

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять

з дисципліни «ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЯВИЩ НА  
ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР»

Напрямок підготовки - Екологія

Спеціалізація - Агроекологія

Одеса – 2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять  
з дисципліни «ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЯВИЩ  
НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬСКОГОСПОДАРСЬКИХ  
КУЛЬТУР»

Напрямок підготовки - Екологія

Спеціалізація - Агроекологія

“Затверджено” на засіданні  
методичної комісії  
гідрометеорологічного інституту  
протокол №\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2011р.  
Голова комісії \_\_\_\_\_ М.П.Єхнич

«Узгоджено»  
декан природоохоронного факультету  
\_\_\_\_\_ П.В. Шекк

“Затверджено”  
на засіданні кафедри агрометеорології  
та агрометеорологічних прогнозів  
Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2012 р  
Зав. кафедри \_\_\_\_ проф. Польовий А.М.

Одеса - 2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять

з дисципліни **«ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЯВИЩ  
НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР»**

Напрямок підготовки - Екологія

Спеціалізація - Агроєкологія

“Затверджено”  
на засіданні методичної комісії  
гідрометеорологічного інституту

Одеса - 2012

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність сільськогосподарських культур» для студентів п'ятого курсу природоохоронного факультету за спеціалізацією – Агроекологія. // Укладачі: к.г.н., доц.. Божко Л.Ю., к.г.н., доц. Барсукова О.А., асистент Костюкевич Т.К. Одеса, ОДЕКУ, 2012. - 92 с.

## ПЕРЕДМОВА

Обсяг сільськогосподарського виробництва, якість врожаїв сільськогосподарських культур залежить від родючості ґрунтів, кількості сонячного світла, тепла та вологи, від рівня культури землеробства, ґрунтово-кліматичних умов та екстремальних атмосферних явищ. За словами А.І. Воєйкова «...метеорологічні умови мають величезне значення для сільського господарства; людині необхідно вивчити клімат, щоб повернути його добрі сторони на свою користь і, по можливості, усунути вплив несприятливих умов ...».

Родючі ґрунти, багато тепла і світла на території України створюють добрі умови для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур та розвитку тваринництва. Але нестійкість погоди: зміна вологих років засушливими, теплих зим – суворими, заморозки та зниження температур впродовж вегетаційного періоду, періодичні сильні зливи та град, поява шкідників і хвороб сільськогосподарських рослин завдають значних збитків виробникам сільськогосподарської продукції та спричиняють значну мінливість валових врожаїв сільськогосподарських культур.

За даними наукових досліджень лише третина території України знаходиться в зоні гарантованих врожаїв. На решті території посушливі умови весняно-літнього періоду, несприятливі умови перезимівлі та перезволоження ґрунту, заморозки, сильні зливи та град зменшують врожаї на 30 – 40 %. Значна втрата родючих земель від вітрової та ґрунтової ерозії зменшує посівні площі. Тому фахівцям сільськогосподарського виробництва необхідно вміти ефективно використовувати ресурси клімату і погоди для підвищення продуктивності сільського господарства, вміти оцінювати екстремальні атмосферні явища та застосовувати відповідні заходи для зменшення їх дії. Для цього необхідно знати фізичні основи явищ і процесів, що відбуваються в приземному шарі атмосфери та їх вплив на об'єкти і процеси сільськогосподарського виробництва.

Методичні вказівки передбачають виконання практичних робіт та закріплення знань за темами :

- методи оцінки засушливих явищ впродовж вегетаційного періоду;
- методи оцінки пошкодження рослин заморозками;
- методи оцінки суворості зими для зимуючих культур;
- оцінка впливу умов перезволоження на стан сільськогосподарських культур;
- методи оцінки розвитку ерозійних процесів під впливом дощу та вітру;
- методи оцінки причин та величини полягання зернових культур;

- методи оцінки збитків сільського господарства від появи шкідників та хвороб сільськогосподарських рослин.

**Мета** методичних вказівок – навчити студентів правильно оцінювати вплив екстремальних явищ на продуктивність сільськогосподарських культур, самостійно виконувати розрахунки оцінок впливу різних екстремальних явищ на стан сільськогосподарських культур та величину втрат урожаю, розраховувати та обґрунтовувати методи запобігання впливу несприятливих явищ.

Виконання практичних завдань сприяє закріпленню теоретичних знань та надає студентам можливість набути практичні навички у виконанні розрахунків.

Після вивчення цих тем студенти повинні **знати**:

- основні причини виникнення небезпечних явищ у різних регіонах України;
- вплив небезпечних явищ на продуктивність рослин під час дії в різні періоди їх розвитку;
- методи розрахунку показників різних небезпечних явищ;
- особливості розвитку озимих зернових культур в осінній період та їх вплив на зимостійкість і морозостійкість;
- особливості розвитку шкідників та хвороб сільськогосподарських культур.

Після виконання завдань студенти повинні **вміти**:

- розраховувати різні показники засушливості;
- виконувати розрахунки агрометеорологічних показників, які характеризують перезволоження та його вплив на стан сільськогосподарських культур;
- розраховувати імовірність виникнення заморозків;
- розраховувати імовірність розвитку ерозійних процесів (водних і вітрових) під час пилових буревіїв та сильних злив;
- розраховувати показники перезимівлі зимуючих культур, площу підсіву та пересіву після пошкодження цих культур;
- розраховувати швидкість появи шкідників та хвороб та кількість їх популяцій за вегетаційний період;
- користуватись довідковою літературою;
- виконувати технічний та критичний контроль отриманих результатів, складати тексти прогнозів.

# 1. Теоретична частина

## 1.1 Агрометеорологічні показники засух.

З усіх несприятливих явищ погоди засухи наносять найбільший збиток сільськогосподарському виробництву. Найчастіше засухи і суховії виникають в умовах посушливого і сухого клімату.

Засухи виникають внаслідок потужних атмосферних процесів, що охоплюють великі території і проявляються з будь-якою інтенсивністю. Ймовірність появи засух пов'язана з континентальністю клімату.

***Засухою вважають метеорологічні умови, за яких настає різка невідповідність між потребами рослин у воді і надходженням її з ґрунту.***

Засухи характеризуються підвищенням температури повітря, малою кількістю опадів або їх повною відсутністю, тривалим бездождям, підвищеною суховійністю, великою випаровуваністю і зменшенням врожаю різних рослин. За типом виникнення розрізняють три типи засух: *атмосферну, ґрунтову і загальну.*

*Атмосферна засуха* виникає при тривалій стійкій антициклональній погоді з тривалими бездошовими періодами, високою температурою і великою сухістю повітря.

*Ґрунтова засуха* виникає як результат дії атмосферної, коли за тривалого збільшеного випаровування запаси продуктивної вологи в ґрунті швидко зменшуються і досягають рівня «мертвого запасу». При ґрунтовій засусі виникає невідповідність між потребою рослин у воді і її надходженням з ґрунту.

*Загальна засуха* виникає в результаті дії атмосферної і ґрунтової засух. Загальна засуха часто супроводжується пиловими бурями. Тривала дія загальних засух різко зменшує продуктивність рослин і спричиняє їх загибель.

За часом виникнення розрізняються засухи *весняні, літні, осінні*. За інтенсивністю засухи розподіляються на дуже *сильні, сильні і середні*.

Виникнення засух і суховіїв пов'язане з потужними атмосферними процесами, які визначають тривалу антициклональну погоду.

В антициклоні повітря рухається так, що на південній периферії арктичного антициклону вітри мають східний і південно-східний напрям. Тому на півдні та південному сході ЄЧ СНД засушливі явища мають велику повторність.

Несприятливий вплив засух на сільськогосподарські рослини залежить від часу виникнення, інтенсивності та площі поширення. Велика різноманітність дій засух сприяла розвитку різноманітних оцінок. Різні автори пропонували використовувати різні показники для оцінки посушливості території.

П.І. Колосков запропонував показник вологості, який розраховується за формулою

$$V = k \cdot (P / E - e), \quad (1.1)$$

де  $P$  – кількість опадів, мм;

$E - e$  – різниця тиску насичення за даної температури і фактичного тиску водяної пари.

Г.Т. Селянінов для оцінки засушливості клімату запропонував гідротермічний коефіцієнт ( $ГТК$ ), він уявляє собою відношення суми опадів ( $\Sigma P$ ) за місяць до суми температур того ж місяця, зменшеної в 10 разів ( $0,1 \Sigma t_{>10^\circ\text{C}}$ )

$$ГТК = \frac{\Sigma P}{0,1 \Sigma t_{>10^\circ\text{C}}}, \quad (1.2)$$

$ГТК$  можна застосовувати для оцінки посушливих явищ за декаду, місяць, або вегетаційний період. Було запропоновано такі критерії посушливості: якщо  $ГТК = 0,4$  – дуже сильна засуха; від 0,4 до 0,5 – сильна засуха; від 0,5 до 0,6 – середня засуха.

В.П. Дмитренко у 2003 р. запропонував водно-термічний коефіцієнт, який на відмінність від  $ГТК$  Г.Т. Селянінова може застосовуватись також за позитивної температури повітря нижче  $10^\circ\text{C}$  і за від'ємних її значень. Цей показник має вигляд

$$\tilde{A}\tilde{O}\tilde{E} = k_{TR} \frac{\Sigma R}{\Sigma T} = \frac{10Q(T)}{\varphi(T)} \frac{\Sigma R}{\Sigma T}, \quad (1.3)$$

де  $k_{TR}$  – термічна функція швидкості вологообміну між атмосферою і підстильною поверхнею;

$\Sigma R$  – кількість опадів за досліджуваний період, мм

$\Sigma T$  – сума температур за той же період окремо позитивних і від'ємних,  $^\circ\text{C}$ ;

$Q(T)$  – функція швидкості випаровування за завданою температурою  $T$ , за правилом Вант-Гоффа, порівняно з початковою швидкістю за деякої фіксованої температури;

$\varphi(T)$  – температурна функція в'язкості води;

10 – коефіцієнт пропорційності.

Числові значення складових функції швидкості вологообміну між атмосферою і підстильною поверхнею наведені в табл. 1 і їхні сумісні значення у табл.2.



Таблиця 1 – Значення складових функції швидкості волого обміну між атмосферою і підстильною поверхнею за різної температури (В.П. Дмитренко, 2005).

Функція	Температура, $T$ °C					
	-20	-10	0	10	20	30
$Q(T)$	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0
$10Q(T)$	1,25	2,50	5,0	10,0	20,0	40,0
$\varphi(T)$	3,8	2,6	1,8	1,3	1,0	0,8

В якості показника атмосферного зволоження Д.І. Шашко використав значення  $Md$ , який розраховується за кожен місяць вегетаційного періоду за формулою

$$Md = \frac{\sum P}{\sum d}, \quad (1.4)$$

де  $\sum P$  – сума опадів за місяць, мм;

$\sum d$  – сума середніх добових дефіцитів насичення повітря, мм.

При значеннях  $Md = 0,33 - 0,47$  – середня засуха;  $Md$  від 0,20 до 0,33 – сильна засуха;  $Md < 0,20$  – дуже сильна засуха.

Таблиця 2 – Значення термічної функції швидкості волого обміну між атмосферою і підстильною поверхнею за різної температури (В.П. Дмитренко, 2005).

$T$ °C	Термічна функція $k_{TR}$ за температури $T$ °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-20	0,33									
-10	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70	0,64	0,58	0,52	0,46	0,40
-0	2,77	2,54	2,31	2,10	1,89	1,71	1,52	1,38	1,25	1,10
0	2,77	3,18	3,59	3,94	4,29	4,74	5,20	5,82	6,45	7,07
10	7,70	8,53	9,42	10,3	11,2	12,4	13,7	15,0	16,3	18,1
				2	1	9	7	6	6	3
20	20,0	22,2	24,5	27,4	29,4	31,1	33,7	37,8	42,0	46,0
		5	1	6	0	6	2	1	1	
30	50,0									

Для оцінки загальних засух для зернових культур Є.С. Уланова запропонувала коефіцієнт зволоження

$$K_y = \frac{W_5 + \sum P_{V-VI}}{0,01 \sum t_{V-VI}}, \quad (1.5)$$

де  $W_5$  – запаси продуктивної вологи навесні в шарі 0-100 см при переході температури повітря через  $5^\circ\text{C}$ , мм;

$\sum P_{V-VI}$  – сума опадів за травень-червень, мм;

$\sum t_{V-VI}$  – сума температур за травень-червень,  $^\circ\text{C}$ .

Для південних і південно-східних зернових районів України Є.С. Уланова виконала оцінку засух за розробленим показником і рівнем врожайності озимої пшениці:

$K_y < 15$  – дуже сильна засуха, врожай = 8 – 10 ц/га ;

$K_y =$  від 15 до 20 – сильна засуха, врожай = 10 – 15 ц/га;

$K_y =$  більше 20 та менше 25 – середня засуха, врожай = 15 – 20 ц/га.

Є.С. Улановою виконана імовірна характеристика засух по території СНГ (табл. 3).

Таблиця 3 – Імовірність сильних і середніх атмосферних засух в різних регіонах (за Є.С. Улановою)

Територія	Кількість засух			Імовірність засух, %		
	сильних	середніх	всього	сильних	середніх	всього
Лісостеп України	12	10	22	13	10	23
Степ України	14	8	22	15	8	23
Північний Кавказ	14	14	28	15	15	30
Нижнє Поволжя	22	16	38	23	17	40
Середнє Поволжя	16	18	34	17	19	36
Центральні чорноземні області	11	11	22	12	12	24

Н.Н. Іванов запропонував коефіцієнт зволоження, який розраховується як відношення загальної суми опадів за декаду ( $\sum R$ ) до випаровуваності за декаду ( $E_o$ )

$$K_i = \sum R / E_o \quad (1.6)$$

При цьому випаровуваність розраховується за формулою

$$E_o = 0,0006 ( 25 + t)^2 (100 - a) , \quad (1.7)$$

де  $E_o$  – випаровуваність, мм;

$t$  – середня температура повітря за декаду, °С;

$a$  – середня відносна вологість повітря за декаду.

Випаровуваність також можна визначити за формулою А.М. Апатьєва

$$E_o = 0,65 \sum d , \quad (1.8)$$

де  $\sum d$  – сума дефіцитів насичення повітря за декаду.

О.І. Руденко застосував як критерій оцінки засушливих явищ в період розвитку картоплі значення гідротермічного коефіцієнта. В період утворення бульби дуже сильна засуха характеризується величиною ГТК нижче 0,4 та зменшенням урожаю на 50 %. Сильна та середня засухи характеризуються значеннями ГТК 0,4 – 0,6 та зменшенням урожаю бульби на 25 % і більше.

Для оцінки засушливих умов що до ярих зернових культур О.І. Руденко використовував кількість опадів від сходів до колосіння, значення ГТК за цей період і кількість засушливих декад. Інтенсивність засух згідно з О.І. Руденком наводиться в табл.4.

Таблиця 4 – Показники інтенсивності засух (за О.І. Руденком)

Інтенсивність посух	Сума опадів від сходів до колосіння, (мм)	ГТК	Кількість посушливих декад	Сума опадів у % від норми за вегетацію
Дуже сильна	біля 18	0,4	5 і більше	40-50
Сильна	30-35	0,4-0,5	3-4	60-70
Середня	трохи більше за 35	0,5-0,6	2 і менше	біля 80

Багато дослідників вважають найнадійнішим показником засухи відомості про вологість ґрунту.

М.С. Кулик [34] запропонував для оцінки посушливих умов використовувати вологозапаси в шарі ґрунту 0-20 см на початку розвитку зернових. Якщо запаси вологи менше ніж 20 мм – декада буде засушливою, менше 10 мм – сухою. Три сухих декади в період кушіння - молочна стиглість – середня засуха, 4-5 декад – дуже сильна засуха.

## 1.2. Агрометеорологічні показники суховіїв.

Складність і різноманіття явища суховію обумовили велику розмаїтість визначень і кількісних характеристик, які даються йому метеорологами.

А.А. Камінський під суховієм підрозуміває «такий вітер, при якому відносна вологість ні в один з термінів спостережень (7, 13 і 21 год.) не піднімається вище 50 % при відносно високому мінімумі температури повітря».

Е.Е. Федоров відносить до суховійного періоду малохмарну погоду із середньою добовою температурою вище 27,5 °С при середній, відносній вологості < 60 % незалежно від швидкості вітру, а при середній добовій температурі 22,5...27,5 °С – дні із середньою добовою відносною вологістю 40 % і нижче та сильним вітром.

Н.К. Софотеров суховійними вважає дні з максимальною температурою 30 °С і денним дефіцитом насичення 24 мм незалежно від швидкості вітру.

М.С. Кулик указує, що серед агрономів найбільш широко розповсюджений наступний критерій суховію: відносна вологість о 13 год < 30 %; температура в той же термін вище 25 °С при швидкості вітру 5 м/с по флюгеру. Цим критерієм з невеликими змінами користується і І.Є. Бучинський.

Г.Т. Селянинов вказував на те, що для суховіїв найбільш характерна – їх «висушуюча сила», тобто випаровуваність, показавши при цьому, що вона може виявлятися при різних сполученнях температури, вологості повітря і швидкості вітру. Він запропонував вважати суховійними дні з добовим значенням випаровуваності по випарнику Вільда 8 мм і більше. Він указує на те, що така випаровуваність нерідко спостерігається при середній відносній вологості вище 50 % за добу але при підвищеній швидкості вітру або при високій температурі. Навесні ж і восени така випаровуваність звичайно спостерігається при середній добовій температурі нижче 20 °С, але при сильному вітрі або низькій вологості повітря.

О.О. Цубербіллер встановила, що причиною ушкоджень від суховіїв є невідповідність між водопостачанням рослин і випаровуваністю, яка під час суховіїв переходить через деяку припустиму для рослин межу. Ця шкідлива для рослин межа непостійна і змінюється в залежності від цілої низки факторів. Інтенсивність ушкоджень залежить від ступеня цієї невідповідності. О.О. Цубербіллер за показник ушкодження використовує «евапорометричний коефіцієнт» Скворцова

$$K_{\text{евап}} = I_{\text{ф}} / I_{\text{ст}} \quad (1.9)$$

Цей коефіцієнт виражає співвідношення між фактичним (вимірюваним) випаровуванням із природної поверхні поля  $I_{\text{ф}}$ , і випаровуванням із «стандартної» водної поверхні  $I_{\text{ст}}$ , яке розраховується за формулою Мейера – Тихомирова

$$I_{\text{ст}} = 0,012D, \quad (1.10)$$

де  $D$  – дефіцит тиску водяної пари, гПа.

Значення  $K_{\text{евап}}=1$  показує, що випаровування з поверхні поля дорівнює випаровуванню зі стандартної водної поверхні, при  $K_{\text{евап}} > 1$  випаровування з поля більше випаровування з тієї ж площі водної поверхні, при  $K_{\text{евап}} < 1$  процес випаровування з поля йде з більшим або меншим недобором води. При нормальній життєдіяльності зернових культур значення  $K_{\text{евап}}$  в денні години зберігається в межах 0,8–1,5.

За допомогою показника  $K_{\text{евап}}$  можна приблизно встановити, яка добова випаровуваність відповідає різним градаціям інтенсивності суховіїв і яка кількість води повинна випаровуватися рослинами для запобігання шкідливої дії суховіїв. Це дає можливість виразити агрометеорологічні показники ушкоджень від суховіїв у зручному для застосування виді (табл. 5).

Усі наведені в табл. 5 градації суховіїв не заподіюють рослинам істотних ушкоджень, якщо у ґрунті є така кількість вологи, що забезпечує можливість підвищення випаровування відповідно до рівня випаровуваності.

Проведені дослідження показали, що ушкодження відсутні, якщо значення  $K_{\text{евап}}$  в денні години не опускається нижче 0,8, і ушкодження бувають незначні, якщо  $K_{\text{евап}}$  епізодично досягає значення 0,5.

О.О. Цубербіллер сформулювала також визначення і критерій суховіїв у наступному вигляді: *суховій характеризується ненормально великим для даної географічної точки і пори року дефіцитом вологості повітря, який перевищує середнє місячне його значення о 13 год. у 1,5 рази (слабкі), у 2 рази – інтенсивні і в 3 рази – дуже інтенсивні суховії.*

### 1.3 Перезволоження ґрунту

На території України в північних та північно-західних районах, а також в деякі роки в інших зонах, складаються несприятливі умови вирощування сільськогосподарських культур внаслідок перезволоження ґрунту на полях.

Таблиця 5 – Агрометеорологічні критерії пошкодження зернових культур суховіями (О.О. Цубербіллер)

Тип суховію	Випаровуваність, мм за добу	Дефіцит насичення повітря о 13 год. при різній швидкості вітру		Запаси продуктивної вологи, мм			$K_{еван.}$	Характеристика ступеня ушкодження рослин
		<10 м/с	≥10 м/с	0-20 см	0-50 см	0-100 см		
Слабкі	3–5	15-24	10-14	≤20	≤50	≤80	0,5-0,4	Легке зниження тургору листя
Середньої інтенсивності	5–6	25-29	≥20	≤10	≤30	≤50	0,3	Значне зниження тургору листя, їхнє скручування, пожовтіння, підсихання
Інтенсивні	6–8	30-39	≥25	≤10	–	≤30	0,2-0,1	Сильне в'янення і засихання вегетативної маси, захват зерна через 2-3 дні
Дуже інтенсивні	>8	≥40	≥35	0	–	≤30	0,2-0,1	Швидке і сильне ушкодження вегетативної маси, захват зерна через 1-2 дні

Надмірне зволоження буває при такому стані ґрунту, коли середній вміст в ньому вологи за вегетаційний період перевищує 70-80% повної вологомісткості. Ґрунти, які постійно або тимчасово досить тривалий час попадають під надмірне зволоження відносяться до заболочених.

