Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

# МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для занять у навчальному бюро прогнозів
з дисципліни “ Довгострокові агрометеорологічні прогнози”
для студентів 5-го курсу

Напрям підготовки – Гідрометеорологія

Спеціальність - Агрометеорологія

Затверджено
на засіданні методичної комісії
гідрометеорологічного
інституту
Протокол № __ від _____2006р.

Одеса - 2006

Методичні вказівки для занять у навчальному бюро прогнозів з дисципліни “Довгострокові агрометеорологічні прогнози” для студентів 5-го курсу денної форми навчання за спеціальністю – Агрометеорологія. // Укладачі: к.г.н., доц. Божко Л.Ю., к.г.н., асистент Барсукова О.А. Одеса, ОДЕКУ, 2006 р. с.77.

# Передмова

Програмою дисципліни “ Довгострокові агрометеорологічні прогнози” передбачено, окрім лекцій та практичних занять, чергування у навчальному бюро прогнозів.

Мета чергувань у навчальному бюро прогнозів – у наближених до виробничих умовах виконувати поточні завдання, які виконуються за календарним планом у виробничих агрометеорологічних відділах Гідрометеорологічних центрів України. Виконання завдань у навчальному бюро прогнозів сприяє закріпленню знань, отриманих на лекціях та практичних заняттях.

На виконання робіт у навчальному бюро прогнозів кожному із студентів впродовж дев'ятого семестру заплановано 32 години. За цей час студенти повинні скласти чотири види прогнозів:

1 – прогноз термінів сівби та стану озимих культур на момент припинення вегетації по Одеській області – 6 годин;

2 – прогноз величини критичної температури вимерзання озимої пшениці та озимого жита – 6 годин;

3 – прогноз вимерзання озимих культур та їх стану на момент відновлення вегетації по Одеській області – 12 годин;

4 - прогноз запасів продуктивної вологи на момент відновлення вегетації по Одеській області – 8 годин;

Після виконання робіт у навчальному бюро прогнозів студенти повинні **знати:**

- особливості території обслуговування;
- очікувані синоптичні обставини;
- закономірності впливу агрометеорологічних умов осені та зими на стан озимих культур;
- теоретичні основи та методи складання прогнозів;
- особливості та умови застосування тих чи інших методів прогнозу;
- основні вимоги до текстів агрометеорологічних прогнозів.

**Вміти:**

- збирати оперативну інформацію по території обслуговування необхідну для складання прогнозів;
- аналізувати очікувані агрометеорологічні умови розвитку озимих восени, їх вплив на формування морозостійкості та зимостійкості озимих культур;
- виконувати розрахунки по кожному з прогнозів;
- виконувати контроль виконаних розрахунків;
- аналізувати отримані результати, складати тексти прогнозів.

**Володіти навчиками:**

- користування довідковою літературою, методичними вказівками, щорічниками, агрокліматичними довідниками;
- складання текстів агрометеорологічних прогнозів.

## 1. Загальні відомості

### 1.1 Розрахунок термінів сівби озимих культур

Розвиток озимих культур восени залежить від агрометеорологічних умов від сівби до припинення вегетації. Агрометеоролог повинен обґрунтовувати терміни сівби озимих культур для того, щоб вони закінчили вегетацію у стані кущіння 3 – 6 пагонів.

Методика прогнозу термінів сівби озимих культур, агрометеорологічних умов їх розвитку до припинення вегетації розроблена Є.С. Улановою [1] для Європейської території країн СНД, для України – В.П. Дмитренком та І.Г. Грушкою [2], для Білорусі – Л.К. Пятовською [3].

Для озимих культур оптимальними термінами сівби вважаються такі, приа яких у рослин на припинення вегетації спостерігається 3 – 5 пагонів, дуже ранніми – ті, при яких озимі закінчують вегетацію з кущистістю 6 пагонів і більше, дуже пізніми – терміни, при яких озимі на припинення вегетації залишаються в стані сходів або на початку кущіння.

Головними агрометеорологічними показниками, які визначають розвиток озимих восени, є температура повітря і вологість ґрунту.

Є.С. Улановою розроблено два методи визначення термінів сівби озимих культур: а) для районів доброго осіннього зволоження ґрунту, до яких відносяться райони з запасами вологи у шарі 0 – 20 см більше 25 мм; б) для районів недостатнього зволоження ґрунту – з запасами вологи в орному шарі за вказаний період менше 25 мм.

В умовах достатнього зволоження ґрунту вирішальне значення для зростання та розвитку озимих в осінній період має температура повітря і ґрунту. Оскільки в районах достатнього зволоження вологи достатньо для розвитку рослин, то швидкість розвитку буде залежати тільки від умов забезпечення теплом. Тому в тих районах, де вологи достатньо, визначення термінів сівби та настання фаз розвитку озимих культур восени проводиться по сумах ефективних температур вище 5◦ С.

О.О. Шіголєвим [4] встановлені суми ефективних температур, що необхідні для настання різних фаз розвитку озимих культур як восени (табл. 1.1), так і навесні.

Слід пам′ятати, що всі вказані покажчики сум ефективних температур характеризують тільки початок фази ( *а*) а не її масове настання (*б)*.

Таблиця 1.1 Суми температур по міжфвзних періодах озимих культур (за О.О. Шіголєвим)

| Міжфазні періоди | Озиме жито | Озима пшениця |
|---|---|---|
| Сівба – сходи | 52 | 67 |
| Сходи – початок кущіння | 67 | 67 |
| Сівба-початок кущіння | 119 | 134 |
| Сівба – три пагони кущистості | 200 | 200 |
| Сівба – шість пагонів кущистості | 300 | 300 |

При недостатньому зволоженні ґрунту восени терміни настання фаз розвитку озимих культур залежать,головним чином, від запасів вологи у орному шарі ґрунту. Якщо насіння попадає в недостатньо вологий грунт тривалість міжфазних періодів різко збільшується. Є.С. Улановою були отримані залежності тривалості періодів сівба – сходи та сходи – кущіння озимої пшениці та озимого жита від вологості грунту та температури повітря, які розраховуються за формулами (1) та ( 2) або за таблицями 1.2 та 1.3.

$$n = 74{,}2 / W^{0{,}74} \tag{1}$$

$$n = \frac{1}{1^{0{,}00027 t^2} + 0{,}15} \tag{2}$$

де $n$ –тривалість міжфазних періодів озимих, дні;

$W$ – запаси продуктивної вологи (мм) у шарі ґрунту 0 – 20 см;

$t$ – середня температура повітря за період сходи – третій листок, ◦ С.

Таблиця 1.2 – Залежність тривалості періоду сівба – сходи від середніх запасів продуктивної вологи у шарі 0 – 20 см

| Запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 20см, мм | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 6 | 5 | 4 | 4 | 4 |

Дослідженнями О.Я Грудєвої встановлено, що при зменшенні запасів вологи в ґрунті до 20 мм помітної затримки у темпах розвитку озимих культур не відбувається, тому запаси вологи у 20 мм і вище рахуються достатніми [5].

Таблиця 1.3 – Залежність тривалості періоду сходи – кущіння від запасів продуктивної вологи та середньої за період температури повітря

| Запаси вологи у шарі 0 – 20 см, мм | Середня температура повітря у період "сходи –кущіння", ºС | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 10 | | 30 | 28 | 25 | 25 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 22 |
| 15 | 29 | 25 | 23 | 23 | 23 | 23 | 22 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| 20 | 25 | 23 | 21 | 19 | 17 | 16 | 15 | 13 | 123 | 12 | 12 | 12 |
| 25 | 25 | 25 | 23 | 21 | 19 | 17 | 15 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 |
| 30 | 25 | 23 | 20 | 17 | 15 | 13 | 12 | 10 | | | | |
| 35 | 25 | 23 | 20 | 17 | 15 | 13 | 10 | | | | | |

Очікувані запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту розраховуються за методом С.О. Веріго (рис. 1) або за відповідними рівняннями [6]:

для чорноземних ґрунтів

$$У = -0{,}19t + 0{,}44b - 0{,}22c + 1{,}6 \qquad (3)$$

для підзолистих ґрунтів

$$У = -0{,}23t + 0{,}53b - 0{,}24c \qquad (4)$$

де $У$ – зміна запасів вологи за декаду, мм;

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

$b$ – сума опадів за декаду, мм;

$c$ – запаси продуктивної вологи на початок декаду, мм.

Якщо розрахунки виконуються з використанням графіків, то вводяться поправки на температуру ( табл. 1.4).

