7
		$T_H$	12,6	15,4	17,4	16,4
8	Кіровоград	$A_T$	12,5	12,6	12,9	13,3
		$T_H$	12,7	15,3	17,7	17,2
9	Самара	$A_T$	11,0	11,3	10,7	11,0
		$T_H$	11,9	15,9	18,2	16,5
10	Мінськ	$A_T$	10,5	10,8	10,4	10,3
		$T_H$	10,3	13,2	15,2	14,1
11	Пенза	$A_T$	11,2	11,4	10,9	10,8
		$T_H$	11,1	14,6	17,0	15,3
12	Полтава	$A_T$	11,8	11,8	11,5	11,3
		$T_H$	12,7	15,3	17,7	17,2
13	Саратов	$A_T$	11,6	12,0	11,9	11,9
		$T_H$	12,1	15,7	18,2	17,2
14	Сімферополь	$A_T$	13,4	13,1	14,0	14,2
		$T_H$	10,6	14,4	16,6	16,0
15	Сороки	$A_T$	11,7	11,3	11,7	11,9
		$T_H$	12,6	14,2	16,0	16,2
16	Домбай	$A_T$	8,8	11,2	13,6	12,9
		$T_H$	12,0	15,6	19,4	18,3
17	Тляроте	$A_T$	13,0	16,2	16,8	14,0
		$T_H$	8,0	10,6	13,6	13,3
18	Алибек	$A_T$	10,2	13,6	15,6	16,6
		$T_H$	8,2	11,7	14,5	14,2
19	Чордара	$A_T$	15,6	17,4	17,5	18,8
		$T_H$	15,1	18,5	20,6	18,7
20	Полотань	$A_T$	15,7	17,3	17,7	19,9
		$T_H$	17,3	21,1	23,1	20,7
21	Дангара	$A_T$	16,4	19,4	20,1	21,4
		$T_H$	15,8	19,9	23,1	21,1

## Додаток Б.2

Середні багаторічні значення  $\bar{T}_H$ ,  $\bar{A}_T$ ,  $B$ , у %, для різних місцеположень складного рельєфу в районі метеостанції

Мезорайон у рельєфі	Параметр	Верхівка схилу	Середина схилу	Рівне місце	Широка долина	Замкнена долина
1. Слабопогорбкуватий /H=50м/...	$\bar{T}_H$ , °C $\bar{T}_H$ , °C B, %					
2. ....та т.д.	$\bar{T}_H$ , °C $\bar{T}_H$ , °C B, %					

Примітка: Розрахунок  $\bar{T}_H$ ,  $\bar{A}_T$ ,  $B$  для середини схилу виконується складенням абсолютних значень показників, які тримані для верхівки та рівного місця, та поділених на 2.

## Додаток В.І

Критичні температури для плодових культур та винограду

Культура	T <sub>кр</sub> , °C	
	Надземна частина	Коренева система
Яблуня:		
Середньоросійські сорти	-35, -40	-12, -15
Південні сорти	-30	-10, -12
Груші європейських сортів	-25, -30	-9, -10
Вишня	-30	-14, -15
Черешня	-25, -30	-14, 45
Слива південна	-23, -28	-14, -15
Абрикоса	-25	-11, -12
Персик	-23, -25	-10, -12
Гута	-25	-10, -12
Грецький горіх	-23, -25	-10, -12
Виноград, європейські сорти	-16, -22	-7, -9
Мигдаль	-18, -23	-7, -9

## Щорічні значення абсолютного мінімуму температури повітря (°C)

Роки	Сербка	Одеса	Сарата	Болград
1981	17.9	-17.3	-15.6	-15.7
1982	18.5	-12.8	-16.2	-17.5
1983	-20.5	-18.7	-18.2	-20.5
1984	-28.9	-243.6	-26.6	-25.8
1985	-17.7	-15.5	-15.4	-16.1
1986	-22.7	-23.2	-20.4	-22.4
1987	-17.3	-14.0	-15.0	-16.6
1988	-16.8	-12.7	-14.5	-16.1
1989	-13.6	-11.7	-11.3	-16.8
1990	-17.8	-18.9	-16.6	-16.1
1991	-23.0	-17.5	-20.5	-20.7
1992	-18.4	-10.7	-16.5	-18.1
1993	-28.4	-22.2	-24.0	-24.9
1994	-19.4	-17.9	-18.4	-20.5
1995	-16.5	-17.8	-17.5	-18.1
1996	-18.3	-10.8	-15.6	-19.2
1997	-23.5	-19.8	-20.9	-19.2
1998	-21.5	-21.0	-20.2	-22.0
1999	-20.0	-20.0	-20.3	-19.4
1990	-19.1	-19.8	-14.5	-13.2
1991	-12.9	-12.5	-10.6	-11.4
1992	-21.5	-21.5	-9.2	-20.5
1993	-20.0	-17.3	-15.0	-14.5
1994	-15.6	-16.2	15.2	-16.4
1995	-9.5	8.3	-6.0	-88.8
1996	-20.5	-20.1	-17.8	-21.2
1997	-17.3	-15.5	-13.2	-14.5
1998	-14.6	-14.0	-11.7	-15.4
1999	-16.0	-17.9	-15.6	-15.0
2000	-14.0	-14.1	-13.6	-14.3
2001	-13.4	-13.2	-11.1	-12.1
2002	-13.6	-14.0	-11.3	-14.4
2003	-12.0	-14.4	-9.7	-11.8
2004	-13.3	-13.8	-15.3	-14.4
2005	-18.7	-21.7	-23.1	-20.5
2006	-19.4	-16.4	-21.5	-16.1
2007	-22.8	-19.8	-20.5	-20.2
2008	-16.4	-15.2	-14.1	-15.6

## Додаток В.3

Щорічні дані з  $T_M$  для розрахунку статистичних характеристик та сумової імовірності ( $P$ , %)

Рік	$T_M$	Ранжований ряд (в порядку зменшення величин)		P, %
		$m$	$T_M$	
1981		1		
1952		2		
•		•		
•		•		
•		•		
•		•		
•		•		
•		•		
•		•		
2008		•		

## Додаток В.4

Критичні температури для надземної частин винограду з різною морозостійкістю

№ п/п	Морозостійкість	$T_{KP}$ , °C	Сорт винограду
1	Дуже слабка	-17, -18	Королева виноградників, Кардинал, Карабурну
2	Слабка	-19, -20	Алеатико, Мускат білий, Мальбек, Тавриз, Італія, Жемчуг, Сабо
3	Середня	-20, -22	Аліготе, Фетяска, Сільванер, Шасла, Бестардо, Магарачський, Коарне-Нягре, Токай, Сенсо
4	Підвищена	-22, -24	Ріслінг рейнський, Каберне, Совіньон, Піно, Ркацителі, Трамінер, Шардоне, Молдова, Мерло
5	Висока	-24, -25	Ізабела, Лідія, Сапераві, Північний