При перезволоженні ґрунтів чинні три фактори: *застій води, наявність анаеробної мікрофлори і органічної речовини, здатної до бродіння*. Наявність цих факторів є необхідною і достатньою умовою для розповсюдження глеєутворення в зоні надмірного зволоження. Глеєутворення трансформує агрегатний склад материнських порід та впливає на їх фізичні властивості.

В результаті акумуляції органічної речовини та тривалої гідрації колоїдів при заболочуванні спостерігається закономірне збільшення вологомісткості верхніх шарів горизонту оглеєних ґрунтів.

Надмірне зволоження в ґрунті вкрай небезпечно для життєдіяльності рослин, тому що у кореновому шарі різко погіршується газообмін та аерація.

При надмірному зволоженні у ґрунті розвивається анаеробний процес, який сприяє накопиченню закису азоту, що призводить до утворення нітратів, сульфатів, вуглекислого газу, вуглекислоти, окисних форм заліза і марганцю. Різко зменшується мікробіологічна активність ґрунту; порушується діяльність кореневої системи та регулювання переміщення речовин в рослинах. Все це дуже несприятливо впливає на розвиток рослин: уповільнюється ріст, зменшується кількість репродуктивних органів (озерненість колосу, початків, низька життєдіяльність пилку).

Показниками перезволоження можуть бути агрогідрологічні властивості ґрунту. Перезволоження виникає у проміжку між повною і найменшою вологоємністю (*ПВ-НВ*). Для більшості типів ґрунтів (за винятком важких глинистих безструктурних ґрунтів) перезволоженню сприяє волога, що дорівнює найменшій вологоємності. Другим показником перезволоження є повітреносна порізність. Нормальний розвиток кореневої системи проходить за повітреносної порізності 6 – 8 %.

Негативний вплив перезволоження на рослину залежить від тривалості періоду впливу перезволоження, від величини залишку вологи у ґрунті та фази розвитку рослин.

Критерієм оцінки верхньої межі вологості ґрунту, за якої виникає перезволоження, розроблені дуже мало. Було зроблено висновок, що надмірному зволоженню ґрунту сприяє волога, що є рівною або перевищує найменшу вологомісткість. Я. Копецьким та І. Расселом доказано, що нормальний розвиток рослин відбувається в шарах ґрунту з повітреносною порізністю рівною 6 – 8 %. Тому межу вологості, вище якої настає екологічний надлишок вологи, слід розглядати як величину що дорівнює загальній пористості (ОП) мінус 8 % для орного шару ґрунту та мінус 6% для підорних шарів.

Мінімальний об'єм повітря в ґрунті, необхідний для розвитку сільськогосподарських культур, змінюється в залежності від виду культур від 10 % до 50 % пористості, і, таким чином, оптимальна вологість ґрунту буде змінюватись від 90 до 50 % пористості. В табл. 6 наводяться значення оптимальної вологості ґрунту для основних сільськогосподарських культур, які вирощуються в зоні надмірного зволоження ґрунту.

За даними В.С. Шевелухи при надмірній кількості вологи в ґрунті інтенсивність середньодобової швидкості зростання зернових зменшується на 8 – 10 %.

Таблиця 6 – Оптимальна вологість ґрунту (за А.І. Климко)

Культура	Вологість ґрунту , % пористості
Ярі зернові культури	40 – 50
Зернобобові	50 – 60
Картопля, цукрові буряки, інші коренеплоди	60 – 70
Капуста білокачанна	70 - 85
Польові багаторічні трави	70 – 80

Перезволоження в період від виходу в трубку до колосіння призводить до полягання посівів, в період від колосіння до молочної стиглості сприяє полягання посівів, недостатньому розвитку колосків в колосі, загибелі пилку та зменшенню озерненості колосків. В період від молочної до повної стиглості посівів перезволоження також сприяє полягання посівів, збільшенню вологості травостою і погіршенню умов обміну речовин у рослині. Крім того, спостерігається вимивання рухливих форм азоту з ґрунту сильними дощами до і після початку наливу зерна (табл. 7).

Таблиця 7 – Вплив надмірного зволоження ґрунту на величину врожаю зерна (за даними В.С. Шевелухи)

Вологість ґрунту у % ПВ	Вихід зерна по біомасі		
	Фази розвитку зернових		
	кущіння	вихід у трубку	налив зерна
Вологість ґрунту 100% ПВ	40,0	40,9	39,3
Вологість ґрунту 130 % ПВ	40,3	40,6	38,3
Вологість ґрунту 60-65%ПВ	42,6	42,6	42,6

І.В. Свіськом встановлено, що у період формування і наливу зерна збільшення опадів до 80 мм і більше погіршує хід важливіших процесів, зменшує масу 1000 зерен (табл.8).

Значні втрати врожаю зернових спостерігаються при проростанні зерна у валках або в стеблостій. Зерно починає проростати, коли закінчується період спокою, при вологості насіння 30 - 32 % та середній температурі повітря в межах 5 - 14 °С.



Таблиця 8 – Зменшення маси 1000 зерен після наступу фази повної стиглості в залежності від кількості опадів

Сума опадів за період		Зменшення маси зерна у різних зернових, г		
5 - 31 липня	1 - 15 серпня	зернові	5 – 31.07	1 – 15 .08
194	83	оз. пшениця	15	10
		ярий ячмінь	-	11
114	63	оз. пшениця	11	9
		ярий ячмінь	-	20
64	2	оз. пшениця	2	7
		ярий ячмінь	-	7

Проросле зерно губить схожість та втрачає якість. За даними Б.І. Борисоглебського за дефіциту насичення менше 4 гПа, сумі ефективних температур вище 14 °С зерно прокльовується, при сумі температур за декілька днів 25 – 30 °С починається сильне проростання зерна у валках, а при сумі температур 45 – 50 °С ростки досягають 5 – 7 см.

Якщо за період знаходження зерна у валках кількість опадів становить 20 мм і більше, то зерно в валках проростає (табл. 9).

Таблиця 9 – Кількість пророслого зерна у валках (%) в залежності від суми опадів за період знаходження у валках

Вид валків	Кількість опадів, мм				
	20	40	60	80	100
Стандартні	13	37	52	63	70
Тонкошарові	0	3	10	16	20

Перезволоження спричиняє явище «стікання» зерна. Воно обумовлюється значним підвищенням активності гідролітичних ферментів. Утворені водорозчинні осмотично активні речовини збільшують приплив води в зерно і підсилюють подальший гідролітичний розпад запасних речовин, які потім витікають із зерна або витрачаються на посилене дихання рослин.

## 1.4 Знижені температури повітря

*Холодостійкість рослин.* Зниження температури повітря до біологічного мінімуму, або до 0 °С (без утворення льоду) спричиняє затримку росту, зменшення продуктивності, пошкодження та загибель рослин. Деякі рослини пошкоджуються уже при 10 °С (це теплолюбні культури: рис, бавовна, овочеві на початку розвитку), деякі при температурах від 0 до 7 °С. У інших рослин пошкодження не спостерігаються і продуктивність не зменшується. Це – холодостійкі рослини. *Холодостійкість* рослин – це здатність рослин, які знаходяться у стані вегетації, витримувати охолодження до температури близько 0 °С.

При ураженні рослин зниженими температурами пошкодження проявляється на більш старому нижньому листі та на більш старих листових платівках і вже потім розповсюджується на всю рослину.

За даними С.М. Іванова ярі культури по відношенню до знижених температур поділяються на дві групи: *холодостійкі і нестійкі*. До холодостійких відносяться ярі зернові культури, горох, нут, гірчиця, соняшник, буряки, капуста і ін. Ці рослини мають здібність витримувати тривалу дію позитивних низьких температур. До групи нестійких рослин (теплолюбних) відносяться: всі овочеві, окрім капусти, квасоля, кукурудза, сорго, просо, гречка, бавовна і ін. Серед цих культур також можна виділити менш стійкі до охолодження (огірки, бавовна, рис, солодкий перець, баклажани) і більш стійкі (сорго, просо, кунжут, гречка).

Дослідженнями встановлено, що у теплолюбних рослин при знижених температурах уповільнюється або припиняється надходження води в клітини. На зменшення швидкості надходження води впливають *фізичні і фізіологічні фактори*.

До *фізичних* факторів відносяться: 1) зменшення швидкості руху води із ґрунту до коріння через зменшення сил, які віддають воду; 2) збільшення в'язкості води, що уповільнює пересування води із ґрунту до коріння. До *фізіологічних* факторів відносяться:

1) збільшення в'язкості протоплазми при знижених температурах, що спричиняє уповільнення руху води через масу клітин;

2) зменшення проникливості протоплазми клітин, підвищення опору рухові води через коріння;

3) уповільнення росту коріння в довжину.

Знижені температури (2 -...5 °С) сприяють не тільки швидкому обезводненню рослин і пошкодженню коріння.

Дія знижених температур неоднакова у рослин на коріння і надземну частину. Коріння більш чутливе до зниження температур у шарі його розповсюдження. В холодному ґрунті (8 – 10 °С і нижче) ріст рослин уповільнюється, затримується засвоєння азоту і фосфору та утруднюється

їх пересування із коріння і надземні органи, через це зменшується продуктивність рослин.

Під дією знижених температур утрудняється поглинання питомих речовин та їх засвоєння. В залежності від рівня температури змінюється послідовність елементів мінерального живлення за ступенем їх поглинання. При зниженні температури до 6 °С і нижче послідовність поглинання стає такою – N(NO<sub>3</sub>) > P > K > Ca > S.

*Фотосинтез.* Температурний оптимум фотосинтезу рослин теплого клімату знаходиться в межах 15 – 30 °С, для рослин помірних широт - в межах 15 – 20 °С, в холодних широтах деякі рослини синтезують при мінімальній температурі близькій до 0 °С.

Хід кривої фотосинтезу у різних груп рослин за однакових температур і однакової напруги світла може бути різним.

*Дихання.* Знижені температури спричиняють різке зменшення інтенсивності дихання. У холодостійких рослин реакція зміни інтенсивності дихання за зниження температури неоднакова. У теплолюбних рослин середня інтенсивність дихання при 4 °С у два – два з половиною рази нижче, ніж у холодостійких рослин. При температурі повітря 20 °С інтенсивність дихання однакова у холодостійких та теплолюбних культур.

У холодостійких рослин дихання після закінчення дії знижених температур відновлюється.

*Вплив знижених температур на розвиток і продуктивність рослин.* За визначенням О.І. Коровіна зниженими температурами є температури у вегетаційний період на 3 – 4 °С вище біологічного мінімуму. Для зернових культур це будуть температури не нижче 5 – 7 °С. Знижені температури уповільнюють розвиток рослин, тривалість між фазних періодів зростає (табл.10).

Таблиця 10 – Вплив температури ґрунту на тривалість міжфазних періодів і всього вегетаційного періоду пшениці

Температура ґрунту, °С	Тривалість міжфазних періодів, дні								
	сівба – сходи	сходи-третій листок	3-й листок - вихід у трубку	вихід у трубку колосіння	коло-сіння – молочна стиглість	молочна стиглість-воскова стиглість	сівба-коло-сіння	коло-сіння дозрівання	сівба - дозрівання
6...7	11	23	14	20	32	24	68	55	124
8...10	9	20	14	20	22	21	63	43	106
12...14	6	15	10	19	17	14	50	31	81
15...20	5	13	10	20	17	13	48	30	78

Під дією знижених температур впродовж вегетаційного періоду зменшується інтенсивність процесів росту та змінюється співвідношення між зерном, соломною і корінням в сторону зменшення врожаю зерна.

## 1.5 Заморозки

Під заморозком розуміють зниження мінімальної температури нижче 0 °С на поверхні ґрунту або травостою на фоні позитивних середніх добових температур повітря. При цьому температура у метеорологічній будці може бути і вище, і нижче 0 °С. Різниця між температурою повітря в метеорологічній будці (на висоті 2 м) і над поверхнею ґрунту (на висоті 2 см) на рівному відкритому місці становить в середньому 3 °С. Це дає можливість оцінювати виникнення заморозку та його інтенсивність над поверхнею ґрунту або травостою за даними спостереження в будці..

За процесами виникнення та умовами погоди відрізняють три типи заморозків: *адвективні, радіаційні, адвективно-радіаційні*.

*Адвективні заморозки* виникають внаслідок вторгнення хвилі холоду. Вони за звичай тривають декілька днів на початку весни та пізньої осені на загальному позитивному фоні температури, повній хмарності і вітрі. При виникненні таких заморозків мінімальна температура повітря опускається до 0 °С, інколи це відбувається і із середньодобовою температурою.

*Радіаційні заморозки* виникають в тихі ясні ночі в результаті добового ходу температури при відносно низьких середньодобових температурах та інтенсивному нічному випромінюванні. Рівень середньодобових температур, за яких виникають такі заморозки залежить від кліматичних умов. У приморських районах такі заморозки припиняються за середньодобових температур 5...6 °С, в континентальному кліматі – при 12...13 °С, у вузьких глибоких долинах континентального клімату – при 14...15 °С.

*Адвективно-радіаційні заморозки* утворюються в результаті вторгнення холодного повітря північного походження та послідуєчого вихолодження за рахунок нічного випромінювання. Нічне зменшення температури при виникненні цього типу заморозку 2...3 °С і найчастіше відзначається тільки в приґрунтових шарах за загальної позитивної температури повітря в метеорологічній будці.

За інтенсивністю заморозки бувають *слабкі*, коли температура діючої поверхні не буває нижче – 2 °С; *середні* – температура опускається до - 3..-4 °С і заморозок охоплює нижні шари повітря; *сильні* заморозки – до -5 °С і нижче.

Найбільш небезпечні для рослин радіаційні заморозки через те, що навесні вони закінчуються за середніх добових температур 5...6 °С, а в

більш континентальному кліматі – за середньої температури 10...13 °С, коли більшість культур вже досить активно розвиваються.

На інтенсивність та строки припинення заморозків впливає багато факторів: рельєф місцевості, стан ґрунту, рослинність, віддаленість від водоймищ і та ін.

Під час дії заморозку протоплазма рослин спочатку відповідає на це різким підвищенням метаболізму. Якщо зменшення температури відбувається різко, вона швидко проходить критичну точку і функції рослини пошкоджуються так швидко, що протоплазма зразу відмирає. Пошкодження рослин може відбуватись і поступово – окремі життєві функції виводяться із рівноваги та пригнічуються до тих пір, поки клітина не відіме.

На більшій частині території в межах помірної зони існують два чітко обмежені періоди з заморозками – весняний і осінній.

Пошкодження рослин заморозком спостерігається не відразу після зниження температури до 0 °С, а лише при досягненні певних негативних значень. Для кожної культури і кожної фази розвитку існує своя межа негативної температури, за якої спостерігається пошкодження або загибель рослин. Таку температуру називають *критичною*.

В.Н. Степанов класифікував головні польові культури по стійкості їх до заморозків і виділив 5 груп (табл.11).

Заморозки інтенсивністю від 0 до -2°С в період цвітіння плодкових культур призводять до загибелі всього врожаю

Більш сильні пізні весняні заморозки навіть за умови не перевищення критичної температури спричиняють уповільнення розвитку рослин, а це зменшує врожай на 10 – 15 %.

Дія заморозків на врожай визначається великою кількістю факторів. Перш за все, загроза заморозку для сільськогосподарських культур залежить від тривалості його та інтенсивності, від передуючих йому і наступних агрометеорологічних умов, від біологічних особливостей рослин, їх стану, фази розвитку, засобів агротехніки та ін.

Встановлено, що найбільш небезпечними для сільського господарства є заморозки, які бувають після настання середньої добової температури повітря 15°С, або після стійкого переходу через 10 °С.

В зв'язку з тим, що різні види рослин мають неоднакову стійкість до заморозків, визначають терміни та ймовірність припинення заморозків не тільки при 0°С, але і іншої інтенсивності: -2; -3; -4°С. Т.О. Голубова встановила, що ймовірність виникнення заморозків тісно пов'язана з середньою за декаду температурою повітря (табл. 12). Ця залежність дозволяє визначити ймовірність пошкодження заморозками різних сільськогосподарських культур якщо відома їх критична температура.

Таблиця 11 – Класифікація основних сільськогосподарських культур щодо стійкості їх до заморозків в різні періоди онтогенезу (за В.Н.Степановим)

Культура	Температура початку пошкодження, часткової загибелі рослин, 0°С			Температура загибелі більшості рослин, 0°С		
	сходи	цвітіння	дозрівання	сходи	цвітіння	дозрівання
<b>Найбільш стійкі</b>						
Яр. Пшениця	-9,-10	-1,-2	-2,-4	-10,-12	-2	-4
Овес	-8,-9	-1,-2	-2,-4	-9,-11	-2	-4
Ячмінь	-7,-8	-1,-2	-2,-4	-8,-11	-2	-4
Горох	-7,-8	-3	-3,-4	-8,-11	-3,-4	-4
Чечевиця	7,-8	-2,-3	-2,-4	-8,-11	-3	-4
<b>Стійкі</b>						
Нут	-6,-7	-2,-3	-2,-3	-8	-3	-3,-4
Люпин вузьколистий	-5,-6	-2,-3	-3	-6,-7	-3,-4	-3,-4
Боби	-5,-6	-3	-2,-3	-6	-3	-3,-4
Соняшник	-5,-6	-3	-2,-3	-7,-8	-3	-3
Льон, коноплі	-5,-7	-1,-2	-2,-4	-7	-2	-4
Буряки цукрові І кормові	-6,-7	-2,-3	-	-8	-3	-
<b>Середньостійкі</b>						
Соя	-3,-4	-2	-2,-3	-4	-2	-3
Люпин жовтий	-4,-5	-2,-3	-	-6	-3	-
Капуста	-5,-7	-2,-3	-6,-9	-	-	-
<b>Малостійкі</b>						
Кукурудза, сорго	-2,-3	-1,-2	-2,-3	-3	-2	-3
Просо, суданська трава, картопля	-2	-2	-1,-2	-2,-3	-2,-3	-3
<b>Нестійкі</b>						
Гречка	-1,-2	-1	-1.5,-2	-2	-1	-2
Квасоля	-1,-1.5	-0.5	-2	-1,-1.5	-1	-2
Рицина	-1,-2	-1	-2,-3	-1,-2	-1,-2	-3
Бавовна	-0.5	-0.5	-1	-1	-1	-1,-2
Баштанні	-1	-0.5,-1	-0.5,-1	-1	-1	-1
Рис	-0.5,-1	-0.5,-1	-	-1	-0.5	-
Овочеві	-0,-1	0,-1	0,-1	-2	-	-

Таблиця 12 – Ймовірність настання приморозків в залежності від середньої за декаду мінімальної температури повітря в помірній зоні, %

Сезон	Весна	Осінь	Весна	Осінь	Весна	Осінь
середня за декаду мінімальна температура повітря, °С	сильні приморозки (зниження температури повітря до -3, -5 °С)		слабкі приморозки (зниження температури повітря до 0, -2 °С)		приморозки на поверхні ґрунту і травостою	
-5	96					
-4	90	100				
-3	84	96				
-2	77	87	100			
-1	68	78	98			
0	56	68	92	100	100	
1	45	57	85	93	98	100
2	37	47	78	83	95	95
3	29	34	71	73	90	88
4	21	22	62	58	84	80
5	14	12	53	44	76	70
6	7	5	44	30	67	57
7	2	0	34	18	56	44
8	0		24	11	45	27
9			14	7	30	17
10			5	3	17	8
11			0	0	2	1
12					0	0

І.А. Гольцберг також розробила показники ймовірності виникнення заморозків. Розрахунки ймовірності припинення заморозків заданої інтенсивності на визначену фазу і ймовірність пошкодження культури весняними заморозками ведуться у такій послідовності:

- по співвідношенню термінів припинення заморозків при 0°С і іншої інтенсивності (табл.13) визначається середня дата припинення заморозків у даному районі;
- розраховується відхилення визначеної дати від середньої багаторічної ( $\Delta$ );
- визначається статистичний коефіцієнт шляхом поділу розрахованого відхилення  $\Delta$  на  $\sigma$  ( $k = \Delta / \sigma$ ) (табл. 14), а шляхом інтерполяції – відповідний йому відсоток ймовірності (табл. 12);

- на підставі одержаних результатів визначається можливість припинення заморозків на завдану дату і ймовірність пошкодження рослин.

Таблиця 13 – Співвідношення в датах припинення заморозків при 0°C і заморозків різної інтенсивності

Середня дата припинення приморозків при 0°C		Середня дата припинення приморозків нижче вказаної інтенсивності			
В повітрі	на поверхні ґрунту	-1.0°C	-2.0 °C	-3.0 °C	-4.0 °C
1	2	3	4	5	6
1.VI	18.IV	28.V	24.V	20.V	15.V
21.V	7.IV	17.V	13.V	9.V	4.V
11.V	25.V	5.V	30.IV	24.IV	18.IV
1.V	15.V	25.IV	20.IV	14.IV	8.IV
21.IV	5.V	15.IV	10.IV	4.IV	29.III
11.IV	21.IV	6.IV	1.IV	27.III	22.III

*Примітка:* за даними цієї таблиці можна побудувати графік для більш зручного використання.