Зволоження ґрунту відіграє значну роль у зміні стану озимих культур. При середніх запасах вологи менше 5 мм сходи не з′являються зовсім. При більш високому вмісті вологи у ґрунті стан сходів покращується із збільшенням запасів вологи. С.О. Веріго розроблені оцінки стану озимих культур при різній вологості ґрунту. Середні оцінки стану озимини та їх зміни наводяться у табл. 1.5 а 1.6.

Розробки методів розрахунку термінів сівби озимих культур дають змогу виконувати оцінку очікуваних агрометеорологічних умов осінньої вегетації та визначати оптимальні, найраніші і найпізніші терміни сівби.

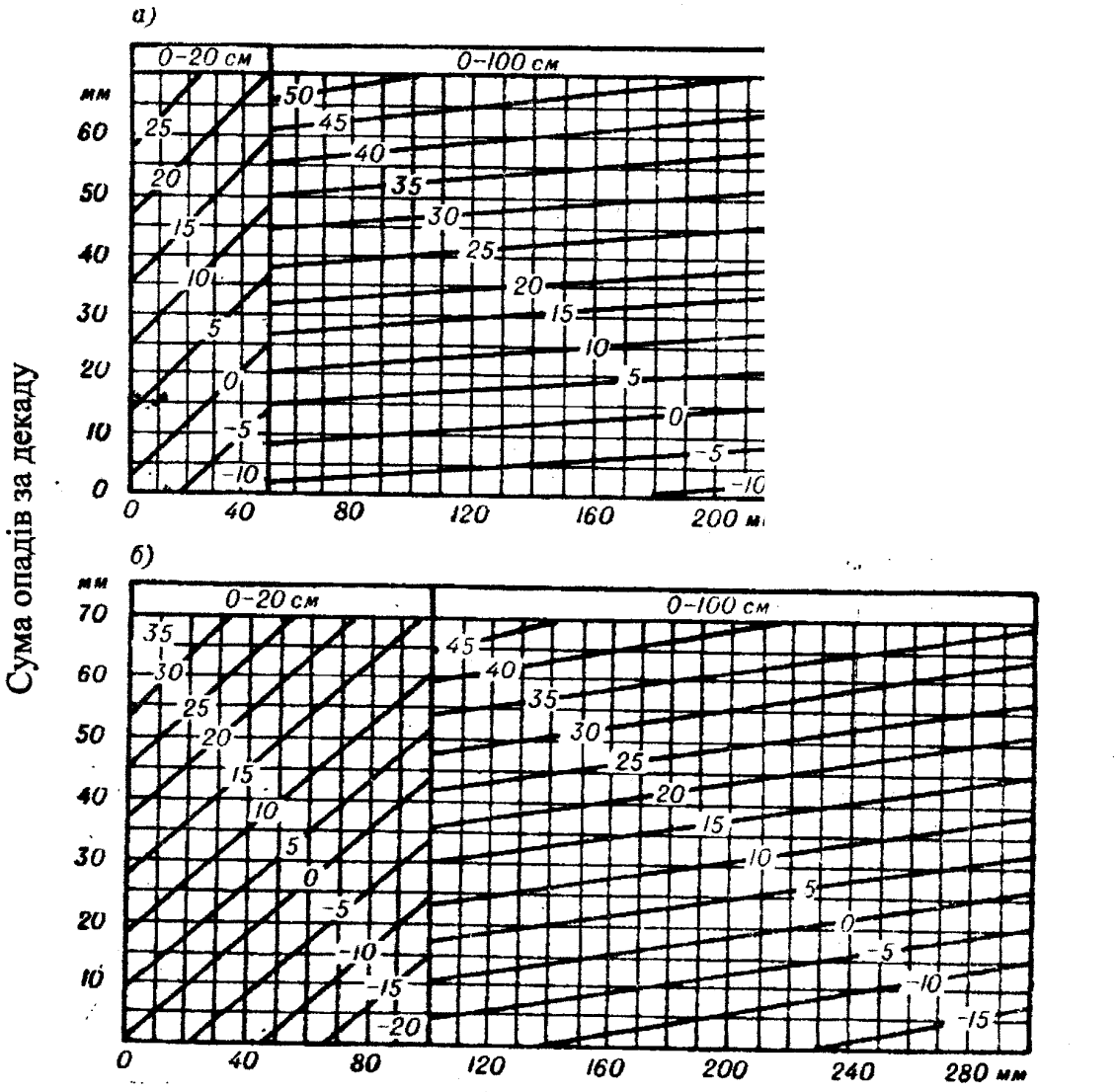


Рис. 1 – Зміна запасів ґрунтової вологи в шарах ґрунту 0 – 20 та 0 – 100 см у період осінньої вегетації озимих культур:
а – під озимою пшеницею в зоні чорноземних ґрунтів;
б – під озимими культурами в зоні підзолистих ґрунтів.

Таблиця 1.4 – Поправки на температуру для різних шарів ґрунту

| Поправки для шару ґрунту, мм | Середня за декаду температура повітря, ° С | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Для зони чорноземних ґрунтів | | | Для зони опідзолених ґрунтів | | | | | | | | | |
| | 5–7 | 8–12 | 13–17 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 0 – 20 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 0 – 100 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 | 4 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | -4 | -5 |

Розрахунки виконуються окремо для районів доброго та для районів недостатнього зволоження ґрунту.

Таблиця 1.5 – Середні оцінки* стану сходів зернових культур при різних запасах продуктивної вологи

| Зона | Запаси продуктивної вологи у шарі 0-20 см , мм | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 | 31-35 | 36-40 | 41-50 | 51-60 | 61-70 | 71-80 | >80 |
| Чорноземні Грунти | - | 2,0 | 2,8 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 4,0 | 4,0 | - | - | - | - |
| Підзолисті Грунти | 1,4 | 1,4 | 3,0 | 3,6 | 3,9 | 3,6 | 3,5 | 3,4 | 3,3 | 3,2 | 3,1 | 3,0 | 3,0* |

*Примітка. Оцінки: 1 – дуже поганий, 2 – поганий, 3 – задовільний, 4 –добрий, 5 – відмінний стан.

А.*Розрахунок термінів сівби в районах достатнього зволоження.* Терміни сівби озимих в районах достатнього зволоження розраховуються по сумах ефективних температур, які підраховуються від дати припинення вегетації озимих восени.

Таблиця 1.6 – Зміна оцінок стану зернових культур (бали) в період кущіння в залежності від кількості вологи в шарі ґрунту 0 – 20 см

| Середні за декаду запаси продуктивної вологи, мм | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1- 5 | 6 - 10 | 11 - 15 | 16 - 20 | 21 - 25 | 26 - 30 | 31 - 35 | 36 - 40 | 41 - 50 |
| - 1,0 | - 0,5 | - 0,3 | - 0,2 | 0 | 0 | 0,2 | 0,5 | 0,5 |

За дату припинення вегетації приймається дата стійкого переходу температури повітря через +5° С. Дата стійкого переходу температури повітря через 5° С визначається за загальними правилами [7].

Пізній термін сівби визначається по сумі ефективних температур 119° С для жита та 134° С для озимої пшениці. При складанні прогнозу підрахунок сум температур проводиться від дати припинення вегетації, тобто, від дати переходу температури повітря через 5°С, в сторону літніх місяців. Дати накопичення вказаних сум температур будуть відповідати пізньому терміну сівби, бо озимі закінчать вегетацію в фазі третього листка, тобто нерозкущеними.

Для визначення оптимальних термінів сівби підраховуються суми ефективних температур, надмірно ранніх – 400° С. Озимі культури, які

будуть посіяні в термін між датами накопичення сум температур 200 – 300° С, на момент закінчення вегетації матимуть 3 – 6 пагонів кущистості. В термін між датами накопичення сум температур 400° С та 300° С – озимі закінчать вегетацію перерослими, з кущистістю більше 6 пагонів.

*Б. Розрахунок термінів сівби у районах недостатнього зволоження.* У районах недостатнього зволоження спочатку встановлюється дата початку кущіння для оптимального та раннього термінів сівби за значеннями сум ефективних температур які підраховуються від дати припинення вегетації в сторону літніх місяців.

Дата початку кущіння для оптимального терміну сівби, що забезпечує 3 пагони кущистості, визначається за сумою температур 81° С ( 200 – 119) для озимого жита та 66° С (200 – 134) – для озимої пшениці. Дата, що забезпечує 6 пагонів кущистості – за сумами ефективних температур 181° С (300° – 119° С) – для озимого жита та 166 °С (300° – 134° С) – для озимої пшениці.