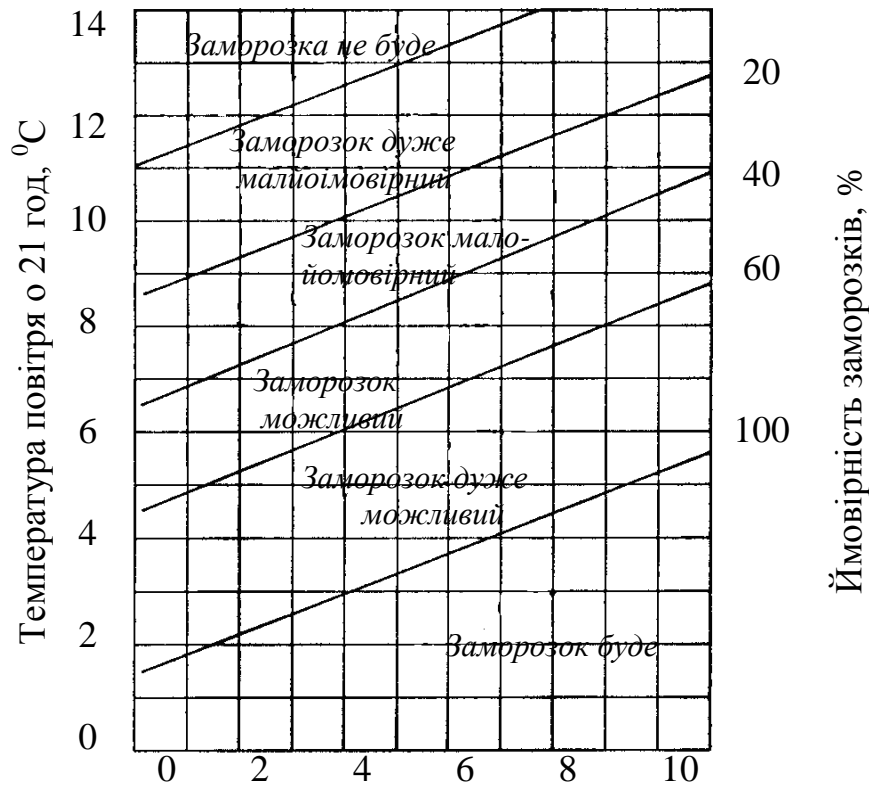
Таблиця 14 – Співвідношення ймовірності (%) , коефіцієнтів ( $k$ ) і значень  $\sigma$

Ймовірність, %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Коефіцієнт	-2,25	-1,28	-0,84	-0,52	-0,25	0	0,25	0,52	0,84	1,28	2,25
Відхилення від середньої дати, дні	$\Delta = k \cdot \sigma$										

В практиці для розрахунку виникнення заморозків використовуються методи П.І. Броунова, Михалевського, Р.М. Меджитова, М.Є. Броунова.

**Метод П.І. Броунова.** Охолодження повітря і ґрунту починається невдовзі після полудня через зменшення радіаційного балансу і нестійкого вертикального розподілу температури. Воно продовжується і після заходу сонця. Чим більше падає температура у другій половині дня, тим більше інтенсивність нічного вихолоджування.





Різниця температур повітря, які вимірювались о 13 год та о 21 год °C

Рис.1– Графік визначення імовірності заморозків за методом П.І. Броунова

Цю закономірність використав П.І Броунов і запропонував для визначення можливості настання заморозку використовувати різницю температур о 13 та о 21 годині висоті 2 м та запропонував розрахунковий графік (рис.1).

**Метод Михалевського.** Для розрахунків виникнення заморозків використовуються вимірювання по психрометру на висоті 2 м біля 13 години. Очікувану мінімальну температуру повітря розраховують за формулою:

$$M_n = t' - (t - t')c, \quad (1.11)$$

а ґрунту – за формулою:

$$M_z = t' - (t - t')/2c, \quad (1.12)$$

де  $t$  та  $t'$  – температура відповідно за сухим та змоченим термометрах о 13 годині;

$c$  – коефіцієнт, який залежить від відносної вологості повітря, його значення наводяться у табл.15.

Таблиця 15– Коефіцієнт  $c$  в залежності від вологості повітря

Відносна вологість, %	100	95	90	85	80	75	70	65	60
Коефіцієнт $c$	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5
Відносна вологість, %	55	50	45	40	35	30	25	20	15
Коефіцієнт $c$	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3

Якщо розраховані значення мінімальної температури повітря і ґрунту більше  $2^{\circ}\text{C}$ , то заморозок мало ймовірний; якщо нижче  $2^{\circ}\text{C}$ , але вище  $-2^{\circ}\text{C}$  – заморозок ймовірний; і якщо мінімальна температура повітря нижче  $-2^{\circ}\text{C}$ , то вночі заморозок буде.

О 21 годині за середнім сонячним часом на розраховану величину вводяться поправки за даними хмарності. Якщо хмарність менше 4 балів, то нічний мінімум температури зменшують на  $2^{\circ}\text{C}$ ; якщо хмарність від 4 до 7 балів – поправок не вводять; якщо більше 7 балів – очікуваний мінімум збільшують на  $2^{\circ}\text{C}$ .

Спосіб Михалевського зручний тим, що розрахунки ймовірності виникнення заморозків виконуються вдень і є можливість завчасно попередити господарства про можливість заморозку і господарства матимуть змогу завчасно підготуватися до захисту рослин.

**Метод Р.М. Меджитова.** Метод розроблено для осушених торф'яно-болотних земель. Для визначення очікуваної мінімальної температури повітря і ґрунту ( $M_n$ ,  $M_z$ ) на осушених торф'яно-болотних ґрунтах використовуються формули:

для повітря

$$M_n = 0,80t + 0,09f - 14,1 \quad (1.13)$$

для ґрунту

$$M_z = 0,78t + 0,11f - 18,3, \quad (1.14)$$

де  $t$  і  $f$  – температура повітря і відносна вологість о 13 год. або в будь-який інший строк між полуднем і заходом Сонця.

Пізні заморозки навесні пошкоджують рослини і значно зменшують, а іноді і взагалі знищують урожай сільськогосподарських культур. Тому виникає необхідність захисту рослин від негативної дії низьких температур. Найбільш ефективним заходом боротьби із заморозками є

вплив на тепловий режим приземного шару повітря шляхом зменшення ефективного випромінювання поверхнею, підвищення теплопровідності ґрунту, перемішування повітря і т. ін.

## **1.6 Вимерзання рослин.**

Ще одним із небезпечних для рослин видом пошкодження є загибель рослин взимку. Основними причинами пошкодження рослин взимку є: вимерзання, випрівання, вимокання, випирання та видування рослин. Крім того, наявність притертої льодової кірки поглиблює дію всіх вищеназваних факторів. Загибель рослин взимку найчастіше відбувається під дією не одного, а декількох факторів.

*Агрометеорологічними умовами перезимівлі озимих культур* називається комплекс метеорологічних елементів, які безпосередньо або побічно впливають на рослини взимку і визначають їх зимостійкість та стан на початок весняної вегетації.

Головними агрометеорологічними факторами, які визначають перезимівлю озимих культур, є: висота снігу, мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушіння в різні періоди зими, сума від'ємних температур повітря, глибина промерзання ґрунту, тривалість періоду з висотою снігу більше 30 см, сума опадів за осінній та зимовий періоди та ін. Дослідженнями впливу цих факторів на перезимівлю озимини займалися Ф.М. Куперман, В.М. Лічикакі, В.О. Мойсейчик, І.М. Петунін, О.М. Шульгін, А.А. Окушко і інші.

*Температура повітря.* Температура повітря визначає не тільки умови, але і тривалість періоду зимівлі рослин, який починається з дати стійкого переходу температури повітря через 0° С восени та закінчується переходом її через позитивні значення навесні. Особливо несприятливі для озимих культур різкі коливання мінімальної температури повітря в районах з великим промерзанням ґрунту та малою висотою снігового покриву.

*Сніговий покрив.* Велике значення для зимівлі рослин мають строки встановлення та сходу снігу, просторова та часова мінливість його висоти та щільності. При рівномірному заляганні сніг добре захищає рослини від сильних морозів. Після встановлення на полях снігу температура ґрунту на глибині вузла кушіння значно підвищується. Але дуже глибокий сніг та тривале його залягання на полях з озимими також несприятливо впливає на рослини. Тривалість періоду із снігом також має велику просторову мінливість. Тривале залягання товстого шару снігу на полях спричиняє пошкодження рослин внаслідок випрівання. При тривалому таненні снігу навесні спостерігається вимокання озимих культур.

*Глибина промерзання ґрунту* На глибину промерзання ґрунту впливають механічний склад ґрунту, його вологість, рельєф, агротехніка,

рослинний покрив, рівень ґрунтових вод, мінімальна температура повітря, висота снігу.

*Температура ґрунту на глибині залягання вузла кущіння.* Температура ґрунту на глибині вузла кущіння є комплексним показником агрометеорологічних умов перезимівлі озимих культур. На її значення впливають теплоємність і теплопровідність ґрунту, температура повітря, товщина снігу, вологість ґрунту, глибина промерзання ґрунту.

Є декілька методів визначення мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння при відсутності інструментальних спостережень. Це метод О.М. Шульгіна, метод В.М. Лічикакі та метод В. О. Мойсейчик. За методом О.М. Шульгіна мінімальна температура на глибині 3 см визначається за даними мінімальної температури повітря та глибини промерзання ґрунту при наявності та відсутності снігу (рис. 2).

В.М. Лічикакі розроблена таблиця залежності мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння від мінімальної температури повітря, глибини промерзання ґрунту та висоти снігу (табл. 16).

За цими рівняннями розраховується мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см, якщо:  $T = -10 \text{ -- } -40^\circ \text{C}$ ,  $H = 20 \text{ -- } 150 \text{ см}$ ,  $h = 0 \text{ -- } 40 \text{ см}$ ,  $P = 100 \text{ -- } 2000 \text{ пагонів на один метр}$ .

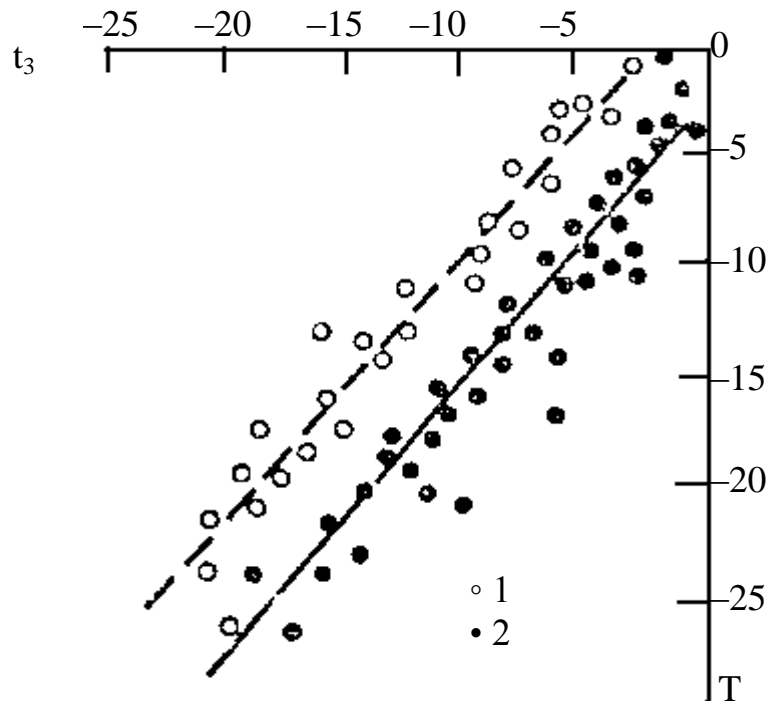


Рис. 2 – Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см від мінімальної температури повітря при відсутності снігу та промерзанні ґрунту більше 30 см (1) і менше 30 см (2)

Таблиця 16 – Рівняння зв'язку мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см від мінімальної температури повітря та глибини промерзання ґрунту за різної висоти снігу

Висота снігу, см	Рівняння зв'язку
5	$t_3 = 0,64T - 0,07H + 5,2$
10	$t_3 = 0,25T - 0,06H + 3,1$
15	$t_3 = 0,17T - 0,06H + 1,9$
20	$t_3 = 0,12T - 0,05H + 1,56$

За цими рівняннями побудована робоча таблиця (табл. 17).

В.О. Мойсейчик запропонувала формулу для визначення мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см в залежності від типу ґрунтів, мінімальної температури повітря (Т), глибини промерзання ґрунту (Н), висоти снігу (h) та густоти рослин на припинення вегетації (Р)

$$t_3 = 0,618T - 0,082H + 0,658 h^2 - 0,008 h + 0,0007P - 0,366 \quad (1.15)$$

Стійкість озимих культур до вимерзання залежить від значень критичної температури.

*Критична температура вимерзання – це така температура при якій загибель рослин становить 50 % і більше.* Найчастіше значення критичної температури вимерзання визначають за допомогою проморожування зразків у холодильних камерах. Але існує ціла низка методів розрахунку критичної температури вимерзання озимих культур.

В.М. Лічкакі запропонував визначати критичну температуру морозостійких сортів за рівнянням

$$U = 0,125t - 0,00099\Sigma T - 15,5, \quad (1.16)$$

де  $U$  – критична температура вимерзання, °С;

$t$  – середня з мінімальних температур повітря за листопад, °С;

$\Sigma T$  – сума температур повітря нижче 0° С за листопад – грудень, °С.

Для сортів з меншою морозостійкістю (Безоста 1, Аврора, Кавказ та ін.) вводиться поправка на 2 °С. Така ж поправка вводиться для усіх сортів, які закінчили вегетацію у стані сходи – третій лист.

Для того, щоб була можливість розраховувати значення критичної температури не тільки для першої половини зими, а і для всієї зими, В.М. Лічкакі були встановлені статистичні залежності критичної температури вимерзання ( $T_{кр}$ ) від середньої із мінімальних температур ґрунту ( $t_3$ ) на глибині вузла кушіння за період від переходу її через 0° С восени до дати визначення критичної температури вимерзання (рис. 3).

Таблиця 1.17 - Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині вузла куціння від середньої за добу температури повітря і висоти снігу

Середньо добова температура повітря, °С	Висота снігового покриву, см														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
-1	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	0	0	0	0
-2	-1,3	-1,3	-1,2	-1,1	-1,1	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	0	0	0	0
-3	-2,1	-2,1	-2,0	-1,9	-1,8	-1,6	-1,4	-1,0	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3
-4	-3,0	-2,8	-2,7	-2,5	-2,4	-2,2	-2,0	-1,6	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,8	-0,8	-0,7
-5	-3,9	-3,7	-3,5	-3,3	-3,1	-2,8	-2,6	-2,3	-1,9	-1,7	-1,5	-1,4	-1,3	-1,3	-1,2
-6	-4,8	-4,6	-4,3	-4,0	-3,8	-3,5	-3,3	-3,0	-2,6	-2,3	-2,0	-1,9	-1,8	-1,8	-1,7
-7	-5,6	-5,2	-5,1	-4,8	-4,5	-4,2	-3,9	-3,5	-3,2	-2,8	-2,5	-2,4	-2,3	-2,3	-2,2
-8	-6,5	-6,2	-5,9	-5,5	-5,2	-4,8	-4,5	-4,2	-3,8	-3,4	-3,0	-2,9	-2,8	-2,8	-2,7
-9	-7,3	-7,0	-6,7	-6,3	-5,9	-5,5	-5,1	-4,6	-4,1	-3,8	-3,6	-3,5	-3,4	-3,4	-3,3
-10	-8,2	-7,8	-7,4	-7,0	-6,6	-6,2	-5,8	-5,2	-4,5	-4,8	-4,1	-4,0	-3,9	-3,9	-3,8
-11	-9,1	-8,7	-8,2	-7,8	-7,3	-6,9	-6,4	-5,8	-5,3	-4,9	-4,6	-4,5	-4,4	-4,4	-4,3
-12	-10,0	-9,5	-9,0	-8,5	-8,0	-7,5	-7,0	-6,6	-6,1	-5,6	-5,1	-5,0	-4,9	-4,9	-4,8
-13	-10,8	-10,3	-9,8	-9,3	-8,7	-8,1	-7,6	-7,1	-6,7	-6,2	-5,7	-5,6	-5,5	-5,4	-5,3
-14	-11,7	-11,1	-10,5	-10,0	-9,4	-8,8	-8,3	-7,7	-7,2	-6,7	-6,2	-6,1	-6,0	-6,0	-5,9
-15	-12,5	-11,9	-11,2	-10,6	-10,0	-9,5	-8,9	-8,4	-7,8	-7,2	-6,7	-6,6	-6,5	-6,5	-6,4
-16	-13,4	-12,7	-12,0	-11,3	-10,7	-10,0	-9,4	-8,8	-8,3	-7,8	-7,2	-7,1	-7,0	-7,0	-6,9
-17	-	-13,6	-12,8	-12,1	-11,4	-10,8	-10,1	-9,5	-9,0	-8,4	-7,8	-7,7	-7,5	-7,5	-7,5

	14,3														
-18	- 15,2	-14,5	-13,7	-13,0	-12,2	-11,5	-10,9	- 10,3	-9,6	-9,0	-8,3	-8,2	-8,1	-8,1	-8,0
-19	- 16,0	-15,3	-14,5	-13,7	-12,9	-12,3	-11,8	- 11,0	-10,2	-9,5	-8,8	-8,7	-8,6	-8,6	-9,0
-20	- 16,9	-16,0	-15,2	-14,4	-13,5	-13,1	-12,7	- 11,7	-10,7	-10,0	-9,3	-9,2	-9,1	-9,1	-9,5
-21	- 17,7	-16,9	-16,0	-15,1	-14,2	-13,6	-13,0	- 12,2	-11,3	-10,6	-9,9	-9,8	-9,7	-9,6	- 10,1
-22	- 18,5	-17,6	-16,7	-15,9	-15,0	-14,2	-13,4	- 12,7	-11,9	-11,2	-10,4	- 10,3	- 10,2	- 10,2	- 10,6
-23	- 19,4	-18,4	-17,5	-16,6	-15,7	-14,8	-14,0	- 13,2	-12,5	-11,7	-10,9	- 10,8	- 10,7	- 10,7	- 11,1
-24	- 20,3	-19,3	-18,3	-17,3	-16,4	-15,5	-14,6	- 13,8	-13,0	-12,2	-11,4	- 11,3	- 11,2	- 11,2	- 11,7
-25	- 21,1	-20,1	-19,1	-18,1	-17,1	-16,2	-15,2	- 14,4	-13,6	-12,8	11,9	- 11,9	- 11,8	- 11,8	- 12,2
-26	- 22,0	-21,0	-19,9	-18,9	-17,8	-16,9	-15,9	- 15,1	-14,2	-13,3	-12,4	- 12,4	- 12,3	- 12,3	- 12,7
-27	- 22,9	-21,8	-20,7	-19,6	-18,5	-17,5	-16,5	- 15,7	-14,8	-13,8	-12,9	- 12,8	- 12,7	- 12,8	- 13,2
-28	- 23,8	-22,6	-21,5	-20,3	-19,2	-18,1	-17,1	- 16,2	-15,3	-14,4	-13,5	- 13,4	- 13,3	- 13,3	- 13,6





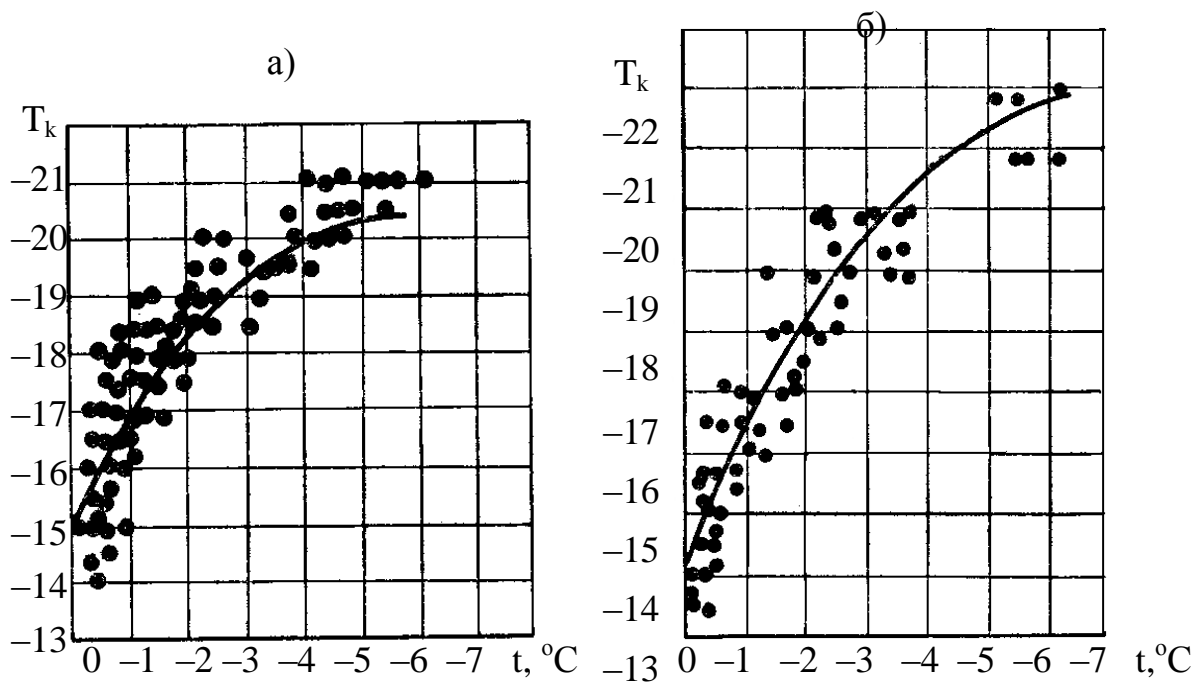


Рис. 3 – Залежність критичної температури вимерзання озимої пшениці сортів середньої (а) та високої (б) морозостійкості від середньої з мінімальних температур ґрунту на глибині вузла кущіння.

а – сорти Білоцерківська 198, Миронівська 808; б – сорти Одеська 3, Одеська 16.

Розрахунок критичної температури вимерзання слід починати з декади переходу середньої за добу температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$ .

На території України вирощуються здебільшого сорти, які за доброго стану восени та доброго загартування мають критичну температуру вимерзання:  $-22 - -24^{\circ}\text{C}$  – жито;  $-20 - -22^{\circ}\text{C}$  – озима пшениця високої морозостійкості;  $-19 - -20^{\circ}\text{C}$  пшениця середньої морозостійкості та  $-15 - -18^{\circ}\text{C}$  – сорти низької морозостійкості;  $-12 - -15^{\circ}\text{C}$  – ячмінь.

В.М. Лічкакі було встановлено, що зменшення критичної температури вимерзання за зиму залежить від тривалості та величини максимальної температури повітря при відлигах та розраховані відхилення фактичної критичної температури вимерзання від розрахованої в залежності від максимальних температур повітря (табл. 18).

Зрідженість посівів від вимерзання взимку залежить від значень критичної температури вимерзання, стану розвитку озимини на припинення вегетації, мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см, висоти снігу, глибини промерзання ґрунту.

Таблиця 18– Поправка на розраховану критичну температуру при відлигах у другій половині зими

Місяць	Декада	Середня максимальна температура повітря за декаду ( в °С )						
		0	1	2	3	4	5	6
Лютий	друга	0,5	1,3	1,8	2,3	2,5	2,7	3,0
	третя	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Березень	перша	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
	друга	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	третя	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5

За комплексний показник зрідженості озимих посівів навесні від вимерзання В.М. Лічикакі запропонував використовувати коефіцієнт морозонебезпечності  $K$ . Він розраховується як відношення мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння ( $T_{\min}$ ) до критичної температури вимерзання рослин ( $T_{кр}$ ), тобто:

$$K = \frac{T_{\min}}{T_{кр}} \quad (1.17)$$

Ним же були встановлені кількісні зв'язки між коефіцієнтом морозонебезпечності та зрідженістю озимих посівів від вимерзання (табл. 19)

Таблиця 19 – Коефіцієнт морозонебезпечності  $K$  і відповідна йому зрідженість  $U$  озимих культур від вимерзання

Коефіцієнт морозонебезпечності $K$			Зрідженість $U$ % на $1\text{м}^2$
озиме жито	озима пшениця	озимий ячмінь	
0,55 – 0,79	0,55 – 0,75	0,45 – 0,68	1 – 20
0,80 – 0,95	0,76 – 0,87	0,69 – 0,79	21 – 40
0,96 – 1,06	0,88 – 0,96	0,80 – 0,88	41 – 60
$\geq 1,07$	$\geq 0,97$	$\geq 0,89$	>60

Загальна залежність зрідженості посівів на весну від мінімальної температури ґранту на глибині 3 см та коефіцієнта кущіння ( $k$ ) має нелінійний характер.

*Льодова кірка* на полях з озимими культурами утворюється в періоди випадання рідких переохолоджених опадів та під час зимових відлиг, які потім змінюються похолоданням. Пізньої осені та ранньої весни льодова кірка також утворюється внаслідок застою води після танення снігу та подальшого її замерзання.

Льодова кірка буває висяча та притерта. Висяча кірка утворюється на поверхні снігу під час відлиг. Вона практично не викликає загибелі озимих культур, а може тільки посилити негативну дію потужного (більше 30 см) снігового покриву.

Притерта льодова кірка утворюється безпосередньо на поверхні ґрунту, часто спостерігаються випадки змерзання ґрунту з кіркою. Така кірка спричиняє значне пошкодження посівів озимих культур.

Міра пошкодження озимих посівів льодовою кіркою залежить від її товщини, щільності та тривалості залягання на полях, а також від розповсюдження (в цілому по полю чи тільки місцями).

В.М. Лічикакі для зручності користування розрахована таблиця зрідженості посівів озимих навесні від льодової кірки різної товщини (табл. 20).

Таблиця 20 – Залежність зрідженості озимих посівів (U) від середньої товщини притертої льодової кірки (m) (за В.М. Лічикакі)

m, см	Зрідженість, %	
	пшениці	жита
1,1 – 1,5	11 – 12	11 – 14
1,6 – 2,0	13 – 18	14 – 18
2,1 – 2,5	19 – 24	20 – 23
2,6 – 3,0	25 – 30	24 – 29
3,1 – 3,5	31 – 37	30 – 36
3,6 – 4,0	38 – 43	37 – 44
4,1 – 4,5	46 – 54	45 – 54
4,6 – 5,0	55 – 64	55 – 63
5,1 – 5,5	65 – 75	64 – 74
5,6 – 6,0	76 – 81	75 – 86
>6,0	>81	>86

### 1.7 Випрівання та інші види пошкодження озимих культур

*Випрівання озимих культур.* Випрівання є другою головною причиною пошкодження озимих культур восени. Воно відбувається в результаті тривалого перебування рослин під товстим шаром снігу при температурі, близькій до 0 °С, без світла і при неглибокому промерзанні ґрунту [1-3]. За таких умов життєдіяльність озимих культур залишається підвищеною і рослини витрачають на процес дихання значно більше питомих речовин, ніж за низької температури. Це сприяє витраті цукру, накопиченого восени і у рослин починається процес голодування.

І.М. Петунін встановив, найкраще переносять зимівлю рослини, які накопичили на момент припинення вегетації до 25 % цукру (250 мг) на 1 г сухої речовини і розрахував на який період вистачить рослинам озимої пшениці цукру, накопиченого на початок зими (табл.21). За цією таблицею можна визначати початок голодування рослин. Але загибель рослин починається не відразу після початку голодування а тільки через 30 – 40 днів через те, що рослини економлять цукор і перетворюють його деякий час із інших речовин.

Таблиця 21 – Період (у днях), на який озимій пшениці вистачить цукру, накопиченого на початок зими, при різній температурі під снігом

Температура, °С	Період, дні	Температура, °С	Період, дні	Температура, °С	Період, дні
7	25 - 26	1	43 - 44	-5	83-54
6	27 - 28	0	47 - 48	-6	93 – 94
5	30 - 31	-1	52 - 53	-7	108 – 109
4	33 - 34	-2	58 - 59	-8	126 – 127
3	36 - 37	-3	65 - 66	-9	150 – 151
2	39 - 40	-4	72 - 73	-10	182 – 183

Дослідження В.О. Мойсейчик показали, що випрівання озимих культур спостерігаються за високого снігового покриву, малої глибини промерзання ґрунту, тривалого залягання снігового покриву на полях та мінімальної температури ґрунту на глибині вузла куштиння у межах від – 5° С до + 5° С. Встановлена статистична залежність тривалості періоду із снігом більше 30 см (n) від дати його встановлення на полях (h) (рис. 4).

$$n = 17,54 - 1,128h \quad (1.18)$$

Встановлено, що пошкодження рослин спостерігається при тривалості періоду більше 8 декад, а дуже погані умови перезимівлі спостерігаються при тривалості періоду зі снігом вище 30 см більше 12 декад. Кількість стебел після перезимівлі у рослин озимої пшениці та озимого жита (P) має тісний зв'язок з тривалістю залягання снігу більше 30 см (n):

$$P = 123n - 5,4 \quad (1.19)$$

Міра зрідженості залежить від розвитку озимих восени перед припиненням вегетації та виду самих культур. Озиме жито має більшу стійкість до випрівання, ніж озима пшениця.

В.О. Мойсейчик отримані статистичні залежності зрідженості озимої пшениці ( $U$ ) від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см ( $t_3$ ) та кущистості посівів восени ( $K$ ):

$$U = 59,07 + 6,82t_3 + 0,22t_3^2 - 5,14K + 0,40K^2 \quad (1.20)$$

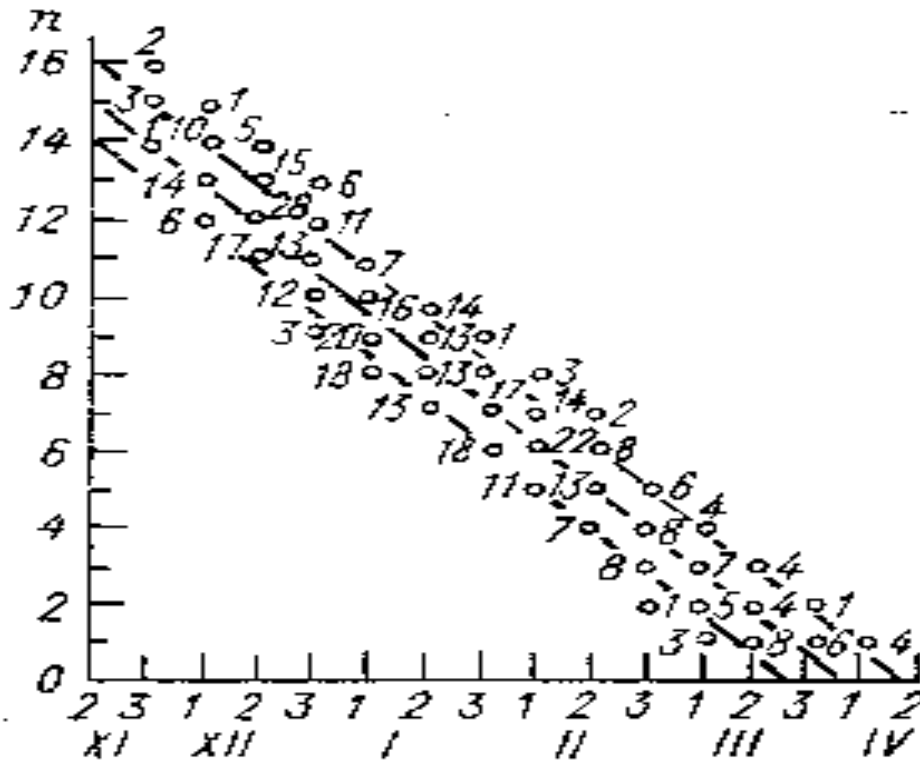


Рис.4 – Залежність між тривалістю періоду з снігом більше 30 см та терміном його встановлення на полях

Площа поля, на якій буде спостерігатись пошкодження або загибель рослин та стебел внаслідок випрівання, розраховується аналогічно площі вимерзання або по залежності площі (у % загальної площі) зі снігом більше 30 см від середньої висоти снігу за снігозйомкою.

*Вимокання.* Значні пошкодження озимих культур спостерігаються за тривалого затоплення рослин талими водами. Дослідженнями Ф.Ш. Гутмана встановлено, що вимокання рослин відбувається під дією цілого комплексу несприятливих факторів і залежить від тривалості та глибини затоплення рослин, вологості та глибини промерзання ґрунту, температури талої води .

Встановлено, що затоплення рослин водою восени та взимку менш небезпечно, ніж навесні, коли рослини ослаблені вийшли з зимового покою. При затопленні рослин на неповну їх висоту (верхня частина

знаходиться над водою) зрідженість посівів буде менше, та вона значно зростає при повному затопленні рослин, а також із збільшенням тривалості періоду застою води та підвищенням її температури. Стійкість озимих до вимокання представлені в табл. 22

Таблиця 22– Стійкість озимих культур до затоплення в осінньо–зимовий та весняний періоди (за Є.Д. Остаплюком)

Період проведення дослідів	Тривалість затоплення, дні	Кількість живих рослин, %		
		пшениці	Жита	ячменю
Фаза двох листків	6	89,3	67,2	54,6
Закінчення осінньої вегетації	8	93,4	73,6	69,4
Після другої фази загартування	8	100	100	84,7
Відновлення вегетації	4	78,6	42,4	36,6
Початок виходу у трубку	3	82,7	39,4	30,6

Зрідженість озимих ( $u$ ) внаслідок вимокання у низьких місцях рельєфу визначається за тривалістю періоду повного затоплення ( $n$ ) рослин та середньою за цей період температурою води ( $t_v$ ):

$$U = 3,50n + 5,20t_v - 22,62 \quad (1.21)$$

Рівняння дійсне при  $n =$  від 5 до 35 днів,  $t_v$  – від 0 до 5° С.

За рівнянням (1.21) розраховується зрідженість посівів з першого дня затоплення. Якщо фактичні спостереження за затопленням відсутні, то початок періоду затоплення ( $y$ ) розраховується за датою стійкого переходу температури повітря через 0° С навесні ( $x$ ) за рівнянням:

$$U = 0,97x + 5,5 \quad (1.22)$$

Закінчення періоду затоплення талими водами ( $y$ ) за відсутності прямих спостережень розраховується за датою повного відтанення ґрунту ( $x$ ):

$$U = 0,88x + 10,4 \quad (1.23)$$

Рівняння використовується, якщо глибина промерзання ґрунту становить не менше 30 см і не більше 80 см. При підрахунках в рівняннях

за дату повного відмерзання ґрунту кількість днів від першого січня до дати розрахунку.

Слід зазначити, що спостереження за температурою талої води у місцях затоплення не проводяться. Тому температуру талої води розраховують за рівнянням:

$$T_g = 0,80T - 0,24 \quad (1.24)$$

де  $T$  – середня температура повітря за період затоплення рослин, °С.

Площа з загиблими від вимокання рослинами ( $S_g$ ) розраховується за даними зрідженості посівів ( $u$ ) від вимокання за рівнянням:

$$S_g = 0,37u + 0,04 \quad (1.25)$$

### 1.8 Полягання посівів.

Поляганню зернових культур сприяють сильні зливи, град, сильний вітер, тривалі дощі то що. Полягання посівів зернових культур призводить до великих втрат врожаю, бо воно спричиняє проростання насіння, осипання зерна та низьку якість збирання.

*Під поляганням стеблостою розуміють такий його стан, коли під впливом несприятливих явищ погоди (дощ, вітер, мокрий сніг та ін.), що механічно впливають на рослини, стеблостій в тій чи іншій мірі нахилиється до землі і не повертається у вертикальне положення відразу ж після припинення дії цих явищ.* На гідрометеорологічних станціях відмічається площа з полеглими посівами у відсотках від загальної площі поля. Крім цього, також визначається інтенсивність полягання.

Інтенсивність полягання оцінюється у балах за шкалою:

– 5 балів – полягання відсутнє; – 4 бали – слабе полягання, місцями (не більше 30 % площі поля); – 3 бали – середнє полягання, не заважає машинному збиранню хлібів (31–60 %); – 2 бали – сильне полягання, яке ускладнює збирання хлібів (більше 61 % площі поля); – 1 бал – дуже сильне полягання, посіви не придатні до збирання.

Можливість полягання хлібів у великій мірі залежить від агрометеорологічних умов попереднього періоду.

Стійкість рослин до полягання знаходиться у прямій залежності від середньої температури повітря, амплітуди температури повітря, нестачі насичення повітря вологою та у зворотній залежності – від кількості опадів, кількості днів з опадами, гідротермічного коефіцієнту Г.Т. Селянінова.

Під *стійкістю рослин до полягання* розуміють здатність їх протидіяти несприятливим явищам, які його спричиняють, і відновлюють вертикальне

положення стебла після припинення дії цих явищ. Найменшу стійкість стеблостою до полягання мають зернові культури в роки з підвищеною вологозабезпеченістю та зниженим температурним режимом.

Другою причиною низької стійкості до полягання є прохолодна, волога погода в період кушіння – колосіння, яка сприяє збільшенню висоти рослин.

Інтенсивність полягання посівів залежить від декількох факторів: фази розвитку рослин, густоти посівів, висоти рослин, сортових відзнак, агрометеорологічних умов та агротехнічних заходів. За показник стійкості рослин до полягання беруть висоту рослин та густоту стеблостою бо інші параметри в полі не визначаються або визначаються дуже рідко.

Серед зернових культур особливо часто спостерігається полягання ячменю та озимого жита. Зазнають полягання також деякі сорти озимої пшениці. Полягання ускладнює збирання хлібів, значно підвищує витрати на збирання та збільшує тривалість періоду збирання хлібів.

Методи оцінки агрометеорологічних умов полягання зернових розроблені О.Д. Пасечнюком для міжфазних періодів: вихід у трубку - цвітіння, цвітіння-воскова стиглість для озимих культур, а також кушіння - колосіння та колосіння - воскова стиглість для ярих. До виходу в трубку озимих і ярих, а також після настання воскової стиглості зерна, вплив агрометеорологічних умов на стійкість культур до полягання проявляється дуже слабо. Спостерігається чіткий зв'язок інтенсивності полягання зі стійкістю стеблостою. А стійкість стеблостою, попри все інше, визначається висотою стеблостою.

За густотою стеблостою розраховується імовірність полягання посівів ячменю на супіщаних ґрунтах. На суглинках інтенсивність полягання розраховується за густотою посівів тільки у двох випадках:

1. Якщо у фази вихід у трубку або поява нижнього вузла соломини стеблостій ячменю зріджений (менше 700 стебел на  $1 \text{ м}^2$ ), то полягання не буде або буде дуже слабке і подальші умови розвитку рослин його не збільшать.

2. Імовірність полягання загущених посівів (більше 1300 стебел на  $1 \text{ м}^2$ ) складає 86 %, тому слід чекати сильного полягання рослин.

Інтенсивність полягання ячменю на полях с густотою від 700 до 1300 стебел на  $1 \text{ м}^2$  розраховується за значеннями запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 50 см через декаду після наступу фази виходу у трубку (рис. 5).

Якщо запаси продуктивної вологи у півметровому шарі ґрунту через декаду після настання фази виходу у трубку становлять менше 60 мм, то імовірність полягання дуже мала (на рис. 10.2 точка попадає в сектор 1), тому необхідності у прогнозі нема. При запасах вологи більше 100 – 110



мм існує дуже велика імовірність полягання посівів ярого ячменю на великих площах (точка попадає в сектор 4).

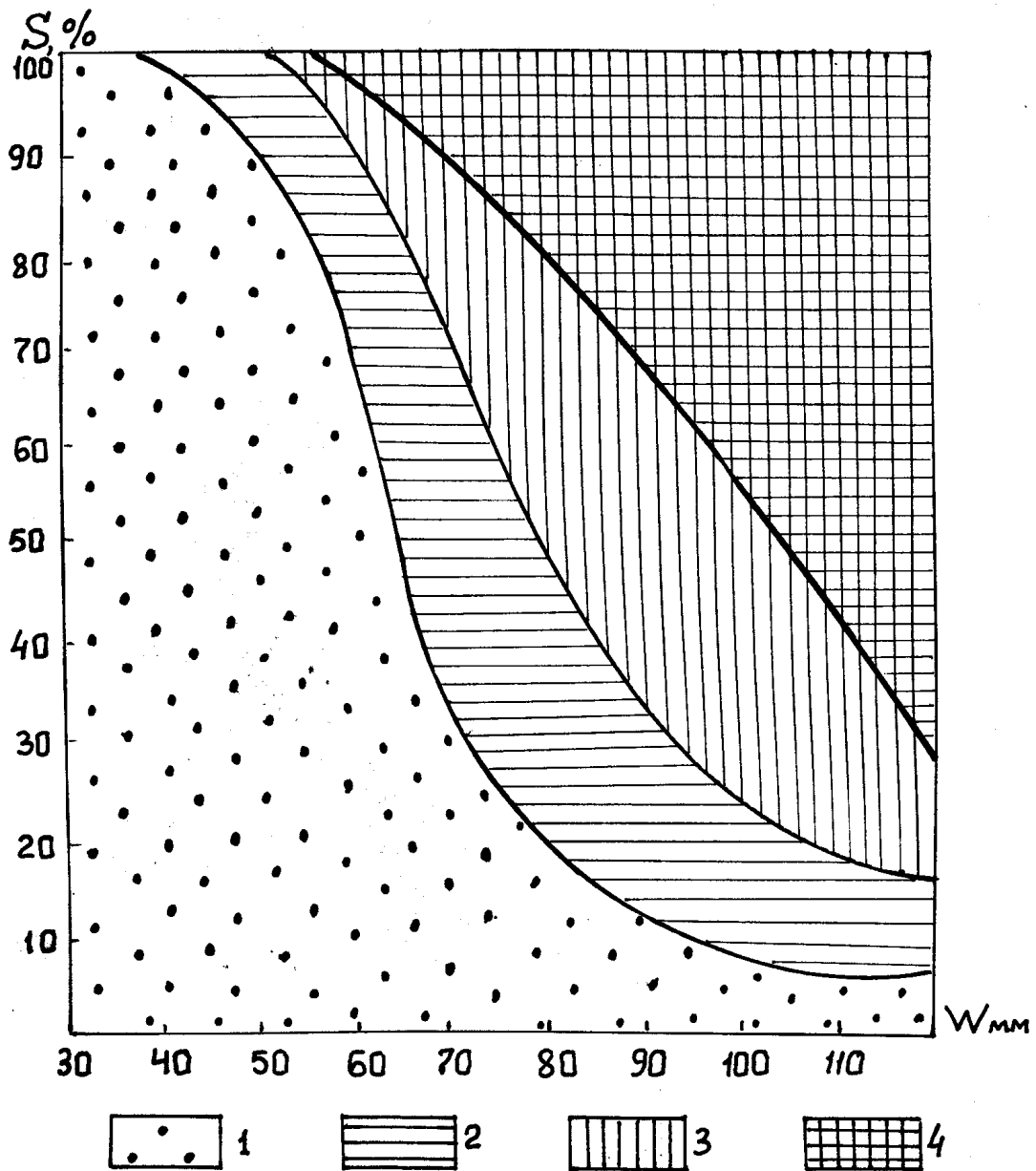


Рис.5 – Імовірність полягання ярого ячменю в залежності від запасів продуктивної води ( $W$ ) у шарі ґрунту 0 – 50 см через декаду після настання фази виходу у трубку

Якщо спостерігаються проміжні значення запасів продуктивної вологи (більше 60 мм та менше 100 мм), то прогнозується найбільша імовірність полягання (сектор 2 та 3 на рис. 5). У випадках, коли імовірності полягання посівів у різних секторах відрізняються мало, то для прогнозу полягання необхідно враховувати температуру повітря за період кушіння – колосіння (фактичну та прогнозовану). Якщо температура повітря очікується у межах 12 – 16° С, то буде очікуватись велика

Озима пшениця. Як методичну основу для оцінки агрометеорологічних умов було взято дискримінантний аналіз.