Дата початку кущіння раннього терміну сівби, що забезпечує більше 6 пагонів кущистості, визначається по сумах ефективних температур 281° С для жита, та 266° С – для озимої пшениці (відповідно 400° С – 119° С та 400° – 134° С).

Після визначення дати кущіння розраховується дата появи сходів для оптимального та раннього термінів сівби за даними табл. 1.3. Для визначення тривалості періоду кущіння-сходи запаси продуктивної вологи беруть середні за 2 – 3 декади від кущіння в сторону літніх місяців. Визначена тривалість міжфазного періоду віднімається від дати початку кущіння і визначається дата сходів.

Далі розраховується дата сівби. Для цього спочатку розраховуються середні запаси продуктивної вологи (як середнє арифметичне) від дати сходів за 2 – 3 декади в сторону літніх місяців. Потім з табл. 1.2 визначається тривалість періоду сівба – сходи, яка віднімається від дати сходів. Одержані дати і будуть датами сівби тих термінів, для яких визначалась дата сходів.

*Техніка складання прогнозів.* Для складання прогнозу термінів сівби озимих культур необхідно з агрометеорологічного відділу ГМЦ ЧАМ отримати відомості:

– середні багаторічні дати переходу температури повітря через 5°С восени;
– середню багаторічну температуру повітря по АМС Одеської області;
– середню багаторічну суму опадів по декадах;
– запаси продуктивної вологи в декаду складання прогнозу;
– синоптичний прогноз температури і опадів на сезон.

Розрахувати:

– очікувану середню за декаду температуру повітря за осінні місяці;
– суми опадів по декадах;

– очікувані запаси продуктивної вологи по декадах по всіх станціях Одеської області. Розрахунок запасів продуктивної вологи виконується за допомогою рис. 1;
– дату переходу температури повітря через 5°С у поточному році. За дату переходу температури повітря через 5°С приймається перше число декади з температурою повітря менше 5°С.
– Визначити райони достатнього та недостатнього зволоження.

В районах, де запаси продуктивної вологи впродовж осені очікуються вище 25 мм, розраховувати очікувані дати сівби по сумах ефективних температур (техніка розрахунку описана у пункті А).

В районах, де запаси продуктивної вологи менше 25 мм, розрахунки проводити за методом, який використовується для районів недостатнього зволоження (пункт *Б*).*

Після виконання розрахунків по всіх станціях області складається текст прогнозу. В тексті необхідно охарактеризувати очікуваний термічний режим та режим зволоження по всій території області, звернути увагу на погодні особливості того чи іншого району. Описати очікувані терміни сівби: найраніші, оптимальні і середні. Якщо розрахунки по області мало відрізняються, то характеристика термінів сівби в тексті наводиться в цілому по області. Якщо ж розрахункові покажчики сильно відрізняються по районах, то в тексті харктеризуються всі випадки.

*Примітка. Робочі таблиці для виконання розрахунків видає викладач.

## 1.2 Розрахунок оптимальних термінів сівби озимих культур в Україні

Метод прогнозу оптимальних термінів сівби озимих культур в Україні розроблено в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті В.П. Дмитренко та І.Г. Грушкою.

В основу методу розрахунку оптимальних термінів сівби покладено емпіричні залежності тривалості міжфазних періодів розвитку озимих від температури повітря та вологості ґрунту.

Прогноз складається у термін за 20 днів по відношенню до середніх багаторічних термінів сівби. Оптимальні терміни сівби озимих у поточному році визначаються шляхом введення поправок до середнього багаторічного оптимального терміну сівби на відхилення фактичної температури повітря від середньої багаторічної за серпень, відхилення дати переходу температури ($\Delta_1$) повітря через 5° С у поточному році від середньої багаторічної та на значення запасів продуктивної вологи у період сходи – кущіння ($\Delta_2$) .

Авторами методу були розраховані оптимальні терміни сівби озимих культур майже для всієї території України (табл. 1.7), (рис. 2).

Таблиця 1.7 – Оптимальні терміни сівби озимої пшениці в Україні

| № п/п | Станція | Дата оптимального терміну сівби | № п/п | Станція | Дата оптимального терміну сівби |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ніжин | 29. VШ | 15 | Берегове | 1.X |
| 2 | Суми | 1.IX | 16 | Коломия | 15.IX |
| 3 | Ковель | 14.IX | 17 | Чернівці | 20.IX |
| 4 | Рівне | 7.IX | 18 | Кіровоград | 4.IX |
| 5 | Житомир | 2.IX | 19 | Синельникове | 6.IX |
| 6 | Бориспіль | 1.IX | 20 | Волноваха | 31.VШ |
| 7 | Кам'янка-Бузька | 16.IX | 21 | Луганськ | 26.VШ |
| 8 | Тернопіль | 5.IX | 22 | Затишшя | 8.IX |
| 9 | Хмельницький | 11.IX | 23 | Одеса | 17.IX |
| 10 | Вінниця | 30.VШ | 24 | Базарянка | 19.IX |
| 11 | Озерна | 1.VX | 25 | Баштанка | 3.IX |
| 12 | Гребінка | 27.VШ | 26 | Асканія Нова | 14.IX |
| 13 | Полтавка | 2.IX | 27 | Мелітополь | 8.IX |
| 14 | Приколотне | 19.VШ | 28 | Клепініно | 1.IX |

При складанні прогнозу спочатку визначається з синоптичного прогнозу погоди очікувана температура повітря та сума опадів за весь осінній період. Потім розраховується дата переходу температури повітря через 5° С у поточному році та її відхилення від середньої багаторічної. Перехід температури повітря через 5◦С визначається за загальними правилами. Середня багаторічна температура за серпень і середня температура за серпень поточного року визначаються як середнє арифметичне. Потім визначається відхилення середньої температури за серпень у поточному році від середньої багаторічної. За розрахованими значеннями відхилень температури повітря визначається перша поправка ($\Delta_1$) з табл. 1.8.

За графіками С.О. Веріго (рис. 1) або формулами (3) та (4) розраховуються для кожної декади очікувані запаси продуктивної вологи. Потім за період "сходи – кущіння" визначаються середні запаси продуктивної вологи у орному шарі ґрунту.

Таблиця 1.9 – Значення поправок $\Delta_2$ (дні) до середніх багаторічних термінів сівби озимих на вологість ґрунту у шарі 0 – 20 см

| Запаси продуктивної вологи, мм | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta_2$ | -6 | -3 | -2 | -1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -6 |

Таблиця 1.8 – Поправка ($\Delta_1$) до оптимальних термінів сівби за відхиленнями температури повітря та дати припинення вегетації

| Відхилення температури повітря від середньої багаторічної за серпень,° С | Відхилення дати переходу температури повітря через 5° С восени від середньої багаторічної, дні | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -25 | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| -6 | -27 | -24 | -22 | -18 | -15 | -13 | -10 | -7 | -4 | -1 | 2 |
| -5 | -25 | -22 | -19 | -16 | -13 | -10 | -8 | -6 | 0 | 2 | 3 |
| -4 | -23 | -20 | -17 | -14 | -10 | -7 | -4 | -1 | 2 | 5 | 9 |
| -3 | -22 | -18 | -15 | -12 | -8 | -5 | -2 | -1 | 4 | 7 | 11 |
| -2 | -20 | -17 | -14 | -10 | -7 | -4 | 0 | 3 | 6 | 9 | 13 |
| -1 | -19 | -16 | -12 | -9 | -6 | -3 | 1 | 4 | 8 | 11 | 15 |
| 0 | -18 | -14 | -11 | -7 | -4 | 0 | 3 | 6 | 10 | 13 | 17 |
| 1 | -17 | -13 | -10 | -6 | -2 | 1 | 5 | 8 | 12 | 15 | 19 |
| 2 | -16 | -12 | -9 | -5 | -1 | 2 | 6 | 10 | 13 | 17 | 20 |
| 3 | -15 | -11 | -7 | -4 | 0 | 4 | 7 | 11 | 15 | 19 | 22 |
| 4 | -14 | -10 | -7 | -3 | 1 | 5 | 9 | 12 | 16 | 20 | 23 |
| 5 | -13 | -9 | -5 | 1 | 4 | 8 | 11 | 14 | 20 | 24 | 26 |

За середніми значеннями вологи у період сходи – кущіння визначається друга поправка ($\Delta_2$) з табл. 1.9. Потім розраховується сумарна поправка ($\Delta$).

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 \ , \qquad (5)$$

Очікуваний оптимальний термін сівби розраховується шляхом введення одержаної сумарної поправки до оптимального середнього багаторічного терміну сівби.