Міра полягання посівів визначається через відношення (у відсотках) площі полеглих посівів до всієї площі поля. Посіви вважаються полеглими, якщо на 10% всієї площі поля вони полягли.

О.Д. Пасечнюком встановлено: якщо за період від виходу в трубку до цвітіння ГТК (розрахований за методом Г.Т.Селянинова) менше 1,0, то посіви або зовсім не полягають, або полягають на незначних площах (<10%).

Для полегшення розрахунків оцінки умов формування стійкості до полягання посівів озимого жита використовується табл.23.

Таблиця 23 - Оцінка агрометеорологічних умов формування стійкості до полягання озимого жита за період кушіння - колосіння (а) та колосіння – воскова стиглість(б).

Ампулітуда температури повітря, °С	Ймовірність полягання, %				
	дуже сильного (1-1,9бали)	сильного (2-2,9бали)	середнього (3-3,9бали)	слабкого (4-4,9бали)	відсутнє полягання, %
а) кушіння-колосіння					
8,5-11,5	5	23	23	21	28
11,6-12,0	3	7	13	27	50
12,1-13,0	-	5	3	16	76
>13,0	-	-	-	9	91
б) колосіння-воскова стиглість					
Кількість опадів, мм					
>60	6	21	29	27	17
41-60	-	16	19	34	31
20-40	-	-	-	33	67
<20	-	-	-	-	100

Ярий ячмінь. Метод оцінки агрометеорологічних умов формування стійкості до полягання заснований на використанні ймовірних залежностей

оцінки стійкості до полягання від метеорологічних факторів у період від кущіння до колосіння (табл. 24).

Таблиця.24 – Імовірність (%) полягання слабостійких до полягання сортів ярого ячменю

Висота , см	Імовірність полягання, %				
	дуже сильного (1-1,9бали)	сильного (2-2,9бали)	середнього (3-3,9бали)	слабкого (4-4,9бали)	Відсутнє полягання, %
а) кущіння-колосіння					
Більше 70	5	23	23	21	28
61-70	3	7	13	27	50
51-60	-	5	3	16	76
Менше 50	-	-	-	9	91
б) колосіння-воскова стиглість					
Більше 70	6	21	29	27	17
61-70	-	16	19	34	31
51-60	-	-	-	33	67
Менше 50	-	-	-	-	100

У період колосіння-воскова стиглість оцінка агрометеорологічних умов проводиться тільки у тих випадках, коли найбільша висота стеблостою перевищує 70 см.

Якщо висота стеблостою 70 см і більше, то ймовірність полягання залежить від інтенсивності опадів та їх кількості за один дощ. Існує шкала полягання зернових: *a* – полягання відсутнє; *b* – слабе полягання (не більше 30%); *c* – середнє полягання (31-60%); *d* – сильне полягання (>60%).

Дослідженнями встановлено, що якщо у фазі вихід у трубку у озимій пшениці кількість стебел не перевищувала 600 на один м<sup>2</sup>, а у ярого ячменю – 700, то рослини не полягають або полягають слабо. Збільшення гущини посівів збільшує імовірність полягання. Значно полягають посіви при густоті більше 1300 стебел на м<sup>2</sup> (табл.25).

Після виходу у трубку озимій пшениці та ярого ячменю на міру полягання посівів починає впливати висота рослин. Найбільше впливає на розміри площ полягання висота рослин від колосіння до молочної стиглості. Якщо висота стеблостою ячменю в цей період менше 70 см, а пшениці – менше 90 см, то полягання посівів не буде. Збільшення висоти рослин збільшує імовірність полягання.

Таблиця 25 – Імовірність полягання посівів за різної густоти стеблостою у фазу виходу у трубку

Кількість стебел на 1м <sup>2</sup>	Відсутність полягання	Міра полягання		
		слабка	середня	сильна
ячмінь				
колосіння				
< 700	57	43	0	0
700 – 900	29	40	19	12
901 – 1100	12	16	23	49
1101 – 1300	14	14	14	58
>1300	14	0	0	86
молочна стиглість				
700	96	4	0	0
701 – 800	57	29	11	3
801 – 900	24	37	15	24
901 – 1000	28	25	11	36
>1000	0	25	10	65

. У озимій пшениці висота рослин 100 см і більше викликає полягання до 100 % поля.

### 1.9 Луговий метелик

*Луговий метелик* - багатоїдний шкідник овочевих, пропашних культур, багаторічних трав і пасовищної рослинності. Його чисельність різко змінюється як в окремі роки, так і за окремими генераціями. В залежності від клімату місцевості та погодних умов поточного року луговий метелик має від 1 до 4 поколінь і відрізняється неоднаковими темпами розвитку на різних полях.

Основний ареал його розповсюдження – степові та лісостепові райони. Він теплолюбний, гідрофільний і морозостійкий. Динаміка чисельності визначається плідністю шкідника та погодними умовами періоду масового льоту метеликів. Виділяють *три періоди* формування плідності лугового метелика:

І.Я. Поляковим, Г.М. Дороніною та Л.А. Макаровою встановлено, що вирішальне значення для розповсюдження шкідника при цьому мають ті фактори середовища, які визначають рівень плодючості шкідника – умови тепло- і вологозабезпеченості. Вивчення впливу тепло – та вологозабезпеченості на розвиток лугового метелика дозволило отримати

кількісні зв'язки стану популяцій метелика з показниками цих величин. Ці зв'язки дозволяють завчасно передбачати тенденцію зміни популяцій лугового метелика у наступному році або сезоні.

Кількісні зв'язки стану популяцій шкідника з метеорологічними факторами дозволили І.Я. Полякову і його співавторам розробити логічну модель розвитку, розповсюдження і чисельності лугового метелика.

**Критерії розрахунку фази динаміки популяцій.** У динаміці популяцій лугового метелика виділяється 8 фаз: депресія, вихід із депресії, початок зростання чисельності, зростання чисельності, масове розмноження, пік чисельності, початок спаду і спад чисельності. Фази шкідника розрізняються за відсотком заселення, щільності гусені (середньої та максимальної), масою тіла лялечок, відсотку лялечок з масою тіла менше 30 мг, кількістю паразитованої і хворої гусені. Середня кількість цих показників на різних фазах динаміки популяцій лугового метелика у табл. 26. Фазовий стан популяцій лугового метелика формується переважно під впливом погодних умов в основні критичні періоди його життєвого циклу.

Перший період – період живлення гусені. Основним фактором в цей період є температура повітря, яка визначає швидкість розвитку, активність живлення та ін. Найсприятливіші умови складаються при температурі повітря 19° С. За меншої температури зменшується інтенсивність накопичення жирових відкладень, збільшується відсоток хворої гусені і частина популяції впадає в діапаузу. Температура повітря 16° С є екстремальною, при такій температурі розвиток жирової тканини не відбувається і гусінь гине. Високі температури повітря (вище 25° С) зменшують активність живлення шкідника, що призводить до зменшення його чисельності.

Другий період – лялькування. Інтенсивність проходження процесів обміну на цій стадії залежить від температури і вологості повітря. Тому за показник умов розвитку на цій стадії прийнято гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова (ГТК). Несприятливі умови для лялькування складаються при ГТК менше 0,9, екстремальні значення ГТК менше 0,5, оптимальні – у межах 1 – 2.

Третій період – період вильоту метеликів та відкладення яєць. Поодиначий виліт починається при переході температури повітря через 15° С, масовий – при 17 – 18° С. Інтенсивність льоту покоління. Яке перезимувало, залежить від ГТК за період лялькування та рівня температури в період масового льоту метеликів. Оптимальні умови у третій період складаються при ГТК = 0,9 і температурі повітря 19° С. Нестійка погода з поверненням холодів затримує виліт метеликів на 1,5 місяця.

Четвертий період – підготовка популяції до зимівлі. Для цього періоду важлива кількість тепла, яке накопичується за період від масового льоту

Таблиця 26 – Кількісна характеристика стану популяцій лугового метелика на різних фазах їх динаміки

Фаза динаміки	Площа розповсюдження (% від обстеженої)			Щільність гусені		Маса тіла лялечок		Загибель від хвороб і паразитів
	середня по регіону	багаторічні трави	пропашні і овочеві	середня	максимальна	середня	% з масою менше 30 мг	
Депресія	Менше 10	5 – 15	менше 5	менше 0,5	10 – 20	25 – 30	більше 50	40 – 50
Вихід із депресії	10 – 20	20 – 25	5 – 10	0,5 – 1,0	20 – 50 до 100	–	–	–
Початок зростання чисельності	20 – 40	30 – 40	20 – 30	1 – 10	200 – 400	30 – 35	30 – 40	30 – 40
Зростання чисельності	40 – 60	40 – 50	30 - 40	5 – 10 – 20	300 – 500	35 – 40	20 – 30	20 – 30
Масове розпліднення	Більше 60	Більше 50	більше 40	10 – 30	500 – 700 і більше	35 – 40	менше 20	менше 20
Пік чисельності	40 – 60	40 – 50	40 - 50	15 – 25	200 – 400	25 – 30	40 – 50	30 – 40
Початок спаду чисельності	20 – 40	30 – 40	20 – 30	1 – 5	100 - 200	30 – 35	30 – 40	30 – 40
Спад чисельності	10 – 20	10 – 20	10 – 20	0,1 – 1,0	20 – 50	25 – 30	40 – 50	30 – 40

метеликів останньої генерації до припинення живлення гусені, яке спостерігається при стійкому переході температури повітря через 12° С в сторону її зниження. За суми температур 240 – 380° С шкідник закінчує розвиток в стадії гусені 5 віку, яка утворила кокон і сприятливо перезимує. При сумі температур 190 – 220° С гусінь не встигає утворити кокон, що підвищує імовірність її загибелі.

**Алгоритм розрахунку фази динаміки популяції та його інформаційне забезпечення**

Основою розрахунків розповсюдження шкідника є встановлення восени фази динаміки популяції, яка складається на кінець вегетаційного сезону. Фаза динаміки популяції визначається за показниками початкового стану популяції лугового метелика та агрометеорологічних предикторів, які впливають на чисельність та віковий склад популяції.

Початковий стан популяції розраховується за значеннями агрометеорологічних показників попередніх критичних періодів, або за фактичними даними розповсюдження шкідника.

Розрахунки агрометеорологічних показників виконуються за фенологічними періодами розвитку шкідника (рис. 6).

Після визначення початкового стану популяції розраховується середня температура періоду живлення гусені, ГТК періоду лялькування та льоту метеликів останньої генерації та суму ефективних температур за період від початку масового льоту метеликів останнього покоління до стійкого переходу температури повітря через 12°С (розрахунки краще виконувати у табл. 27).

Таблиця 27 – Розрахунок фази динаміки популяцій лугового метелика

№ п/п	Показники	Інформація
1	Площа полів, зайнята шкідником (у % від обстеженої) – в середньому по регіону – на багаторічних травах – на пропашних і овочевих культурах	Польові обстеження  Те ж Те ж
2	Чисельність гусені, екзмпляр/м <sup>2</sup> – середня – максимальна (у місцях розповсюдження)	Те ж Те ж
3	Зараженість гусені, % - паразитами - патогенами	Те ж  Те ж
4	Маса тіла лялечок, мг	Результати аналізу ґрунтових проб
5	Відсоток лялечок з масою тіла менше 30 мг	Те ж

Продовження табл. 27		
6	Терміни початку масового відродження гусені	Розраховується за метеоданими
7	Терміни початку масового лялькування	Те ж
8	Середня температура періоду живлення гусені	Те ж
9	Терміни початку масового льоту метеликів	Те ж
10	ГТК періоду лялькування	Те ж
11	Терміни початку масового льоту метеликів	Те ж
12	ГТК періоду масового льоту метеликів	Те ж
13	Дата стійкого переходу температури повітря через 12°C восени	Те ж
14	Сума ефективних температур за період від масового льоту метеликів до переходу температури повітря через 12° С	Те ж



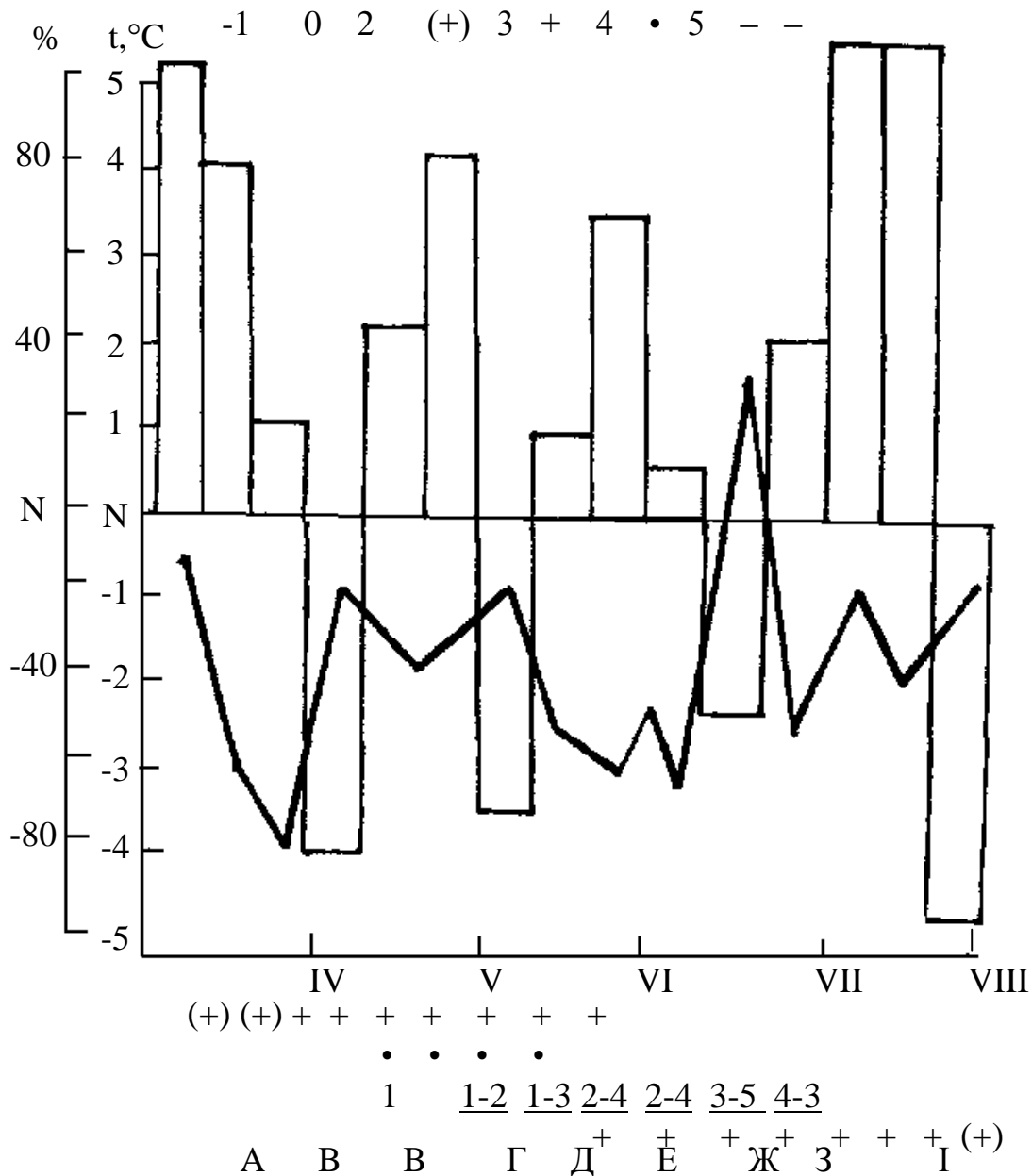


Рис. 6 - Феноклімограма за Уджарським

- 1- відхилення від норми середньо декадної температури;
- 2- відхилення від норми суми опадів за декаду, %;
- 3- імаго зимуюче; 4- те ж саме, що перезимувало, 5- яйце; 6 – личинка (з указанням віку); А – сівба, Б – сходи, В- кушіння, Г-вихід у трубку, Д- колосіння, Е- молочна стиглість, Ж – воскова стиглість, З – повна стиглість, І – збирання, Н - норма

За сукупністю перелічених показників робиться висновок про імовірні зміни стану популяції на кінець вегетаційного сезону та її чисельності у наступному році. Розрахунки виконуються для кожного покоління окремо. Плодючість самок лугового метелика визначається за допомогою рис. 6. Фазу динаміки лугового метелика у першому поколінні

уточнюють у відповідності із значенням ГТК за період лялькування та температури періоду масового льоту метеликів покоління, яке перезимувало. Для прогнозу рівня чисельності гусені другого покоління використовується значення ГТК періоду лялькування і льоту метеликів першої генерації.

Перелік необхідної інформації для проведення розрахунків наводиться у табл. 28.

Таблиця 28 – Уточнення розрахунку фаз динаміки лугового метелика (за показниками весни і літа прогнозованого року)

№ п/п	Показники	Інформація
	Для першого покоління	
1.	Дата переходу середньої температури повітря через 12°C восени	Розраховується за метеорологічними даними
2.	Терміни початку льоту метеликів, які перезимували	Те ж
3.	Розраховується ГТК періоду лялькування покоління, яке перезимувало	Те ж
4.	Терміни початку масового відродження гусені першого покоління	Те ж
5.	Середня температура періоду льоту метеликів покоління, яке перезимувало	Те ж
Для другого покоління		
1.	Терміни початку масового лялькування гусені першого покоління	Розраховується за метеоданими та уточнюється за польовими обстеженнями
2.	Терміни початку льоту метеликів першого покоління	Те ж
3.	Середня температура повітря періоду живлення гусені першого покоління	Те ж
4.	ГТК періоду лялькування першого покоління	Те ж
5.	Терміни початку відродження гусені другого покоління	Те ж
6.	ГТК періоду льоту метеликів першого покоління	Те ж



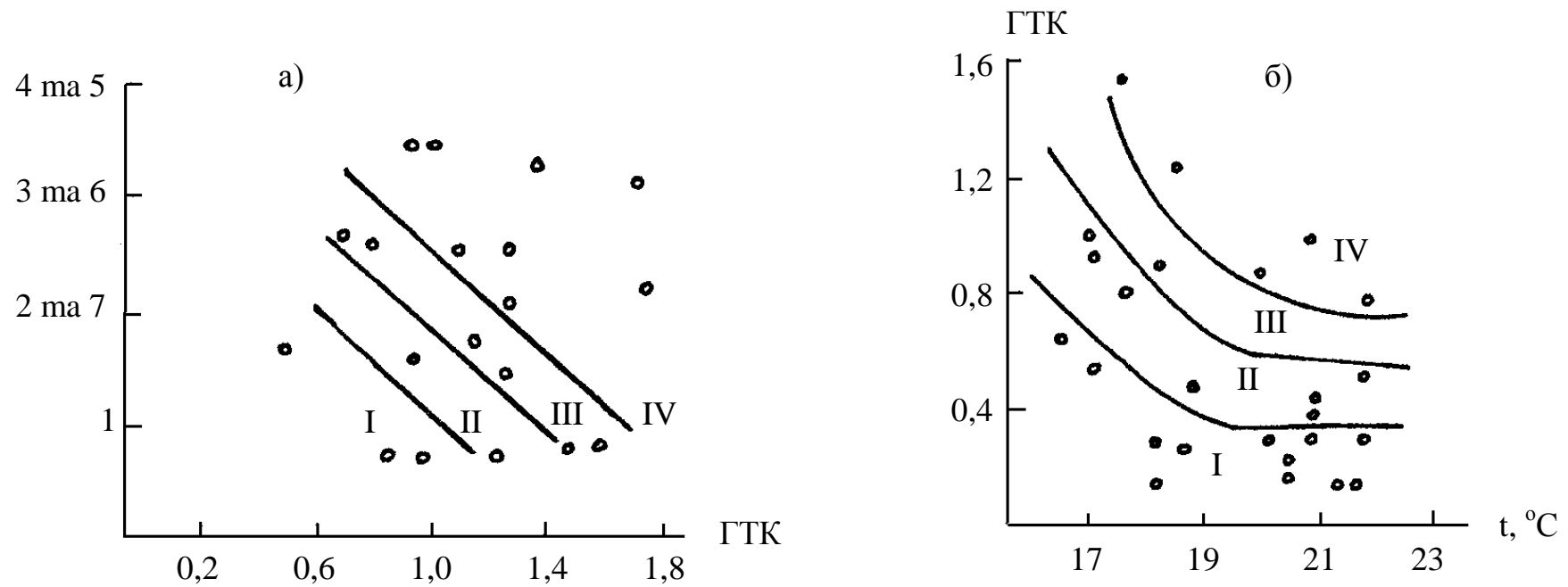


Рис. 7 – Плодючість самок лугового метелика залежно від умов середовища.

Кількість сформованих яєць, шт.: I – < 50; II – 50 - 100; III – 100 - 150; IV – >150.

Фаза динаміки чисельності: 1 – депресія; 2 – вихід з депресії; 3 – початок підйому; 4 – підйом; 5 – масове розмноження; 6 – початок спаду; 7 – спад. Маса тіла лялечок, мг: А – < 30; Б – > 30.

З метою співставлення різних показників розрахунків популяції лугового метелика використовується балова оцінка (табл. 29).

Показники, що характеризують фактичне розселення та щільність популяції, оцінюються за п'ятибальною шкалою, фізіологічні ознаки і зараженість – за трибальною шкалою (табл. 29).

Таблиця 29 – Балова оцінка показників стану популяції лугового метелика

Показники	Кількісна характеристика показника	Балова оцінка
Площа, заселена гусінню (% від обстеженої)	Менше 10	1
	11 – 20	2
	21 – 40	3
	41 – 60	4
	Більше 60	5
Чисельність гусені, екз/м <sup>2</sup> , середня  Максимальна	Менше 1,0	1
	1,1 – 5,0	2
	5,1 – 10,0	3
	10,1 – 20,0	4
	Більше 20	5
	Менше 20	1
	21 – 50	2
	51 – 100	3
	101 – 300	4
	Більше 300	5
Середня маса тіла лялечок, мг	Менше 30	1
	30 – 35	2
	Більше 35	3
Відсоток лялечок з масою тіла менше 30 мг	Більше 40	1
	20 – 40	2
	Менше 20	3
Відсоток хворої гусені	Більше 40	1
	20 – 40	2
	Менше 40	3

При оцінці агрокліматичних показників враховується характер і міра їх впливу на формування фазового стану популяції. Фактори, які позитивно впливають, оцінюються зі знаком “+”; ті фактори, що викликають зменшення чисельності шкідника – зі знаком “-”. Розроблена шкала балової оцінки агрометеорологічних показників розвитку лугового метелика охоплює діапазон від -8 до +8 (табл. 30).

Отримані результати порівнюються із значеннями індексу попередніх розрахунків. Якщо оцінка вище попередньої, то вона характеризує тенденцію зростання чисельності, якщо ні – то навпаки.

Після визначення початкового стану популяції складається прогноз за агрометеорологічними показниками. Для цього використовується значення середньої температури та ГТК окремих критичних періодів.

Таблиця 30 – Балова оцінка оптимальних агрометеорологічних показників розвитку лугового метелика

Агрометеорологічні показники	Градації показників	Балова оцінка
Середня температура періоду розвитку гусені, °С	20,1 – 21,0	+4
	19,1 – 20,0 і 21,1 – 22,0	+2
	18,1 – 19,0 і вище 22	0
	17,1 – 18,0	-2
	Нижче 17,0	-4
ГТК періоду лялькування	0,9 – 1,0	+2
	0,6 – 0,8 і більше 2	-2
	0,5 і менше	-4
Середня температура періоду льоту метеликів	Вище 20,0	+8
	19,1 – 20,0	+4
	18,1 – 19,0	+2
	17,1 – 18,0	-4
	Нижче 17,0	-8
ГТК періоду масового льоту метеликів	0,9 – 1,1	+2
	1,2 – 1,7	+4
	1,8 – 2,0	0
	0,7 – 0,8 і 2,0 – 2,5	-2
	0,5 – 0,6 і більше 2,5	-4
Сума ефективних температур за період масовий літ метеликів останнього покоління – перехід температури повітря через 12 °С, °С	241 – 380	+4
	221 – 240	+2
	191 – 220 і 381 – 420	0
	150 – 190 і 421 – 450	-2
	менше 150 і більше 450	-4

Середні значення розраховуються за формулами:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{акт}}{N} T \quad , \quad (1.26)$$

$$ГТК = \frac{\sum P \cdot 10}{\sum T_{акт}} \quad , \quad (1.27)$$

де  $\sum T_{акт}$  – сума активних температур за період, в залежності від попередньої декади, °С;

$N$  – тривалість періоду, дні;

$\sum P$  – сума опадів за період, мм.

Дата переходу температури повітря через 12 °С (восени і навесні) розраховується за формулою:

$$D = \frac{(T - T_1) \cdot 10}{T_2 - T_1} \quad (1.28)$$

де  $D$  - кількість днів до переходу температури повітря через 12 °С,

$T$  – температура 12 °С,

$T_1$  – середня за декаду температура повітря нижче 12 °С,

$T_2$  – середня температура вище 12 °С.

Отриману при розрахунках кількість днів додають до 5, 15, 25 (в залежності від попередньої декади). Потім підраховується сумарна балова оцінка стану популяції лугового метелика (табл. 31).

Таблиця 31 – Сумарна балова оцінка стану популяції лугового метелика

Сумарна балова оцінка	Б поточне більше Б попереднього	Б поточне менше Б попереднього
Менше 12	Депресія	Депресія
12 – 16	Вихід із депресії	Спад чисельності
17 – 24	Початок збільшення чисельності	Початок зменшення чисельності
25 – 30	Зростання чисельності	Пік чисельності
Більше 30	Масове розпліднення	–

Для розрахунків визначаються агрометеорологічні показники розвитку другого та зимуючого покоління лугового метелика: середню температуру живлення гусені другого покоління, ГТК періоду лялькування другого покоління, ГТК періоду масового льоту метеликів другого покоління, суму ефективних температур за період льоту метеликів другого покоління до переходу температури повітря через 12 °С.

Їх значення розраховуються за липень – жовтень поточного року (приклад розрахунку у табл. 45). Отримані значення оцінюються у балах. Ці оцінки з відповідним знаком додають до сумарного індексу, який характеризував початковий стан популяції. При виконанні слід пам'ятати, що нижня межа оцінки не повинна бути нижче 8, а верхня – більше 34. Тому, якщо значення отримують вищі 34 або нижчі 8, то ставлять 34 і 8.

Для того, щоб визначити розповсюдження та чисельність шкідника гусені першого покоління лугового метелика, розраховується ГТК періоду лялькування і середня температура періоду масового льоту метеликів покоління, яке перезимувало. За дату початку лялькування приймається дата стійкого переходу температури повітря через 12 °С навесні. Значення цих елементів розраховують з квітня по червень, у південних районах при дуже ранній весні – з другої половини березня.

Після розрахунків фази динаміки лугового метелика і на його основі розробляються плани проведення захисних засобів. Засоби боротьби плануються окремо для кожної популяції.

Найбільш небезпечно перше покоління лугового метелика і на нього планують 60 – 70 % загального обсягу обробок за рік. Завжди складається два варіанти обсягу засобів боротьби і вибирається варіант в залежності від сприятливості погодних умов для розвитку шкідника.

## **1.10 Колорадський жук**

Колорадський жук відомий в багатьох країнах світу як шкідник картоплі та пасльонових культур. На Україні колорадський жук розповсюджений у всіх зонах і наносить значні збитки картоплеводам. За вегетаційний період дає 2 - 4 покоління. Особливо шкідливі дорослі жуки та личинки III та IV поколінь.

Зимує у фазі дорослого жука у гранті на глибині 10 - 50 см. Час виходу навесні дуже розтягнутий. Повний вихід збігається з установленням середньодобової температури близько 10 °С.

Період від виходу жуків з ґрунту до початку відкладання яєць (період зрілості) визначається з наведеного далі рівняння залежно від середньої за цей період температури повітря ( $t$ ) і строків виходу жука з ґрунту (різниця в годинах між максимальною довжиною дня 21 червня та довжиною дня на дату виходу жука з ґрунту ( $\Delta \tau$ )) :



$$y = 94,6 + 0,221 t^2 - 8,738 t + 4,15\Delta\tau, \quad S_y = \pm 3,4 \text{ дні} \quad (1.29)$$

Швидкість розвитку яєць, личинок і лялечок колорадського жука визначається в основному температурою повітря. Найсприятливіша температура для проходження цих фаз розвитку близько 20 - 26°C, при якій спостерігається найменша тривалість розвитку покоління – 29 днів.

Було встановлено, що залежність тривалості розвитку яєць, личинок та лялечок і в цілому всього весняного покоління характеризується рівнянням параболи другого порядку та може бути визначена за даними табл. 32.

Для зрілості жука літніх поколінь велике значення має не тільки температура повітря ( $t$ ), а й тривалість світлового дня ( $\tau$ ). Для районів, де друге покоління шкідників має для сільського господарства велике значення (Південь України, Молдова, Північний Кавказ), для розрахунку дати зрілості жуків В.В. Вольвачем запропоновано рівняння:

$$y = 79,9 - 0,46 t - 0,062\tau, \quad (1.30)$$

Таблиця 32 – Рівняння зв'язку виду  $y=at^2-bt+c$  та його статистичні характеристики для основних фаз і періодів розвитку колорадського жука

Фази і періоди розвитку	Коефіцієнти рівнянь зв'язку			R	$\pm S_y$ , дні	Температура, °C
	a	b	c			
Яйцекладка ( $O_v$ )	0,109	-4,92	61,4	0,80	1,9	12-26
Личинки ( $L_1-L_4$ )	0,135	-6,51	918	0,78	2,7	13-25
Лялечки (P)	0,188	-8,96	117,6	0,95	2,8	13-25
Від яйцекладки до:						
$L_2=(O_v - L_2)$	0,171	-7,68	95,3	0,80	2,4	13-25
$L_3=(O_v - L_3)$	0,204	-9,09	113,3	0,80	2,7	14-25
$L_4=(O_v - L_4)$	0,213	-9,77	126,6	0,80	3,1	14-25
$P_p=(O_v - P_p)$	0,470	-20,20	236,8	0,84	3,2	14-25
$I_m=(O_v - I_m)$	0,378	-18,54	253,7	0,92	4,0	14-25

R – коефіцієнт множинної регресії.

Багаторічні спостереження показали, що масовий вихід жуків, які перезимували, збігається з датами першого відкладання яєць. Масове відродження личинок II покоління збігається з датою відродження перших личинок IV покоління. Період появи перших личинок III покоління є найсприятливішим для хімічної обробки посівів.

Важливим показником міри сприятливості умов існування і розвитку шкідника є кількість жуків, яка відображає протилежні процеси в популяціях (розмноження та загибель особин).

В.В. Вольвачем запропоновано екологічний коефіцієнт розмноження  $K$ , який відображає зв'язок чисельності колорадського жука з метеорологічними умовами:

$$K = \frac{\sum_{a}^b P_{\partial}(x_i)[100 - \mu_1(c_i)] \cdot [100 - \mu_2(z_i)]}{100}, \quad (1.31)$$

де  $P_{\partial}(x_i)$  – величина продуктивної плідності (сума яєць на одну самку);

межі  $a$  та  $b$  – відповідно початок і кінець фази відкладання яєць;

$\mu_1$  – відсоток загибелі особин за період активної життєдіяльності ( $O_v - I_m$ );  $\mu_2$  – процент загибелі особин за період зимівлі;

$x_i, c_i, z_i$  – характеристики, що відображають вплив метеорологічних умов;

$\lambda$  – статевий індекс, який показує співвідношення статей у популяції.

$$P_{\partial}(x_i) = 4,87t + 15,7\tau - 4,771\tau^2 - 131,3, \quad (1.32)$$

де  $t$  – температура повітря за  $i$ -ту декаду;

$\tau$  – тривалість дня на початок  $i$ -ї декади, визначається із табл.33.

$$\mu_1 = 34,54 \ln Q + 20 \ln P - 141,0, \quad (1.33)$$

де  $Q$  – осереднена тривалість повної генерації;

$P$  – сума опадів за осереднений період ( $O_v - Y_m$ ).

$$\mu_2 = 74 - 5,6(t - 17,3), \quad (1.34)$$

де  $t$  – середня температура періоду додаткового живлення жуків, у межах від 14,0 до 20,5 °С.

Значення  $K=1,0$  вказує на те, що чисельність шкідників не змінилась і залишилась на тому самому рівні. Значення  $K > 0$  вказує на сприятливі умови для збільшення чисельності.  $K < 0$  вказує на несприятливі умови, які зменшують чисельність жука. Встановлено, що в районах, де середнє багаторічне значення  $K = 2,2 - 2,8$ , необхідних хімічних обробок потребує близько 25 % посівної площі картоплі.

Екологічний коефіцієнт розмноження розраховується за формулою (1.31). Плідність жука обчислюється подекадно за період від масового

відкладання яєць до дати переходу температури повітря через 12 °С восени. Сумарна плідність буде декадною сумою відкладених яєць. Замість формули можна користуватися номограмою.

Таблиця 33– Похил Сонця ( $h_0$ ) ( широта Одеси)

Дата	Місяць						
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень
1	4,4	15,0	22,0	23,1	18,2	8,4	-3,1
2	7,8	15,3	22,2	23,1	17,9	8,0	-3,5
3	5,2	15,6	22,3	23,0	17,6	7,7	-3,8
4	5,6	15,9	22,4	22,9	17,3	7,3	-4,2
5	6,0	16,2	22,5	22,8	17,1	6,9	-4,6
6	6,3	16,5	22,6	22,7	16,8	6,6	-5,0
7	6,7	16,7	22,7	22,6	16,5	6,2	-5,4
8	7,1	17,0	22,8	22,5	16,2	5,8	-5,8
9	7,5	17,3	22,9	22,4	16,0	5,4	-6,2
10	7,8	17,5	23,0	22,3	15,7	5,0	-6,5
11	8,2	17,8	23,1	22,2	15,4	4,7	-6,9
12	8,6	18,1	23,1	22,0	15,1	4,3	-7,3
13	8,9	18,3	23,2	21,9	14,8	3,9	-7,7
14	9,3	18,6	23,3	21,7	14,5	3,5	-8,0
15	9,7	18,8	23,3	21,6	14,2	3,1	-8,4
16	1,0	19,0	23,3	21,4	13,8	2,8	-8,8
17	10,4	19,3	23,4	21,3	13,5	2,4	-9,1
18	10,7	19,5	23,4	21,1	13,2	2,0	-9,5
19	11,1	19,7	23,4	20,9	12,9	1,6	-9,9
20	11,4	19,9	23,4	20,7	12,6	1,2	-10,2
21	11,8	20,1	23,4	20,5	12,2	0,8	-10,6
22	12,1	20,3	23,4	20,3	11,9	0,4	-11,0
23	12,4	20,5	23,4	20,1	11,6	0,1	-11,3
24	12,8	10,7	23,4	19,9	11,2	-0,3	-11,7
25	13,1	20,9	23,4	19,7	10,9	-0,7	-12,0
26	13,4	21,1	23,4	19,5	10,5	-1,1	-12,3
27	13,7	21,3	23,3	19,3	10,2	-1,5	-12,7
28	14,1	21,4	23,3	19,1	9,8	-1,9	-13,0
29	14,4	21,6	23,3	18,8	9,5	-2,3	-13,4
30	14,7	21,7	23,2	18,6	9,1	-2,7	-13,7
31		21,9		18,4	8,8		-14,0

Загибель колорадського жука за період його активного життя визначається з рівняння (1.33) або за номограмою (рис.б).

Для визначення з номограми величини  $\mu_1(O_v - I_m)$  опади розраховують так: спочатку визначають середню кількість опадів, які припадають на один день періоду від початку масового відкладання яєць до переходу

температури повітря через 12°C восени. Потім середньодобову кількість опадів множать на середню тривалість періоду розвитку генерації. Як показник загибелі жука за період зимівлі при розрахунках за середньо-багаторічними показниками приймається  $\mu_2 = 60 \%$ , що відповідає 80 % забезпеченості його загибелі.

Індекс, що відображає відношення кількості самців  $m$  і самок  $f$  у популяції:

$$\lambda = f / (m + f) \quad (1.35)$$

Згідно з літературними даними колорадському жуку відповідає співвідношення 1 : 1, тобто  $\lambda$  приймається рівним 0,5.

Розрахувати тривалість періоду зрілості жуків, окрім рівняння, в залежності від показників можна за табл. 34– 36.

Таблиця 34 – Залежність тривалості періоду зрілості жуків, що перезимували (дні), від температури  $t_{cp}$  та показника строку їх виходу  $\Delta\tau$

$\Delta\tau$	$t_{cp}, ^\circ\text{C}$							
	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	18	15	13	11	10	9	8	7
0,2	19	16	14	12	11	10	9	8
0,4	20	17	15	13	12	11	10	9
0,6	21	18	16	14	12	11	11	10
0,8	22	19	17	15	13	12	12	11
1,0	23	20	17	16	14	13	12	12
1,2	23	21	18	16	15	14	13	13
1,4	24	21	19	17	16	15	14	14
1,6	25	22	20	18	17	16	15	15
1,8	26	23	21	19	18	17	16	15
2,0	27	24	22	20	18	17	17	16
2,2	28	25	22	21	19	18	17	17
2,4	29	26	23	21	20	19	18	18
2,6	30	27	24	22	21	20	19	19

Таблиця 35 – Тривалість розвитку колорадського жука (дні) залежно від температури повітря

Фаза та період розвитку	Температура, °C													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Відкладання яєць $O_v$	18	16	14	12	11	9	8	7	7	6	6	6	6	6
Личинки $L_I - P_P$	-	30	27	25	22	20	18	17	16	15	14	13	13	13
Лялечки $P$	-	33	29	25	22	20	28	16	14	12	11	11	10	11
Від відкладання яєць до:														
$L_{II}(O_v - L_{II})$	-	25	21	19	16	14	12	11	10	10	9	9	10	10
$L_{III}(O_v - L_{III})$	-	-	26	23	20	18	16	14	13	12	12	12	12	13
$L_{IV}(O_v - L_{IV})$	-	-	33	28	25	22	20	18	17	16	15	15	14	15
$P_P(O_v - P_P)$	-	-	41	36	32	28	25	23	21	20	18	18	18	18
$I_m(O_v - I_m)$	-	-	69	60	53	48	44	40	36	33	31	30	29	29

Таблиця 36 – Залежність тривалості періоду зрілості жуків літньої генерації (дні) від температури  $t_{cp}$  та довжини дня  $\tau$

$\tau$ , ГОД	$t_{cp}$ , °C									
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
14,2	19	19	18	18	17	17	17	16	15	
14,5	18	18	17	17	16	16	15	15	14	
14,8	17	16	16	15	15	14	14	13	13	
15,2	15	15	14	14	13	13	13	12	12	
15,5	14	14	13	13	12	12	11	11	10	
15,8	13	12	12	11	11	10	10	9	9	
16,2	12	11	11	10	10	9	9	8	8	
16,5	10	10	9	9	8	8	7	7	6	
16,8	9	8	8	8	7	7	6	6	6	

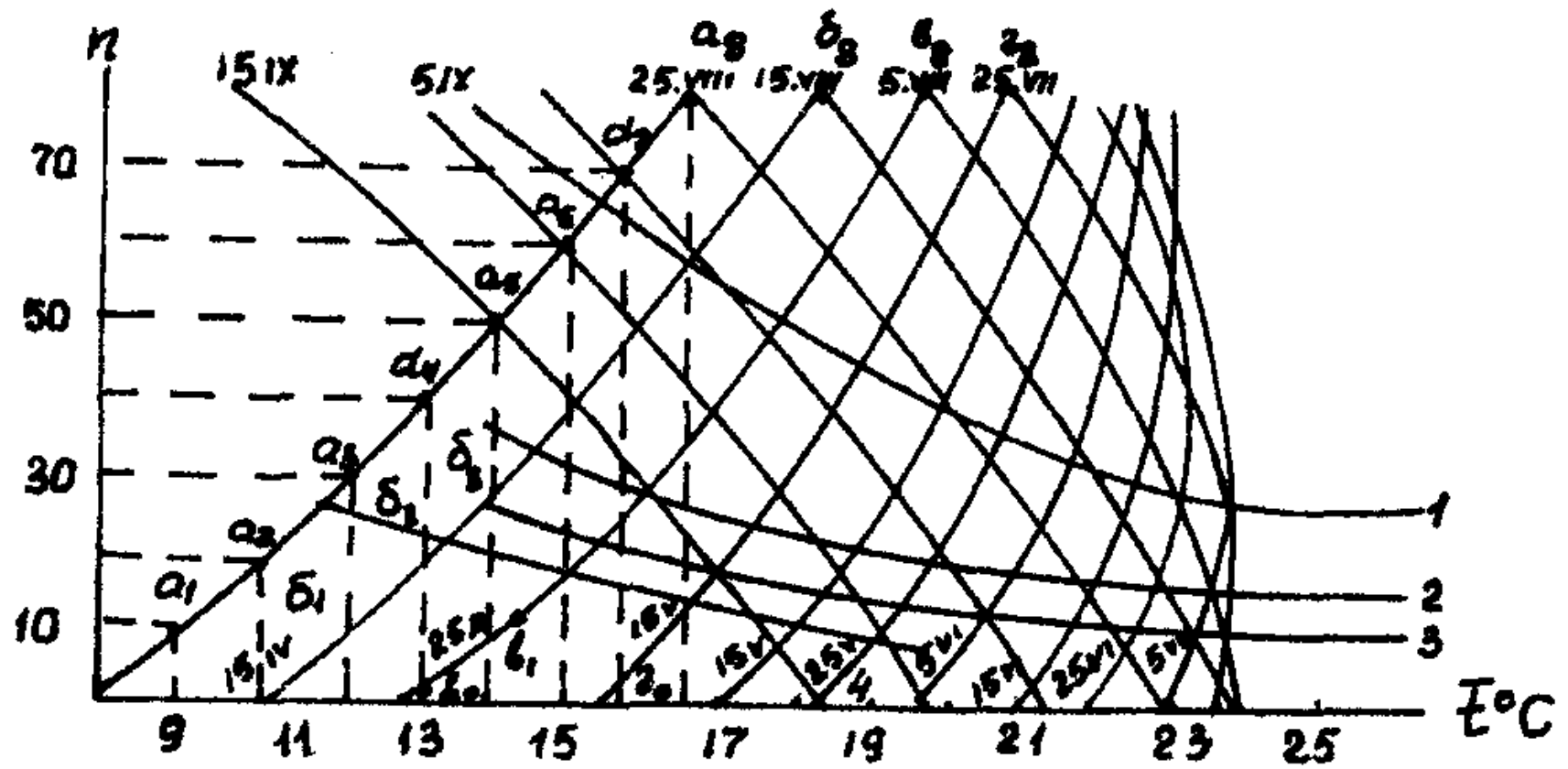


Рис. 6 - Термофенологічна номограма для ГМС Роздільна Одеської області: 1, 2, 3, 4 – температурні залежності для періодів розвитку відповідно  $O_v - L_{IV}$ ;  $O_v - V$ ;  $O_v - I_{m.l}$ ;  $I_{m.p} - O$ .