*Техніка складання прогнозу термінів сівби в Україні.* Для виконання розрахунків необхідно:

- зібрати дані по станціях області: середню декадну температуру повітря серпня місяця, опади за серпень, запаси вологи на початок розрахунку;
- середні багаторічні дати переходу температури повітря через 5° С восени;
- середнюбагаторічну температуру повітря з серпня до переходу її через 5° С;
- синоптичний прогноз погоди на сезон (з 1 вересня по 1 листопада);

Розрахувати за допомогою середніх багаторічних даних по температурі повітря та сумі опадів очікувані значення цих величин у поточному році;

- розрахувати очікувані запаси продуктивної вологи по графіках С.О. Веріго ( рис.1);
- розрахувати середню за серпень температуру повітря у поточному році та середню багаторічну;
- знайти дату переходу повітря через 5° С у поточному році;
- визначити відхилення середньої температури за серпень у поточному році від середньої багаторічної;
- визначити відхилення дати переходу температури повітря через5° С у поточному році від середньої багаторічної;
- визначити поправку $\Delta_1$ (по табл. 1.8) за значеннями двох попередніх величин;

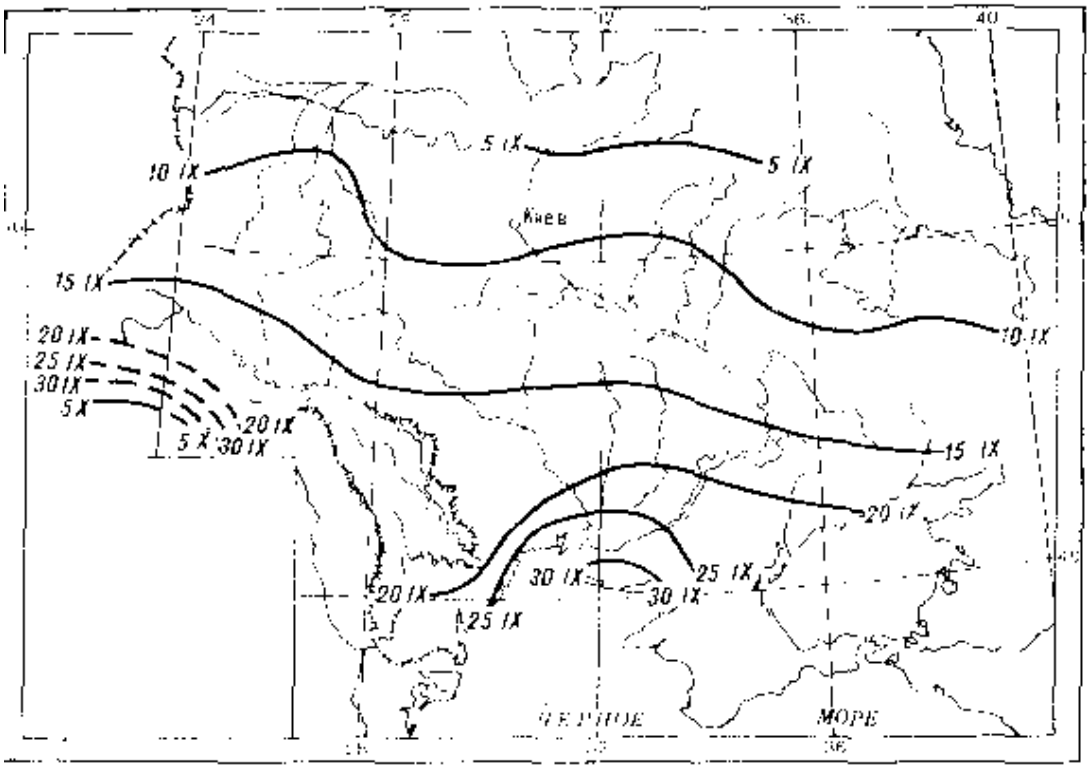


Рис. 2 – Дати оптимальних середніх кліматичних термінів сівби озимої пшениці в Україні.

- визначити середину періоду сходи-кущіння додавши до середньої багаторічної дати середини цього періоду значення $\Delta_1$;
- визначити середні запаси продуктивної вологи за період сходи – кущіння як середнє арифметичне;
- знайти по табл. 1.9 по запасах вологи поправку $\Delta_2$;

- визначити загальну поправку як суму двох поправок ($\Delta_1 + \Delta_2$);
- з карти ( рис. 2) або табл. 1.7 знайти оптимальні терміни сівби по території області;
- ввести сумарну поправку до оптимальних середніх багаторічних термінів сівби та отримати оптимальні терміни сівби у поточному році;
- скласти текст прогнозу.

Розрахунки виконуються у робочій таблиці, які видає викладач.

Очікуваний оптимальний термін сівби розраховується шляхом введення одержаної сумарної поправки до оптимального середнього багаторічного терміну сівби.

### 1.3 Прогноз стану озимих на момент припинення вегетації

Прогноз стану озимих на дату припинення вегетації має велике значення через те, що від стану озимих восени перед початком зимівлі залежить їх стійкість до несприятливих умов взимку.

Озимі культури восени формують різну кількість пагонів, яка залежить від біологічних особливостей культур та агрометеорологічних умов осіннього періоду.

Дослідженнями О.Я. Грудєвої встановлено, що не всі сорти озимих культур відзначаються одинаковою інтенсивністю кущистості при одних і тих же агрометеорологічних умовах. Вона виділила [5] чотири групи по темпах кущистості озимої пшениці та озимого жита:

1) найменшу інтенсивність кущистості мають сорти озимої пшениці Безоста 1, Білоцерківська 198 та Лютесценс 230. Для цих сортів в умовах доброго зволоження середня кількість пагонів на одну рослину (*y)* в залежності від сум температур (*x)* за період кущіння визначається з рівняння:

$$y = 0{,}0085x + 1{,}0 \qquad (6)$$

2) до другої групи ( група малої кущистості) за темпами кущіння відносяться сорти озимої пшениці Одеська 3, Степова 135 та озимого жита сорту Лисиціна. Міра кущистості цих сортів визначається з рівняння:

$$y = 0{,}01x + 1{,}0 \qquad (7)$$

3) до третьої групи (групи середньої кущистості) відносяться сорти озимого жита Безенчукське, Саратовське та Харківське

194. Залежність середньої кількості пагонів від сум ефективних температур визначається з рівняння:

$$y = 0{,}01x + 2{,}0 \qquad (8)$$

4) до четвертої групи (групи найвищої інтенсивності кущистості) відносяться сорти озимої пшениці Миронівська 808 та Миронівська 264. Рівняння для цих сортів має вигляд:

$$y = 0{,}017x - 0{,}45 \qquad (9)$$

В районах недостатнього зволоження орного шару грунту ( менше 20 мм продуктивної вологи) залежності кількості пагонів на одну рослину від сум ефективних температур мають інший вигляд:

для сортів озимої пшениці Безоста 1, Миронівська 808, Миронівська 264, Білоцерківська 198

$$y = 0{,}041x + 1{,}4 \qquad (10)$$

для озимої пшениці сортів Одеська 3 та Одеська 12, озимого жита Безенчукське

$$y = 0{,}005x + 1{,}3 \qquad (11)$$

для озимого жита сорту Лисиціна

$$y = 0{,}0066x + 1{,}3 \qquad (12)$$

При розрахунках стану озимих на кінець припинення вегетації важливо враховувати розміри площі з поганим станом озимих, що характеризується кількістю рослин на 1м$^2$. Також кількість рослин на 1 м$^2$ на дату припинення вегетації озимих залежить від запасів продуктивної вологи у орному шарі ґрунту і добре характеризує загальний стан посівів на окремих полях.

Дослідження Т.О Максименкової дали змогу встановити зв′язок розмірів площі з поганим станом озимих з кількістю рослина на 1 м$^2$ як на окремих полях, так і в цілому по області або району [8].

Зв′язок між запасами продуктивної вологи (W) та кількістю рослин на 1м$^2$ (U) встановлено для різних зон ЄЧ СНД:

для України, Молдови та Північного Кавказу

$$U = 178{,}68 + 21{,}735W - 0{,}459W^2, \qquad (13)$$

для центральних чорноземних областей та Поволжя

$$U = 109{,}20 + 22{,}015W - 0{,}352W^2, \quad (14)$$

для нечорноземної зони Росії

$$U = 117{,}35 + 22{,}29W - 0{,}362W^2, \quad (15)$$

Рівняння застосовуються після того, як буде засіяно 20% площі. При середніх запасах вологи у орному шару грунту 25 – 30 мм стан посівів буває оптимальним (400 – 500 рослин на м$^2$). Таким чином, в декаду масової сівби (по території засіяно 20 % площі) можна розраховувати гущину посівів та визначати їх стан на момент припинення вегетації.

Залежність розмірів площі з поганим станом озимих культур (у % посівної площі) восени (So) від середньої по області кількості рослин на 1 м$^2$ для різних зон (U)представлена рівняннями ( табл. 1.10).

При наявності фактичної кількості рослин на 1 м$^2$ на дату припинення вегетації прогноз площ з різним станом озимих культур уточнюється.

*Техніка складання прогнозу.* Прогноз складається приблизно за місяць до припинення вегетації озимих культур з в рахунком фактичних термінів сівби та дат настання початкових фаз розвитку, що настали до дати складання прогнозу.

Таблиця 1.10 –Залежність стану озимих від кількості рослин на 1 м$^2$

| Територія | Рівняння | r | N | $E_s$ | Номер рівняння |
|---|---|---|---|---|---|
| Нечорноземна зона | $S_0 = -0{,}061U + 32{,}208$ | – 0,70 | 61 | ±3,9 | (1,16) |
| Центральна чорноземна зона та Поволжя | $S_0 = -0{,}07U + 34{,}64$ | – 0,80 | 74 | ±4,4 | (1.17) |
| Молдова та південні райони України | $S_0 = -0{,}21U + 102{,}38$ | – 0,82 | 42 | ± 9,4 | (1.18) |
| Інші райони України та Північний Кавказ | $S_0 = -0{,}103U + 51{,}17$ | - 0,60 | 134 | ± 8,0 | (1.19) |

За період до дати складання прогнозу розрахунки виконуються за фактичними даними спостережень по температурі, опадах, запасах продуктивної вологи, а від дати складання прогнозу до кінця вегетації – по очікуваних за синоптичним прогнозом.

Для оцінки агрометеорологічних умов очікуваного періоду на підставі прогнозу погоди визначається температура повітря і опади по декадах а також розраховуються запаси вологи (рис. 1).

Початковими даними для першого розрахунку будуть фактичні запаси вологи на дату складання прогнозу. Розрахунки запасів вологи виконуються по всіх станціях області і виділяються райони з різним зволоженням ґрунту.

За дату припинення вегетації приймається дата переходу температури повітря через 5° С, яка визначається з довгострокового прогнозу погоди за загальними вимогами [7].

Визначення міри кущистості озимих культур на дату припинення вегетації розраховується за рівняннями (6) – (15) – в залежності від території, сортів озимих культур, та зволоження ґрунту.

В районах достатнього зволоження, де запаси вологи очікуються більш 20 мм, оцінка агрометеорологічних умов зводиться до оцінки умов забезпечення теплом. Кущистість розраховується за рівняннями (5) – (8) або по сумах ефективних температур ( табл. 1.1).

Розрахунки краще виконувати в робочій таблиці (видається викладачем).

В районах недостатнього зволоження очікувана кущистість озимих культур розраховується наступним чином: для всіх термінів сівби визначаються дати настання фаз сходів та початку кущіння по таблицях (1.2) та (1.3), а кущистість визначається за рівняннями (13) – (15). Всі розрахунки наносяться на карту і відокремлюються райони з різною кущистістю по відсотках засіяної площі.

Крім очікуваної кущистості, необхідно також визначити оцінки стану озимини, які розраховуються по табл. 1.5 та 1.6. Спочатку розраховується для кожного терміну сівби по запасах вологи оцінка стану озимих культур у період сходів ( табл. 1.5). Потім в залежності від зміни запасів вологи впродовж осіннього періоду розраховується по декадах зміна оцінок стану озимини в період кущіння визначені оцінка та їх зміна підсумовуються і таким чином визначається оцінка стану на кінець вегетації восени.

Розрахунки виконуються у робочій таблиці (видає викладач).

# 2 Методи прогнозів перезимівлі озимих культур

## 2.1 Морфофізична характеристика стану озимих культур восени

Восени озимі культури формують коріння, пагони та листя.

У підземній частині стебла формується вузол кущіння – найважливіший та єдиний орган, що здатний регенерувати нові органи рослини. В ньому накопичуються питомі речовини, головним чином вуглеводи, які визначають стійкість рослин до несприятливих умов зими. Вузол кущіння розташовується біля поверхні ґрунту (на глибині 3 – 5 см). Загибель вузла кущіння викликає загибель всієї рослини. Тому взимку при визначенні стану озимих культур перш за все визначається стан вузла кущіння.

Глибина залягання вузла кущіння залежить від заглиблення насіння, щільності верхнього шару ґрунту, розміру посівного насіння та агрометеорологічних умов осіннього періоду.

В осінній період у озимих культур відбуваються складні фізіологічні процеси, які забезпечують підготовку рослин до зимівлі. Стан озимих посівів після припинення вегетації восени має дуже велике значення для перезимівлі. Найменш зимостійкими бувають озимі культури у фазі другого та третього листка. Перерослі рослини восени мають висоту біля 25 см та більше шести бокових пагонів. Зимостійкість таких рослин різко зменшується в порівнянні з рослинами, які мають 3 – 5 пагонів. По даним багатьох дослідників найбільша зимостійкість буває, коли у рослин утворюється до припинення вегетації від 3 до 5 пагонів [9–15].

Зимостійкість рослин залежить від строків сівби, зволоження ґрунту, біологічних особливостей сортів озимих культур та агрометеорологічних умов впродовж осіннього періоду вегетації, наприкінці якого проходить процес загартування рослин. За даними І.І. Туманова процес загартування проходить впродовж двох фаз. Перша фаза протікає в умовах доброго освітлення та при поступовому зменшенні температури повітря до 0 – 6° С. Тривалість першої фази становить 12 – 14 днів. При добрих умовах проходження першої фази загартування озимі витримують зниження температури ґрунту на глибині вузла кущіння до – 12° С.

Друга фаза загартування відбувається наприкінці осені – початку зими при середній за добу температурі повітря -2 – -5° С. Вона може відбуватись уже під снігом. Тривалість другої фази становить 3 – 5 днів, інколи – 8 – 12. Після проходження другої фази загартування рослини накопичують найбільшу кількість цукру та здатні витримувати температури до -18 – - 22° С.

В залежності від морозостійкості висіяних сортів, агрометеорологічних умов осені, рельєфу полів зрідженість посівів взимку носить досить різноманітний характер. Вона може бути невеликою та

рівномірно розповсюджуватись по полю. Це буде дифузійна зрідженість. Найчастіше вона викликається короткочасними сильними морозами при відсутності снігу або незначній його висоті у першу половину зими.

За більш суворих умов зимівлі (тривалих сильних морозів, тривалого залягання товстого шару снігу, наявності льодової кірки, застою талих вод та ін.) зрідженість посівів носить плямистий характер. Загальна площа пошкоджень у таких випадках залежить від інтенсивності та тривалості несприятливих умов. Такий вид зрідженості посівів озимих культур зустрічається найчастіше.

Третій тип зрідженості посівів спостерігається в роки з поганими умовами для перезимівлі рослин, коли майже всі рослини на полі гинуть. За великої зрідженості озимих проводиться підсів або повний пересів озимих культур ярими.

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. Так, в посушливих умовах поганий стан озимини навесні пояснюється не тільки умовами перезимівлі, а і великою зрідженістю посівів внаслідок слабкого розвитку восени через нестачу вологи в ґрунті. В таких випадках дія зимових умов викликає ще більшу зрідженість посівів.

## 2.2 Морозостійкість озимих культур в залежності від агрометеорологічних умов

Перезимівля озимих зернових культур визначається їх зимостійкістю і морозостійкістю, а також агрометеорологічними умовами осіннього, зимового та весняного періодів, станом озимих перед припиненням вегетації, який відображує рівень агротехніки (строки сівби, якість обробки ґрунту, вплив попередників та ін.).

*Зимостійкість* рослин – це загальна стійкість їх до несприятливих умов зими. Вона визначається біологічними особливостями рослин, станом посівів перед припиненням вегетації, мірою загартування рослин та умовами перезимівлі. Зимостійкість рослин поступово зростає від осені до середини зими, в другій половині зими вона починає зменшуватись. Особливо різко вона зменшується взимку при наявності великої кількості відлиг.