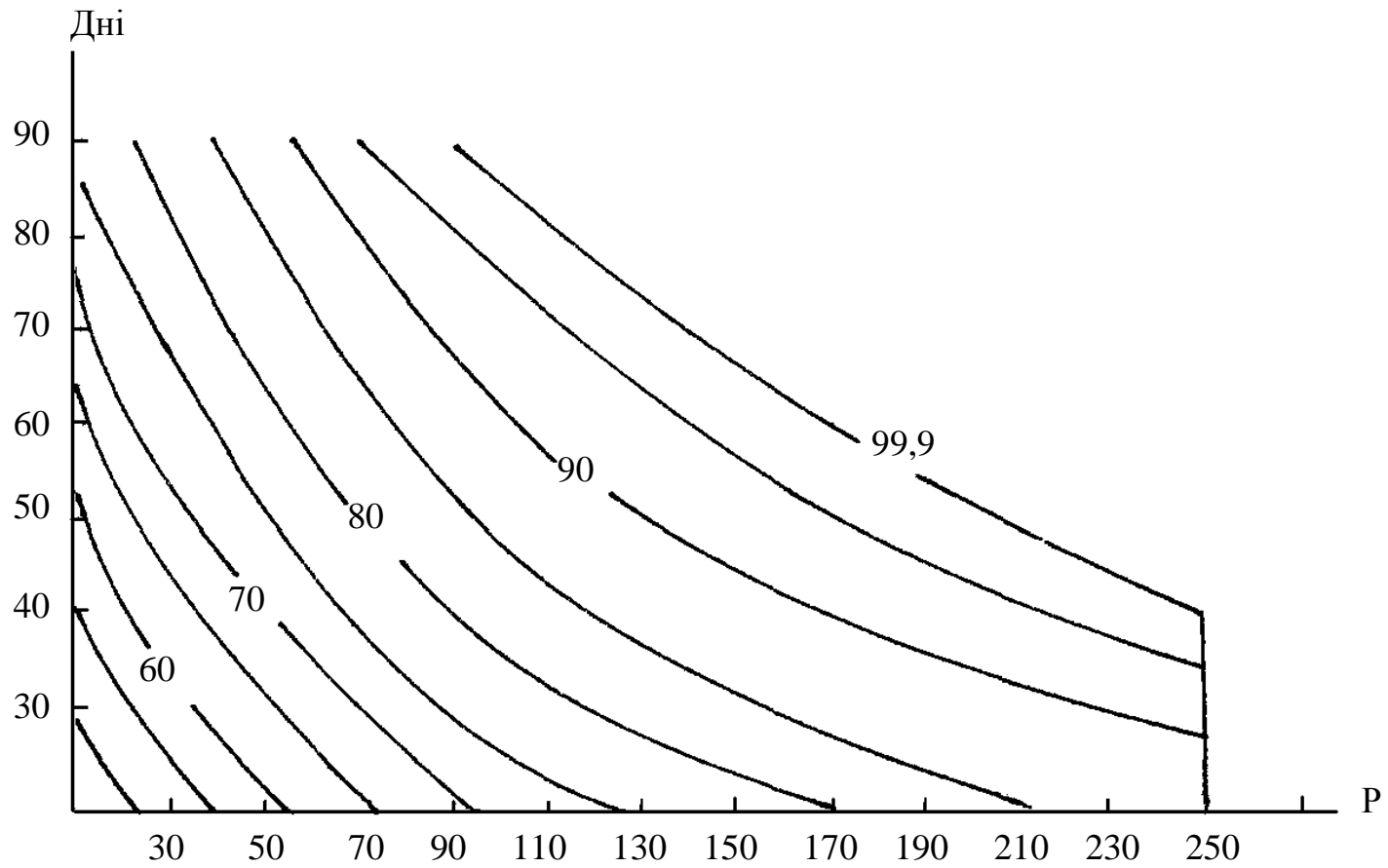


Рис. 7 – Загибель особин колорадського жука за період розвитку повної генерації (y) від сум опадів (x).

## **Прогноз строків розвитку колорадського жука для визначення оптимальних термінів проведення хімічного обробітку картоплі**

Дослідження В.В. Вольвача дозволили йому розробити метод прогнозу розвитку колорадського жука .

Для складання прогнозу термінів розвитку шкідника необхідна така інформація:

а – дата стійкого переходу середньої за добу температури повітря через  $10^{\circ}\text{C}$ ;

б – фактичні середні за добу і середні за декаду значення температури повітря;

в – прогноз температури повітря;

г – середні багаторічні значення температури повітря;

д – дати настання фаз розвитку картоплі;

ж – тривалість дня на широті агрометеорологічної станції.

При виконанні розрахунків спочатку визначається дата переходу температури повітря через  $10^{\circ}\text{C}$ . Потім визначається тривалість дня ( $n_1$ ) на дату стійкого переходу температури повітря через  $10^{\circ}\text{C}$ . Потім розраховується тривалість дня через 10 діб після переходу температури повітря через  $10^{\circ}\text{C}$  ( $n_2$ ). Тривалість дня визначається з таблиць сходу і заходу Сонця. Знаходиться різниця між першою та другою тривалістю дня ( $n_1 - n_2$ ). Після цього розраховується початок яйцекладки першими жуками, які перезимували. Для цього використовується рівняння (1.30).

Визначення термінів хімічної обробки посівів залежить від визначення початку періодів розвитку личинок другого та четвертого віку. Обробка проводиться в період коли у фазах розвитку личинок другого початку розвитку четвертого віку знаходиться найбільша кількість особин.

Для визначення терміну обробки за описаною вище схемою розраховується термін початку кладки яєць жуками масового терміну виходу. Прогнози масової появи личинок другого та четвертого віку та жуків літньої регенерації розраховуються за допомогою табл. 3б.

За допомогою табл. 3б визначається в кожному конкретному випадку термін складання прогнозу, який забезпечував би його декадну завчасність. Після складання прогнозу термінів початку масового відродження личинок другого віку за даними температури повітря за допомогою табл.3б встановлюється термін складання прогнозу початку масового розвитку личинок четвертого віку, який забезпечує його п'ятиденну завчасність. Розраховані терміни проведення хімічних обробок посівів будуть оптимальними для полів з ранніми та середніми строками висадки





## 2. Практична частина

2.1 **Задача 1. Розрахунок показників засухи.** Використовуючи значення метеорологічних величин табл. 37 розрахувати:

- початок і кінець засухи, тривалість у днях та дати кількісну її оцінку за показниками різних авторів – Г.Т. Селянінова (формула 1.2), Д.І. Шашко, (формула 1.4), Н.Н. Іванова (ф-ла 1.6);

- розрахувати

1 - значення випаровуваності за формулами Н.Н.Іванова та А.М. Алпатьєва (формули 1.7 та 1.8),

2 - випаровування (спрощене рівняння водного балансу  $E_{\phi} = (W_1 + r) - W_2$ ), в якій  $E_{\phi}$  – сумарне випаровування,  $W_1$ -запаси продуктивної вологи на початок розрахунку у шарі 0-100 см,  $W_2$  – запаси продуктивної вологи на кінець періоду,  $r$  – сума опадів за період ).

3 - ГТК - формула 1.2;

4 -  $Md$  – формула 1.4.

Побудувати графіки ходу суми опадів, випаровування, випаровуваності, ГТК та  $Md$ ;

- розрахувати показники засухи Є.С. Уланової (ф-ла 1.5 та табл. 3), О.І. Руденко і оцінити міру задушливості (табл. 4);

- провести аналіз отриманих результатів, та скласти текст.

## 2.2 **Задача 2. Розрахунок показників суховійності.**

- За даними табл. 38 розрахувати показники суховіїв за критеріями Н.К. Софотерова: для цього підрахувати: кількість днів з максимальною температурою повітря вище  $30^{\circ}\text{C}$ , дефіцитом насичення повітря вологою 24 мм і більше;

- розрахувати показники суховію за критерієм М.С. Кулика. Для цього підрахувати кількість днів з відносною вологістю 30 %, температурою повітря о 13 годині  $25^{\circ}\text{C}$  і вище, та швидкістю вітру більше 5 м/с;

- визначити суховійні дні за критерієм Г.Т.Селянінова. Для цього розрахувати щоденну випаровуваність (формула 1.7) і підрахувати кількість днів з випаровуваністю 8 мм і більше;

- розрахувати кількість суховійних днів за критерієм О.А. Цубербіллер. Для цього підрахувати показники, які наведені в табл.5 (випаровування, дефіцит насичення о 13 год, запаси продуктивної вологи).

- скласти текст, в якому провести порівнювальну оцінку суховіїв та їх вплив на зернові культури.

### 2.3 Задача 3. Розрахунок показників перезволоження.

- За даними табл. 39 розрахувати показники перезволоження впродовж вегетаційного періоду озимої пшениці та ярого ячменю;
- визначити вплив вологості ґрунту на величину врожаю зерна в різні періоди розвитку озимої пшениці, використовуючи таблицю 7.
- розрахувати за сумою опадів зменшення маси зерна після наступу повної стиглості озимої пшениці і ярого ячменю (табл. 8);
- розрахувати можливість проростання зерна за сумою ефективних температур. Для цього від дати повної стиглості підрахувати суму ефективних температур, необхідну для проростання зерна і визначити дату початку проростання;
- розрахувати кількість пророслого зерна за сумою опадів.
- скласти текст, в якому надати характеристику впливу умов перезволоження на стан ярої пшениці (табл. 9).

### 2.4 Задача 4. Розрахунок виникнення заморозків.

- За даними табл. 40 розрахувати імовірність виникнення заморозку різними методами Броунова, Михалевського (формули 1.11, 1.12), Меджитова (формули 1.13, 1.14).;
- до визначених різними методами величин очікуваного мінімуму температури внести поправки на характери підстильної поверхні за табл. 41.

Таблиця 41 – Імовірність настання заморозків і зміна їх інтенсивності в залежності від місця положення

Місцеположення	Імовірність заморозку (%)	Зміна інтенсивності заморозку (°C)
Вершини і верхні частини схилів	- 30	Біля + 2
Долини в горбистій місцевості	+20	-1,5, - 2
Долини в горах	+ 30	- 2
Улоговини	+ 40	-4, - 6
Галявини	+ 30	Біля – 2
Острови та узбережжя	- 35	+ 2
Міста	- 20	+2, + 3

- провести порівняння величин очікуваного мінімуму температури повітря та поверхні ґрунту, одержаних за різними методами;
- скласти текст.

## **2.5 Задача 5. Розрахунок показників умов перезимівлі.**

1) За даними табл.42 розрахувати витрати цукру в другу половину зими (табл. 21), визначити період голодування рослин. Тривалість голодування рослин визначається як тривалість періоду від дати закінчення витрат цукру до переходу температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$ .

2) визначити мінімальну температуру ґрунту на глибині вузла кушіння озимих культур за даними мінімальної температури повітря, висоти снігу і глибини промерзання за методами О.М. Шульгіна (рис.2), В.М. Лічикакі (табл. 16) та В.О., Мойсейчик (формула (1.15)).

3) визначити критичну температуру вимерзання озимих культур за методом В.М. Лічикакі. В.М. Лічикакі були встановлені статистичні залежності критичної температури вимерзання ( $T_{кр}$ ) від середньої із мінімальних температур ґрунту ( $t_3$ ) на глибині вузла кушіння за період від переходу її через  $0^{\circ}\text{C}$  восени до дати визначення критичної температури вимерзання (ф-ла 1.16, рис. 3). Розрахунки виконувати в табл. 43.

Для слабкорозвинених і перерослих рослин пропонується визначену температуру підвищити на  $2...3^{\circ}\text{C}$ ;

- внести поправки до значень критичної температури на максимальну температуру повітря в період відлиг, використовуючи табл.18;

- використовуючи отримані результати, визначити декади, в які можливе вимерзання шляхом порівняння критичної температури вимерзання з мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кушіння;

- розрахувати коефіцієнт морозонебезпечності, формула 1.5;

- за значеннями коефіцієнта морозонебезпечності визначити площі (у %) загибелі різних озимих культур, використовуючи табл. 19;

- визначити вимерзання озимих за методом В.О. Мойсейчик (табл. 44)

- визначити пошкодження озимих культур льодовою кіркою (табл. 20);

4) визначити кількість декад з висотою снігу більше 30 см, використовуючи рис.4; дати оцінку умов перезимівлі за кількістю декад з висотою снігу більше 30 см.

## **2.6 Задача 6. Розрахувати загибель озимих від вимокання.**

- визначити загибель озимих культур від вимокання, для цього необхідно встановити тривалість затоплення рослин водою: Тривалість періоду затоплення рослин водою підраховується як кількість днів з моменту переходу температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$  до дати повного відтанення ґрунту, або за рівняннями 1.21 та 1.22. Потім розраховується

температура талої води за даними середньої температури повітря за формулою 1.23. Розрахунки виконуються за табл. 45;

- визначається зрідженість посівів від вимокання та площа зрідженості за формулами 1.20 та 1.24;

- скласти текст.

**2.7 Задача 7. Розрахувати імовірність полягання ярого ячменю та озимої пшениці за даними табл. 46.**

Для цього розрахувати:

- середню температуру за період вихід у трубку-колосіння. Визначається як середнє арифметичне.

- визначити міру полягання посівів ячменю за інтенсивністю: слабе, середнє, сильне за висотою та густотою рослин, використовуючи табл. 24 та 25.

**2.8 Задача 8. Виконати розрахунки для визначення появи і плідності метелика ( табл.. 47).**

а) Провести аналіз часу настання окремих фаз розвитку лугового метелика та охарактеризувати термічні умови (середня температура, сума ефективних температур  $>12^{\circ}\text{C}$ ) та умови зволоження (суми опадів, ГТК) у різні міжфазні періоди. При цьому слід звернути увагу на фази імаго, гусені III та IV покоління. Порівняти одержані дані з середніми багаторічними.

Побудувати графіки залежності тривалості окремих міжфазних періодів від температури.

б) Встановити час вильоту метеликів, що перезимували, за рівнянням.

в) Визначити час настання окремих фаз розвитку лугового метелика в поточному році. Для цього побудувати термофенологічну номограму, де визначається з однієї сторони термічні умови місцевості, з другої – темпи розвитку шкідників у зв'язку з температурою. На графіку на горизонтальній осі координат наносяться значення температури повітря, на вертикальній – тривалість періоду у днях: масштаб: гор. 1 см –  $1^{\circ}\text{C}$ , верт. 1 см – 10 днів. Оскільки температурно-фенологічна номограма дає середню багаторічну характеристику строків появи шкідників, необхідно визначити дату появи лугового метелика, його шкідливої фази та її тривалість у поточному році. Для цього визначається відхилення температури повітря поточного року від норми  $\Delta t$  і паралельно відповідній температурній кривій проводиться лінія до перетину з кривою розвитку лугового метелика. Визначити можливе число поколінь лугового метелика.

г) Побудувати біоклімограму лугового метелика, використовуючи дані: середні багаторічні та поточного року на одному рисунку. На вертикальній осі відкладають значення середньомісячних температур, на

горизонтальній – кількість опадів за даний період. Точки перетину цих показників з'єднують лініями, що позначають фазу розвитку шкідника: пунктиром або крапками (- - - , ..... ) – фазу яйця, суцільною лінією (\_\_\_) – личинку, кружками (ooo) – лялечку, хрестиками (+++) – імаго.

У точці перетину позначити цифрами місяць, а поруч для порівняння дріб: у чисельнику – температура, у знаменнику – опади.

Визначити на скільки і в який бік відхиляються метеорологічні показники поточного року і від їх середньо-багаторічних значень.

ж) За відповідними графічними залежностями визначити ступінь плідності лугового метелика (кількість сформованих яєць) залежно від гідротермічних умов під час його живлення та лялькування.

### **2.9. Задача 9. Розрахувати появу і плідність колорадського жука.**

а) Розрахувати дату виходу з ґрунту перших колорадських жуків шляхом визначення дати стійкого переходу температури повітря через 10 °С, яка встановлюється загально прийнятим способом – за сумою позитивних і від'ємних відхилень температури від даної межі, тобто від 10 °С.

б) Визначити: дати відкладання яєць, появи личинок і лялечок, тривалість міжфазних періодів.

Визначення строків розвитку личинок II та III поколінь слід починати через 5-6 днів після дати початку відкладання яєць, IV покоління – через 10 днів, якщо рівень температури не нижче 17 °С, та після 20 днів, якщо вона нижче цієї межі; період стиглості жука літньої генерації і дату їх першого відкладання яєць взяти з табл.33; дати настання фаз розвитку II покоління;

в) Навести такі самі розрахунки за термофенологічною номограмою.

На побудовану температурну сітку нанести криві, що описують залежність швидкості розвитку колорадського жука від температури. Останні розраховуються з допомогою рівнянь (табл.32) або визначити також показники для другого та наступних поколінь і на підставі проведених обчислень визначити можливу кількість поколінь шкідника.

г) Визначити екологічний коефіцієнт розмноження  $K$  за формулою (4.6) Плідність жука обчислити подекадно за період від масового відкладення яєць до дати переходу температури повітря через 12<sup>0</sup>С восени. Сумарна плідність буде декадною сумою відкладених яєць. Замість формули можна користуватися номограмою (рис. 6).

Загибель колорадського жука за період його активної життєдіяльності визначається з рівняння 1.33, або номограми (рис. 6).

Для визначення з номограми величини  $\mu_1(O_v - I_m)$  опади розраховуються так: спочатку визначають середню кількість опадів, які припадають на один день періоду від початку масового відкладання яєць

до переходу температури повітря через 12 °С восени. Потім середньодобову кількість опадів помножують на середню тривалість періоду розвитку генерації. За показник загибелі жука за період зимівлі при розрахунках за середньобогаторічними показниками приймається  $\mu_2 = 60\%$ , що відповідає 80% забезпеченості його загибелі.

Індекс, що відображає відношення кількості самців  $m$  і самок  $f$  визначається з формули.

- д) На підставі виконаної роботи визначити дати та період (дні) обробки полів.

Таблиця 37 - Агрометеорологічна інформація для розрахунку умов засушливості (ст. Снігірівка)

Значення метеорологічних величин	Місяці і декади																	
	березень			Квітень			Травень			Червень			липень			серпень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Середня температура повітря, °С	0	2,5	4,6	7,4	9,4	10,9	14,3	17,0	18,0	20,3	20,6	21,0	23,5	25,0	24,7	24,1	22,0	21
$\sum t_{\text{акт}}$																		
$\sum t_{\text{ефф}}$ вище 10°С																		
Сума опадів за декаду, мм	10	12	4	37	6	11	45	16	11	8	0	3	1	7	12	4	0	0
Середній дефіцит насичення, мм	2	3	4	1	3	2	2	3	5	9	10	9	10	8	7	12	13	13
Відносна вологість повітря, %	86	70	68	72	64	56	52	48	47	50	44	42	50	54	58			
ГТК																		
Запаси продуктивної вологи в шарі 0 - 20 см	-	52	48	35	31	20	16	12	10	7	6	4	0	0	4	-	-	-
Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см	-	15 0	14 8	13 4	12 9	110	90	69	62	52	40	28	23	15	10			
$E_{\text{факт.}}$																		
$E_0$ (метод Алпатьяєва)																		
$E_0$ (метод Іванова)																		
Вологозабезпеченість (V), %																		
$M_d$																		



Продовження табл.37											
Фази розвитку ярого ячменю		Сівба	Сходи	3-й лист	Вих. у трубку	Колосіння	Молочна стиглість.	Воскова стигл.	Повна стиглість	Збирання	
ти настання фаз розвитку		23/03	6/04	23/04	6/05	23/05	8/06	20/06	26/06	1/07	
К ( за Улановою)											
Задущливість за М.С.Куликом											
Задущливість за О.І.Руденком											

Таблиця 38 – Початкові дані для розрахунків показників суховіїв. Ст. Вознесенськ. 2010 р.

Возне- сенськ	Д а т и (перша половина місяця)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Місяці	Середня за добу температура повітря, °С														
Квітень	3.1	4.8	4.6	5.3	5.0	6.2	6.1	7.8	6.9	8.7	9.1	11.7	12.7	12.6	7.8
Травень	10	11.6	10.2	11.2	11.0	12.3	12.0	11.8	13.2	12.6	13.7	14.8	11.9	13.0	14.8
Червень	20	21	21	20	22	22.5	23.3	24.1	26.2	25.8	25.5	20	26.3	28.3	28.3
Липень	23	21	22	23.4	29.4	27.3	26.3	29.5	28.4	26.3	25.4	24.5	25.8	25.6	24.3
Д а т и ( друга половина місяця)															
Дати	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 31
Квітень	7.9	7.2	4.8	7.9	7.3	7.0	9.0	9.6	11.8	9.7	9.7	11.2	10.2	11.6	8.0
Травень	17.0	16.8	16.0	16.7	17.1	17.5	16.4	15.1	15.6	13.8	16.8	18.6	19.0	19.1	20 21.5
Червень	18.3	17.6	19.8	20	21.2	22	22	24.5	26.1	22.6	23.4	21.2	21.7	25.	25 25.5
Липень	24.8	25.0	25.8	25.1	26.1	25.8	25.0	24.1	23	24.1	25.8	26.1	25.8	24.8	24.1 24.0
Середньодобова відносна вологість, % ( перша половина місяця)															
Дати	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Квітень	80	82	78	77	70	64	82	85	85	64	63	62	74	75	67
Травень	63	71	63	84	75	65	47	53	66	55	60	37	40	45	46
Червень	72	64	73	70	60	50	48	40	32	36	34	32	30	64	58
Липень	36	38	44	50	58	54	62	68	58	60	62	57	53	46	38
Друга половина місяця															
Дати	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 31
Квітень	38	54	75	69	60	50	55	73	54	71	71	79	84	60	60 49
Травень	80	82	78	77	71	63	81	84	85	62	60	72	74	73	65
Червень	58	54	66	62	60	65	60	50	42	56	30	32	42	45	48
Липень	38	38	36	34	34	38	44	44	40	42		32	34	38	50 52
Максимальна температура повітря, ° С(перша половина місяця)															
Дати	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Квітень	3.7	7.5	6.9	7.3	10.4	10.6	10.6	11.2	15.8	13.5	19.4	19.4	19.0	10.6	10.6

Травень	16.5	21.0	16.6	20	19.4	16.8	16.1	15.8	16.3	16.2	16.1	17.0	18.3	15.5	17.0
Червень	24.3	23.8	25.1	26.4	25.1	26.3	27	28.9	30.1	30.0	31	31.3	32	32	21.2
Липень	26.2	26.5	27.2	27.0	22.8	26.3	23.2	26.2	25.3	28.4	28.8	31.4	33.4	32.3	31.4
Друга половина місяця															
Дати	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 31
Квітень	10.6	11.9	9.1	10.7	11.5	14.1	13.6	18.7	14.1	11.2	12.4	11.8	15.2	16.6	11.2 12.8
Травень	20.3	20.3	23	24	23	20.1	20	28	28	35	32	33.1	31.4	30.6	30.2 31.8
Червень	24.8	25.6	23.1	24.1	24.7	24.2	25.1	29.1	29	30.1	29.4	29	29.4	29	30.1
Липень	31	32.1	31.4	31.2	32	29.5	31.6	32.3	33.4	32.5	31.8	33.2	34.0	32.7	30.2 31.4
Дефіцит насичення повітря вологою о 13 годині, гПа (перша половина місяця)															
Дати	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13.	14	15
Квітень	2.3	2.4	1.9	1.1	2.4	4.4	5.8	4.4	3.7	3.0	4.7	11.2	13.3	6.2	6.4
Травень	2.5	3.0	2.8	5.2	4.9	2.6	2.2	1.4	2.6	4.5	4.8	6.0	3.8	3.5	3.6
Червень	6.8	6.6	8.3	7.6	11.8	15.1	15.2	15.4	17.0	17.6	16.2	12.0	12.3	16.6	10.0
Липень	20.0	19.9	17.0	16.2	15.4	14.8	13.2	11.0	14.0	10.1	13.6	15.2	16.0	17.5	17.8
Друга половина місяця															
Дати	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 31
Квітень	5.7	7.7	4.9	6.0	6.3	6.6	6.8	3.7	4.9	1.4	3.1	2.9	2.7	5.8	5.0
Травень	4.2	4.8	6.8	7.3	5.2	4.6	6.8	7.3	7.5	8.7	8.6	8.0	7.2	7.9	8.8 10.6
Червень	12.3	16.6	16.0	16.8	12.6	12.0	13.0	14.4	14.6	15.2	17.0	18.3	19.3	20.0	19.6 18.6
Липень	15.2	15.8	16.2	17.1	16.6	17.1	17.1	18.3	18.8	18.2	19.6	19.0	15.6	14.0	13.8 13.6
Відносна вологість повітря о 13 годині, % Перша половина місяця)															
Дати	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Квітень	69	74	78	88	88	77	65	63	66	75	65	46	51	38	54
Травень	75	77	72	71	65	69	59	77	81	78	73	59	63	58	69
Червень	67	69	68.9	65	55	45	43	35	27	31	39	27	27	59	53
Липень	31	33	39	45	53	49	57	63	53	55	61	57	52	47	41 33
Відносна вологість друга половина місяця															
Дати	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 31

Квітень	46	51	38	54	97	76	50	55	74	69	88	75	86	87	64
Травень	70	62	61	49	47	40	50	55	53	57	51	47	46	45	41 45
Червень	49	61	57	55	60	55	45	37	31	25	27	37	41	43	35
Липень	31	33	29	29	33	39	35	39	37	27	29	29	33	45	47 49
Швидкість вітру в м/с о 13 годині - перша половина місяця															
Дати	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Квітень	6	2	5	3	4	5	5	6	3	4	5	5	5	4	10
Травень	1	3	1	15	5	3	3	7	15	15	5	5	3	1	0
Червень	3	3	9	3	5	7	1	7	1	7	1	0	1	1	15
Липень	5	5	3	1	7	15	10	10	5	3	5	0	5	3	5
Швидкість вітру в м,с за другу половину місяця															
Дати	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 31
Квітень	7	3	3	10	15	7	8	3	2	7	10	2	2	4	6
Травень	5	5	3	7	0	1	10	15	10	10	15	3	5	7	7 3
Червень	15	10	11	15	1	0	5	3	3	7	7	10	3	7	15 15
Липень	5	3	3	7	0	10	15	10	10	15	3	5	7	7	7 5
Розраховані показники суховійності															
Н.КСофотерова															
М.С. Кулика															
Г.Т.Селянинова															
О.А.Цубербіллі р															
Запаси продуктивної вологи під ярою пшеницею,мм															
	3-я декада квітня – 29 мм	перша декада травня -26	2-а декада травня – 16 мм	3- декада травня - 10 мм	1-а декада червня – 10 мм	2-а декада червня – 6 мм	3-я декада червня – 3 мм	1-а дек. лип.-0 мм							
Фази ярої пшениці	сівба – 5 квітня	сходи – 21 квітня	кущіння – 21 травня	вихід у трубку – 12 травня	колосіння – 31 травня	молочна стиглість - 26 червня	воскова стиглість – 20 липня								

Таблиця 39 – Вихідні величини для розрахунку імовірності виникнення заморозків різними методами

№п/п	Станція	Широта місця	Дата	Температура повітря в строки				Темпера- тура на поверхні грунту	Відносна вологість повітря о 13 годині, %	Хмар- ність о 21 годині	Шви- кість вітру о 13 годині м/с	Ступінь зволо- ження грунту
				За сухим термометром			За змоченим термометром					
				13год	19год	21год	13год	13 год				
1	Могильов	54°	24.квіт- ня	3.1	2.2	1.6	1.3	2.0	75	9	5	Сухий
2	Біловодськ	49°	3 травня	2.6	1.9	0.4	1.8	1.8	72	3	5	Сухий
3	Яворів	50°	3 травня	6.9	5.12	2.0	3.8	4.6	76	2	3	Сухий
4.	Тушино	56°	13 травня	3.5	3.1	0.7	2.7	2.1	90	1	6	Зволоже- ний
5	Щорс	52°	9 травня	7.3	4.7	3.0	3.6	2.2	60	1	1	Зволоже- ний

Таблиця 41 - Розрахунок показників перезволоження

ст. Ромни. Фази розвитку ярого ячменю: сівба – 13 квітня, сходи – 3 травня, кущіння – 29 травня, вихід у трубку - 22 травня, колосіння 16 червня, молочна стиглість 3 липня, воскова стиглість - 3 серпня, повна стиглість – 15 серпня.

Фази розвитку озимої пшениці: відновлення вегетації – 5 квітня, вихід у трубку – 20 травня, колосіння – 16 червня, молочна стиглість – 28 червня, воскова стиглість – 15 липня, повна стиглість - 30 липня. Повна воломісткість у шарі 0-20 см - 55 мм; у шарі 0-100 см – 230 мм.

Метеорологічні елементи	М і с я ц і														
	Квітень			травень			червень			липень			серпень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура повітря, °С	5,4	6,3	7,8	9,1	11,6	15,4	16,8	17,2	15,6	18,1	17,6	19,0	20,4	19,2	18,1
Сума опадів, мм	35	43	51	42	32	51	46	42	54	43	56	42	26	37	25
Запаси продуктивної вологи в шарі 0-20 см, мм	53	56	52	44	34	38	50	46	64	64	68	62	50	46	46
У % ПВ															
В шарі 0 – 100 см, мм	230	236	250	237	211	210	201	198	196	176	185	176	170	170	172
У % ПВ															



Таблиця 42 – Вихідні дані для розрахунків випрівання озимих культур  
 Культура – озима пшениця, сорт Безоста 1.

Показники	Січень			Лютий			Березень			Квітень	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Накопичення цукру на початок зими	25 % або 250 мг на 1 г сухої речовини										
Температура повітря, °С	-2,3	-3,2	-4,0	-5,2	-6,0	-3,4	1,2	3,6	4,8	5,2	6,1
Висота снігу, см	13	18	23	32	36	45	40	24	5	0	0
Витрати цукру за добу, мг											
Витрати цукру наростаючим підсумком,мг											
Дата переходу температури повітря через 0° С											
Початок голодування рослин											
Період у днях, на який вистачить цукру											
Кількість декад з висотою снігу більше 30 см											
Оцінка умов перезимівлі за В.О.Мойсейчик.											



Таблиця 43 – Вихідні дані для розрахунків умов перезимівлі озимини ( за методом Лічикакі).

Ст. Чернігів. Оз. пшениця. Сівба 1 вересня, сходи - 10 вересня,  
Третій лист – 16 вересня, кушіння – 10 жовтня. Припинення вегетації 25 жовтня. НВ = 56 мм. Кущистість  
6 пагонів.

Показники	Січень			Лютий			Березень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Середня температура повітря, °С	-8,0	-9,4	-13,8	-16,2	-17,4	-18,8	-3,3	3,6	4,2
Мінімальна температура повітря, °С	- 13,3	- 14,6	-21,4	-26,6	-26,8	- 28,0	-8,6	-2,8	-2,1
Висота снігу, см	2	6	8	4	10	8	7	5	3
Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушіння, °С за Шульгіним									
Мінімальна температура ґрунту за Лічикакі									
Мінімальна температура ґрунту за Мойсейчик									
Критична температура вимерзання (метод В.М.Лічикакі)									
Коефіцієнт морозонебезпечності									
Товщина льодової кірки, мм	-	-	-	4	4	1			
Зрідженість рослин, %									

Таблиця 44- Розрахунок зрідженості посівів пшениці сорту Миронівська 808 на ст.Чернігів

Вихідна та очікувана інформація	Грудень			Січень			Лютий	
	1	2	3	1	2	3	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Середня кущистість посівів	3 пагони							
Число стебел на 1м <sup>2</sup>	1000							
Мінімальна температура повітря, °С	-20	-16	-30	-25	-18	-30	-25	-20
Мінімальна температура ґрунту на глибині 3см, t <sub>3</sub> °С	-10	-8	-18	-10	-8	-10	-7	-7
Висота снігового покриву за рейкою, h см	0	1	8	10	10	15	20	20
Середня висота снігу за снігозйомкою, h см	0	2	10	11	12	15	20	25
Кількість промірів з висотою h:								
0 см	100	46	1	1	1	0	0	0
1-3	0	33	7	4	3	2	0	0
4-6	0	17	15	12	9	5	2	1
7-10	0	4	38	37	29	17	9	3
Глибина промерзання ґрунту, см	20	30	50	70	85	100	110	120
Очікувана зрідженість посівів за рівнянням	4	2	30	4	2	4	1	1
Температура ґрунту (°С) і висота снігу (см), при яких пшениця зріджується на 30% 50% >50%								
Площа (% поля) з зрідженістю посівів на весні ≤30% 31-50% >50%								

Таблиця 45- Вихідні дані для розрахунку загибелі озимих культур від вимокання. Ст. Могильов. 2011 рік.  
Глибина промерзання ґрунту 70 см. Фаза розвитку озимої пшениці – відновлення вегетації.

Показники	Березень			Квітень			Травень
	1	2	3	1	2	3	1
Середня за декаду температура повітря, °С	-3,6	-1,2	3,8	4,6	5,3	6,1	7,8
Дата переходу темп. повітря через 0°С							
Дата повного від танення ґрунту					15 квітня		
Початок періоду голодування (1.21)							
Кінець періоду голодування (1.22)							
Температура талої води, °С (1.23)							
Тривалість періоду голодування							
Зрідженість посівів від вимокання (За рівнянням 1.20)							
Площа із загиблими від вимокання рослинами (за рівнянням 1.24).							

Таблиця 46 – Оцінка ступеню полягання посівів зернових посівів

Показники	Квітень	Травень			Червень			Липень
	3	1	2	3	1	2	3	
1. Дати наступу фаз: вихід у трубку ярого ячменю озимої пшениці	10.5 4.05							
2. Густота посівів: ярого ячменю стеб./м <sup>2</sup> озимої пшениці стеб./м <sup>2</sup>	520 820							
3. Висота: ярого ячменю стеб./м <sup>2</sup> озимої пшениці стеб./м <sup>2</sup>	72 см 82 см							
4. Зрідження пшениці взимку	15%							
5. Дата колосіння ярого ячменю стеб./м <sup>2</sup> озимої пшениці стеб./м <sup>2</sup>								
6. Дата цвітіння ярого ячменю стеб./м <sup>2</sup> озимої пшениці стеб./м <sup>2</sup>								
7. Середня за декаду температура повітря, °С	3.8	7.6	11.2	13.4	15.6	18.2	18.8	19.4
8. Середня максимальна температура повітря, °С	7.0	11.0	14.0	16.0	18.0	20.0	21.0	22.0
9. Середня мінімальна температура повітря, °С	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	8.0	8.0	9.0
10. Амплітуда температури повітря								
11. Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-50 см, мм	90	88	82	92	96	90	92	
12. Сумма опадів, мм	18	16	14	32	41	28	32	62

Таблиця 47 – Використання метеорологічної інформації для розрахунків агрометеорологічних показників розвитку і розповсюдження лугового метелика (приклад розрахунку)

Показники	Липень			Серпень			Вересень			Жовтень	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Температура повітря, °С	21,6	21,1	23,3	22,1	22,2	21,3	19,8	17,0	16,3	15,8	10,5
Сума активних температур, °С	216	211	256	221	222	-	-	-	-	-	-
Сума ефективних температур, °С	-	-	-	-	-	102	78	50	43	48	-
Сума опадів, мм	-	-	6	1	56	0	-	-	-	0	3
Середня температура періоду живлення гусені другого покоління		21,9									
ГТК періоду лялькування другого покоління				0,6							
ГТК масового льоту метеликів					1,4						
Сума ефективних температур за період льоту метеликів другого покоління до переходу температури повітря через 12°С восени											300

Продовження табл. 47

Перше покоління

Друге покоління

Показники	Березень	Квітень			Травень			Червень			Липень		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура повітря, °С	8,1	18,4	13,2	13,3	19,1	20,4	21,4	23,6	22,8	25,2	24,3	23,7	24,5
Сума активних температур, °С	–	184	132	133	191	204	235	236	228	252	243	237	245
Сума ефективних температур, °С	–	64	12	13	51	84	103	116	108	132	123	117	137
ГТК періоду лялькування покоління яке перезимувало				1,7									
Середня температура періоду масового льоту метеликів покоління, яке перезимувало						19,2							
Середня температура періоду живлення гусені першого покоління								22,0					
ГТК періоду лялькування першого покоління										0,5			
ГТК періоду масового льоту метеликів першого покоління											0,2		



## Контрольні питання

1. Які небезпечні для сільськогосподарських рослин гідрометеорологічні явища Ви знаєте?
2. Що називається засухою?
3. Типи засух за часом виникнення та терміном дії.
4. Дайте визначення суховію.
5. За яких умов виникає перезволоження ґрунту?
6. Що називається заморозком?
7. Від чого залежить міра пошкодження рослин при заморозках?
8. Які основні причини загибелі рослин взимку?
9. Які знаєте методи визначення мінімальної температури на глибині 3 см?
10. Що таке «коефіцієнт морозонебезпечності» та як він розраховується?
11. Як визначити площу загибелі озимих культур від вимерзання?
12. Як впливає на умови перезимівлі озимих культур льодова кірка?
13. Як розраховується площа загибелі озимих від вимокання?
14. Які ви знаєте причини полягання зернових культур?
15. Які шкідники сільськогосподарських культур найбільш поширені?
16. Основні вимоги лугового метелика до умов навколишнього середовища.
17. Скільки генерацій колорадського жука буває впродовж вегетаційного періоду картоплі?
18. Як розраховується екологічний коефіцієнт розмноження колорадського жука?
19. За якими даними розраховується вихід жука після перезимівлі?
20. Які умови необхідні для розвитку грибкових захворювань рослин?

## Критерії оцінки знань

Дисципліна “Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність рослин» 9 семестрі. розбита на 3 змістовні модулі з теоретичного курсу та практичні заняття. В цілому на курс відводиться 100 балів: 60 балів на теоретичну частину курсу (ЗМЛ1-20 балів; ЗМЛ2 – 20 балів; ЗМЛ3 – 20 балів; і 40 балів на практичні заняття (ЗМП1 – 15 балів; ЗМП2 – 15 балів; ЗМП3 – 10 балів;). Підсумкова атестація або іспит йде за загальною сумою балів. Контрольна робота по кожному із ЗМЛ включає питання за темами змістовних модулів.

Кожний варіант контрольної роботи містить теоретичні питання, максимальна кількість балів за одну контрольну роботу 20 балів.

Виконання контрольної роботи оцінюється за кожним питанням:

- 18 – 20 балів - бездоганна, вичерпна відповідь на всі питання;
- 15 - 17 балів - відповідь надана правильна, але не зовсім повна;
- 12 – 14 балів – надана відповідь не зовсім правильна та неповна;



менше 12 балів – відповідь помилкова.

Оцінювання виконується за загальною сумою балів за всіма відповідями:

«відмінно» - сума балів становить 90 -100; «добре» - сума балів становить

75 – 89 ; «задовільно» - сума балів становить 60 – 74; «незадовільно» - менше 60.

Усне опитування оцінюється:

- 18 – 20 балів (відмінно) – студент дає повні та правильні відповіді на всі запитання , що наведені в кінці кожної теми;
- 15 – 17 балів (добре) студент дає не зовсім повну відповідь на запитання;
- 12 – 14 балів (задовільно) – студент відповідає тільки на базові питання;
- менше 12 балів (незадовільно) – студент не відповідає на базові питання

До іспиту допускається студент, який виконав всі контрольні роботи, не менше 50% практичних занять та за результатами одержав не менше 60 % від загальної кількості балів. Іспитові квитки містять 3 питання теоретичного курсу.

Підсумкова оцінка з дисципліни виставляється як сумарна за контрольну роботу, усне опитування і іспит. Максимально студент може отримати 100 балів ( контрольні роботи: №1 – 20 балів, №2 – 20 балів, №3 – 20 балів, усне опитування ( практичні заняття) -40 балів).

За баловими оцінками виставляється якісна оцінка за шкалою:

Менше 60% від максимальної суми балів	- незадовільно
60-74,9%     " " " " " "	- задовільно
75-89,9%     " " " " " "	- добре
Більше 90%   " " " " " "	- відмінно

## Список літератури

### Основна

1. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. –Л.: Гидрометеиздат, 1992. Том 1 и 2.
2. Польовий А.М., Божко Л.Ю. Довгострокові агрометеорологічні прогнози. Підручник. - Київ: КНТ, 2007.-С.33 – 76.
3. Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1975.
4. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум із сільськогосподарської метеорології. – Одеса, 2002.- 400 с.

### Додаткова

- 1.Куперман Ф.М. Физиология устойчивости озимой пшеницы. – М.: отпечатано на множительном аппарате МГУ, 1969.
- 2.Куперман Ф.М., Моисейчик В.А. Выпревание озимых культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1977.
- 3.Бучинский И.Е. Засухи и суховеи. – Гидрометеиздат, 1976. – 214 с.
4. Винтер А.К. Заморозки и их последствия на растения. – Новосибирск: Наука, 1981. – 150с.
- 5.Генкель П.А., Кушниренко С.В. Холодостойкость растений и термические способы ее повышения. – М.: Наука, 1966. – 222с.
6. Цубербиллер Е.А. АСуховеи, их агрометеорологическая сущность и пути борьбы с ними. – М.: Колос, 1966. -110 с.
7. Петунин И.М. Методика составления прогноза условий перезимовки озимой пшеницы и ржи. Сборник методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. – Л.: Гидрометеиздат, 1957.
8. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1967.
9. Окушко А.А. Ледяная корка и перезимовка озимых культур на Европейской территории СССР. – Труды ЦИП, 1957. – Вып. 53.
10. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур. – М.: Колос, 1974.
- 11.Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. Під ред. Степаненка С.М, Польового А.М.- Одеса: «Екологія», 2011. – 694 с.

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт студентів 5 курсу з дисципліни  
«Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність  
сільськогосподарських культур»

Напрямок підготовки - Екологія

Спеціалізація - Агроекологія

Укладачі: к.г.н., доц. Божко Л.Ю., к.г.н., доц. Барсукова О.А., ас.  
Костюкевич Т.К.

---

Підписано до друку . Формат . Папір офсетний.  
Друк офсетний. Ум друк. арк.  
Тираж 25 прим. Зам. №

Одеський державний екологічний університет  
65016, вул. Львівська, 15