*Морозостійкість* рослин – це стійкість рослин до морозів. Вона характеризується критичною температурою вимерзання рослин. *Критична* температура вимерзання рослин – це температура, при якій загибель від вимерзання становить більше 50 % рослин. За даними В.М. Лічикакі [10] значення критичної температури вимерзання тісно пов’язано із середньою

за пройдений період зимівлі мінімальною температурою ґрунту на глибині залягання вузла кущіння.

Стан озимих посівів восени після припинення вегетації дуже впливає на перезимівлю озимих культур. Мало розвинені рослини так. як і перерослі, значно більше пошкоджуються при несприятливих умовах зимівлі. Критична температура їх вимерзання майже завжди на 1 – 3º С вище ніж у добре розвинених рослин. Погано розвинені рослини з кущистістю 1 – 2 пагони мають мало питомих речовин і тому скоріше пошкоджуються внаслідок вимокання та випрівання, а також від льодової кірки. У перерослих рослин (з кущистістю більше 6 пагонів у пшениці та 4 пагонів у жита) зимостійкість зменшується внаслідок значного росту та переходу рослин до третього етапу органогенезу, а також у зв'язку з інтенсивним збільшенням конусу наростання в осінній період, що викликає затримку проходження першої стадії загартування рослин. Встановлено [9 – 16], що найбільшу зимостійкість мають рослини, які мають на припинення вегетації до трьох, чотирьох пагонів (у деяких сортів озимої пшениці до 2 – 3 пагонів).

Головними агрометеорологічними факторами, які визначають перезимівлю озимих культур, є: висота снігу, мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння 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 займались Ф.М. Куперман [9], В.М. Лічикакі [10], В.О. Мойсейчик [11, 12], І.М. Петунін [13], О.М. Шульгін [14], А.А. Окушко [15] і інші.

Агрометеорологічні умови як холодного, так і теплого періодів року значно впливають на стан озимих культур. Ці умови значно змінюються як у часі, так і у просторі. В залежності від характеру процесів формування одні й ті ж метеорологічні елементи можуть бути небезпечними і, навпаки, сприятливими для рослин, що зимують.

Вивчення закономірностей просторової та часової мінливості основних агрометеорологічних елементів, що обумовлюють перезимівлю озимих культур, та інерційності реакції рослин на їх дію дозволили встановити прогностичні залежності та розробити методи довгострокових прогнозів перезимівлі озимих культур.

## 2.3 Агрометеорологічні умови перезимівлі озимих культур та закономірності їх формування

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.

*Температура повітря.* Температура повітря визначає не тільки умови, але і тривалість періоду зимівлі рослин, який починається з дати стійкого переходу температури повітря через 0º С восени та закінчується переходом її через позитивні значення навесні. Температура повітря взимку особливо негативно впливає на перезимівлю озимих культур за відсутності снігу. 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 висоти та щільності його. Пізнє встановлення снігу на полях в районах з стійкою зимою та сильними морозами збільшує імовірність вимерзання рослин. Висота снігу на полях поступово збільшується впродовж зими. Найбільша вона буває у північних хліборобських районах наприкінці березня, на півдні – у лютому. При рівномірному заляганні сніг добре захищає рослини від сильних морозів. Після встановлення на полях снігу температура ґрунту на глибині вузла кущіння значно підвищується. Але дуже глибокий сніг та тривале його залягання на полях з озимими також несприятливо впливає на рослини.

Сніг на полях залягає дуже нерівномірно. Під впливом вітру на відкритих полях відбувається значне перенесення снігу з одних ділянок поля на інші. Встановлено, що нерівномірність розповсюдження снігу тим більша, чим менша середня його висота. Висота снігу 10 см достатня для збереження озимих при сильних морозах і вона буває на всьому полі за середньої висоти снігу 30 см. В.О. Мойсейчик була розрахована ймовірність розподілу снігу на полях з озимими культурами при різній середній товщині його (табл. 2.1).

Тривалість періоду з товстим шаром снігу також має велику просторову мінливість. Тривале залягання товстого шару снігу на полях викликає пошкодження рослин внаслідок випрівання. За значної товщини снігу та тривалого його перебування на полях стан озимини залежить також від швидкості танення снігу.

*Глибина промерзання ґрунту.* Строки встановлення снігу на полях та його товщина значно впливають на глибину промерзання ґрунту, яка також має значну просторову та часову мінливість, але все ж таки меншу ніж товщина снігу. На глибину промерзання ґрунту впливають механічний склад ґрунту, його вологість, рельєф, агротехніка, рослинний покрив тощо.

Дослідження Л.О. Разумової показали, що головними факторами, які обумовлюють глибину промерзання ґрунту, є вологість ґрунту, температура повітря, товщина снігу та рівень ґрунтових вод. Чим менше товщина снігу та

вища сума негативних температур, тим глибше промерзає ґрунт ( рис. 3, а, б).

*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 тепломісткістю і теплопровідність ґрунту, температура повітря, товщина снігу, вологість ґрунту, глибина промерзання ґрунту.

Таблиця 2.1 – Розподіл снігу на полях з озимими культурами при різній висоті його за снігозйомкою (% загальної площі поля)

| Середня висота снігу за сніго-зйомкою, см | Висота снігу, см | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1-3 | 4-6 | 7-10 | 11-15 | 16-20 | 21-30 | 31-50 | 51-80 | 80-100 |
| 1 | 70 | 24 | 5 | 1 | 0 | – | – | – | – | – |
| 2 | 46 | 33 | 17 | 4 | 0 | – | – | – | – | – |
| 3 | 27 | 38 | 25 | 9 | 1 | 0 | – | – | – | – |
| 4 | 18 | 30 | 36 | 13 | 3 | 0 | – | – | – | – |
| 5 | 10 | 25 | 39 | 21 | 5 | 0 | – | – | – | – |
| 6 | 7 | 19 | 34 | 29 | 10 | 1 | 0 | – | – | – |
| 7 | 5 | 16 | 30 | 35 | 12 | 2 | 0 | – | – | – |
| 8 | 2 | 11 | 25 | 41 | 15 | 6 | 0 | – | – | – |
| 9 | 2 | 7 | 18 | 42 | 23 | 7 | 1 | 0 | – | – |
| 10 | 1 | 7 | 14 | 38 | 28 | 9 | 3 | 0 | – | – |
| 11 | 1 | 4 | 12 | 37 | 37 | 13 | 4 | 0 | – | – |
| 12 | 1 | 3 | 9 | 29 | 38 | 16 | 4 | 0 | 0 | – |
| 13 | 0 | 3 | 7 | 24 | 37 | 19 | 9 | 1 | 0 | – |
| 14 | 0 | 2 | 6 | 21 | 35 | 23 | 11 | 2 | 0 | – |
| 15 | 0 | 2 | 5 | 17 | 33 | 27 | 14 | 2 | 0 | – |
| 16 | 0 | 2 | 4 | 14 | 29 | 29 | 19 | 3 | 0 | – |
| 17 | 0 | 1 | 4 | 13 | 25 | 30 | 23 | 4 | 0 | – |
| 18 | 0 | 0 | 4 | 10 | 23 | 31 | 26 | 6 | 0 | – |
| 19 | 0 | 0 | 2 | 9 | 21 | 30 | 32 | 6 | 0 | – |
| 20 | 0 | 0 | 2 | 8 | 19 | 28 | 33 | 10 | 0 | – |
| 21–30 | 0 | 0 | 1 | 3 | 9 | 21 | 44 | 21 | 1 | 0 |
| 31–50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 25 | 63 | 6 | 0 |

Вплив температури повітря при відсутності снігу на температуру ґрунту на глибині вузла кущіння носить лінійний характер (рис. 4).

Просторова мінливість мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння визначається, головним чином, розподілом снігу на полях.

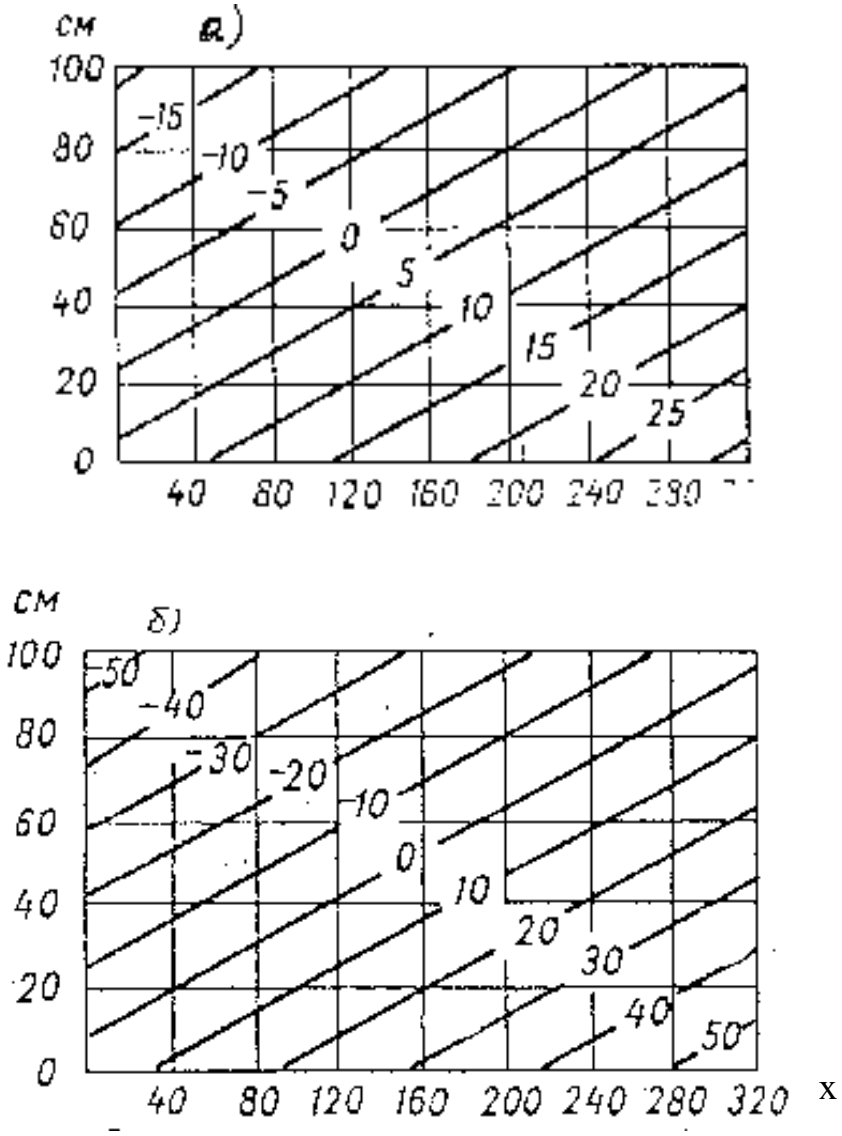


Рис. 3 – Зміна глибини промерзання ґрунту (х) (см за декаду).
а – райони з високим стоянням ґрунтових вод;
б – райони з глибоким стоянням ґрунтових вод на ЄЧ СНД.

Велика просторова та часова мінливість мінімальної температури ґрунту не дозволяє обмежуватись лише фактичними спостереженнями через малу кількість повторностей. Тому для використання цієї величини в прогнозах та оцінках було розроблено декілька методів розрахунку температури ґрунту на глибині 3 см [10, 11, 12, 16, 17]. Встановлена залежність мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння від мінімальної температури повітря (Т) при різній висоті снігу та різній глибині промерзання ґрунту (Н) (табл. 2.2).

Для практичного використання рівнянь побудовані графіки (рис. 3 а, б, 4).

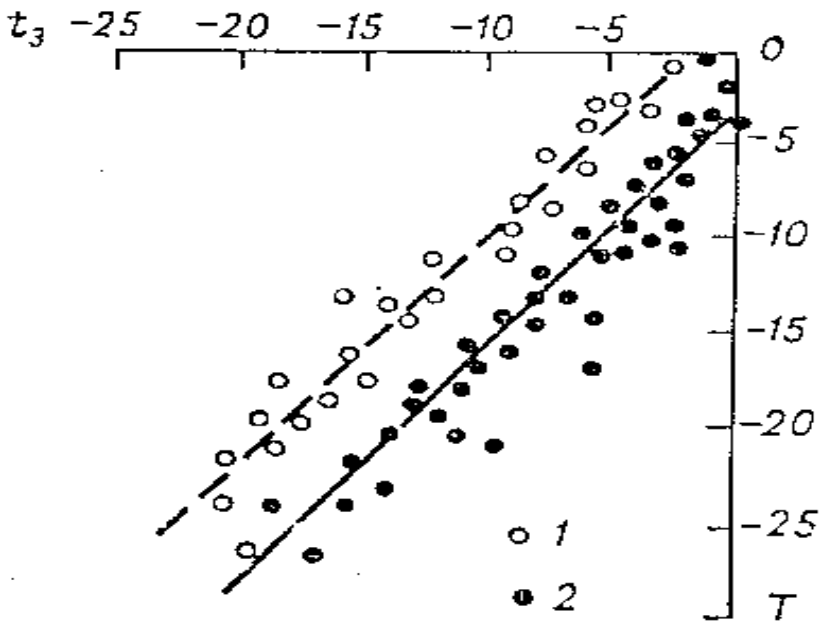


Рис. 4. – Значення мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см в залежності від мінімальної температури повітря при відсутності снігу, 1 – при підвищенні температури повітря, 2 – при зменшенні.

Таблиця 2.2 – Рівняння зв'язку мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см з мінімальною температурою повітря та глибиною промерзання ґрунту

| 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 | $t_3 = 0{,}12T - 0{,}05H + 1{,}56$ |

По значенням коефіцієнтів кореляції та кореляційних відношень встановлено, що зв'язок температури ґрунту на глибині вузла кущіння з температурою повітря та глибиною промерзання ґрунту прямолінійний, а з товщиною снігу нелінійний і має вигляд параболи другого порядку.

Аналітично ці залежності описуються багатофакторними рівняннями:

для зони з чорноземними ґрунтами

$$t = 0{,}618T - 0{,}082H + 0{,}658h^2 - 0{,}008h + 0{,}0007P - 0{,}366 \qquad (20)$$

для зони нечорноземних земель з добре зволоженим суглинковим ґрунтом

$$t = 0{,}274T - 0{,}052H + 0{,}444h^2 - 0{,}009h + 0{,}004P - 5{,}960 \qquad (21)$$

для нечорноземної зони з добре зволоженим супіщаним ґрунтом

$$t = 0{,}372T - 0{,}057H + 0{,}425h^2 - 0{,}003h + 0{,}005P - 2{,}328 \qquad (22)$$

для західних районів нечорноземної зони з суглинковим добре зволоженим ґрунтом:

$$t = 0{,}205T - 0{,}074H + 0{,}171h^2 - 0{,}003h + 0{,}0004P - 0{,}965\,. \qquad (23)$$

За цими рівняннями розраховується мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см, якщо: Т = - 10 – - 40º С, Н = 20 – 150 см, h = 0 – 40 см, Р = 100 – 2000 пагонів на 1 м$^2$.

За рівняннями (20) – (23) визначається також товщина снігу, за якої мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння буде близькою до критичної температури вимерзання рослин. Ці рівняння широко використовуються у практиці оперативного обслуговування сільського господарства як для оцінки умов перезимівлі, так і для складання прогнозів площ з загиблими посівами.

На стійкість озимих культур до несприятливих умов зими впливають також попередники, після яких озимі посіяні.

## 2.4 Вплив попередників на перезимівлю озимої пшениці

При складанні прогнозу перезимівлі озимої пшениці для якого-небудь конкретного району часто виникає необхідність врахування загального стану озимини не тільки відносно її розвитку за сортами, але і за попередниками. Досліди показали, якщо враховувати попередники, то прогноз площі зрідження посівів буде значно точніший завдяки врахуванню зимостійкості сортів.

Дослідження І.В. Свісюка [16] щодо виявлення закономірностей зрідженості посівів озимої пшениці, посіяної по парових та непарових попередниках, показали, що є тісний зв’язок між зрідженістю посівів та

Таблиця 2.3 – Загибель розкущеної озимої пшениці в залежності від мінімальної температури на глибині залягання вузла кущіння, попередника і морозостійкості сорту

| Сорт | Попередник | Мінімальна температура на глибині залягання вузла кущіння, °С | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -10 | -11 | -12 | -13 | -14 | -15 | -16 | -17 | -18 | -19 | -20 | -21 |
| Найбільш морозостійкі сорти | | | | | | | | | | | | | |
| Миронівська 808, Північно донецька | Чорний пар | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 13 | 19 | 28 | 37 | 55 | 80 |
| | Непарові | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 14 | 21 | 30 | 47 | 60 | 98 | 100 |
| Менш морозостійкі сорти | | | | | | | | | | | | | |
| Безоста 1 | Чорний пар | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 12 | 20 | 30 | 45 | 68 | 100 | – |
| | Непарові | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 21 | 31 | 50 | 76 | 100 | – | – |

мінімальною температурою ґрунту на глибині 3 см при сівбі по парових та непарових попередниках. При сівбі по різних попередниках морозостійкість озимини змінюється. При цьому також враховується міра кущистості посівів (табл. 2.3).

При складанні прогнозу вимерзання озимої пшениці доцільно користуватись одночасно рівняннями, отриманими В.О. Мойсейчик, та даними табл. 2.4. У такому випадку точність прогнозу значно збільшується.

Таблиця 2.4 – Залежність мінімальної температури (°С) на глибині вузла кущіння від глибини його залягання при різних глибинах промерзання ґрунту та при різній температурі поверхні ґрунту

| Глибина залягання вузла кущіння, см | Глибина промерзання ґрунту, см | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | | 60 | |
| На поверхні ґрунту | -24,0 | -29,0 | -17,0 | -20,5 |
| 1 | -19,5 | -23,4 | -16,3 | -19,5 |
| 2 | -17,0 | -20,4 | -15,7 | -18,7 |
| 3 | -15,0 | -18,0 | -15,0 | -18,0 |
| 4 | -13,2 | -15,8 | -14,4 | -17,3 |
| 5 | -11,2 | -13,9 | -13,8 | -16,5 |
| 6 | -10,2 | -12,2 | -13,2 | -15,8 |

## 2.5 Прогноз критичної температури вимерзання озимих культур

Кількість пошкоджених взимку рослин залежить від критичної температури вимерзання.

*Критична температура вимерзання* – це така температура при якій загибель рослин становить 50 % і більше. Найчастіше критичну температуру вимерзання визначають за допомогою проморожування зразків у холодильних камерах. Але існує ціла низка методів розрахунку критичної температури [10, 12] вимерзання озимих культур.

*Прогноз критичної температури вимерзання за методом І.В. Свісюка.* Дослідження І.В. Свісюка показали, що найбільше впливає на загартування рослин восени температура повітря та ґрунту. В листопаді та на початку грудня, у період першої фази загартування, особливо велике значення мають перепади між денною та нічною температурами та мінімальна температура повітря в нічну пору. Наприкінці листопада та в грудні, у період другої фази загартування, важливого значення набуває хід зниження негативної середньої за добу температури. Були встановлені статистичні залежності між переліченими факторами та критичною температурою вимерзання:

$$У = 0{,}125t - 0{,}00099\Sigma T - 15{,}5 \qquad (24)$$

де $У$ – критична температура вимерзання озимих більш морозостійких сортів, які мають з осені кущистість 2 – 3 пагони, ºС;

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

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

За цим рівнянням розрахована табл. 2.5.

Для сортів з меншою морозостійкістю (Безоста 1, Аврора, Кавказ та ін.) при розрахунках по таблиці вводиться поправка. Вона в середньому становить 2º С. Така ж поправка вводиться для усіх сортів, якщо вони закінчили вегетацію у стані сходи –третій лист.

В.І. Свісюком встановлено, що для південних районів України та Північного Кавказу краще використовувати рівняння 26 для визначення критичної температури. Для територій більш північних районів, де середня з мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см буває нижче -4º С, критичну температуру зручніше розраховувати за рівнянням (27), але при цьому треба додати до розрахованого значення критичної температури 2º С.

Таблиця 2.5 – Критична температура вимерзання розкущеної озимої пшениці морозостійких сортів в залежності від мінімальної температури повітря за листопад та суми температур за листопад – грудень

| Середня мінімальна темпера-тура за листопад | ΣТ нижче 0º С за листопад – грудень | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -30 | -60 | -90 | -120 | -150 | -180 | -210 | -240 | -270 |
| 8 | -14,8 | -15,1 | -15,4 | -15,7 | -16,0 | -16,3 | -16,6 | -16,9 | -17,2 |
| 6 | -15,0 | -15,3 | -15,6 | -15,9 | -16.1 | -16,5 | -16,7 | -17,1 | -17,4 |
| 4 | -15,3 | -15,6 | -15.9 | -16,1 | -16,4 | -16,7 | -17,1 | -17,4 | -17,7 |
| 2 | -15,6 | -15,9 | -16,1 | -16,4 | -16,7 | -17,1 | -17,4 | -17,6 | -17,9 |
| 0 | -15,8 | -16,1 | -16,4 | - 16,7 | -17,0 | -17,3 | -17,6 | -17,9 | -18,2 |
| -2 | -16,1 | -16,4 | -16,7 | -16,9 | -17,2 | -17,5 | -17,8 | -18,1 | -18,4 |
| -4 | -16,3 | -16,6 | -16,9 | -17.1 | -17,4 | -17,8 | -18,1 | -18,4 | -18,7 |
| -6 | -16,5 | -16,8 | -17,1 | -17,4 | -17,7 | -18,0 | -18,3 | -18,6 | -18,9 |
| -8 | -16,8 | -17,1 | -17,4 | -17,8 | -18,0 | -18,3 | -18,6 | -18,8 | -19,2 |

*Визначення критичної температури за методом В.М. Лічикакі.* В.М. Лічикакі встановлена залежність критичної температури вимерзання озимих культур від сум середніх за добу температур повітря та сум

мінімальних температур ґрунту на глибині залягання вузла кущіння. Для використання цієї залежності в оперативній роботі була розрахована табл. 2.6.

За табл. 2.6 розраховується критична температура вимерзання в першу половину зими, тобто після дати стійкого переходу температури повітря через -10º С. Закінчення періоду проходження другої фази загартування рослин приблизно співпадає з цією датою.

Результати перевірки цієї методики на великому матеріалі спостережень показали, що визначена за табл. 2.6. критична температура вимерзання забезпечується точністю ± 1º С.

Таблиця 2.6 – Залежність критичної температури вимерзання від сум середньої за добу температури повітря та суми мінімальної температури на глибині вузла кущіння для сортів озимої пшениці середньої морозостійкості (за В.М. Лічикакі)

| Сума середніх температур повітря або ґрунту на глибині вузла кущіння від дати переходу температури повітря через 0º С до зниження її до -10º С | Розрахована критична температура вимерзання ( в ºС) | |
|---|---|---|
| | за сумами температур повітря | за сумами температур ґрунту на глибині вузла кущіння |
| 0 | -11,0 | -13,5 |
| -5 | -12,5 | -14,5 |
| -10 | -13,5 | -15,0 |
| -15 | -14.5 | -16,0 |
| -20 | -15,0 | -16,5 |
| -25 | -15,5 | -17,0 |
| -30 | -16,0 | -17,0 |
| -35 | -16,5 | -17,5 |
| -40 | -17,0 | -17,5 |
| -45 | -17,5 | -18,0 |
| -50 | -18,0 | -18,0 |
| -55 | -18,0 | -18,0 |
| -60 | -18,5 | -18,5 |
| -65 | -18,5 | -18,5 |
| -70 и нижче | -19,0 | -19,0 |

Для того, щоб була можливість розраховувати значення критичної температури не тільки для першої половини зими, а і для всієї зими, В.М. Лічикакі були встановлені статистичні залежності критичної температури вимерзання ($T_{кр}$) від середньої із мінімальних температур

ґрунту ($t_3$) на глибині вузла кущіння за період від переходу її через 0º С восени до дати визначення критичної температури вимерзання (рис. 5 а, б). Залежності описані рівняннями:

для сортів середньої морозостійкості

$$T_{кр} = -14{,}056 + 1{,}916t_3^2 + 0{,}172t_3 \qquad (25)$$

для сортів високої морозостійкості

$$T_{кр} = -13{,}929 + 2{,}454t_3^2 + 0{,}191t_3 \qquad (26)$$

для сортів слабкої морозостійкості

$$T_{кр} = -13{,}8 + 0{,}164t_3^2 - 1{,}00t_3 - 0{,}344t^2 - 0{,}0289t \qquad (27)$$

Озиме жито

$$T_{кр} = -0{,}14t_3^2 + 2{,}65t_3 - 14 \qquad (28)$$

Озимий ячмінь

$$T_{кр} = -0{,}488t_3^2 + 3{,}263t_3 - 9{,}25 \qquad (29)$$

За рівняннями (25 – 29) була розрахована робоча (табл. 2.7) для більшості сортів озимої пшениці.

Аналіз матеріалів багаторічних спостережень показав, що за відлиг тривалістю більше 5 днів з позитивними середніми за добу температурами, при відсутності снігу, для відновлення вегетації озимих необхідна сума температур біля 20º С. Сума позитивних температур в 5º С незалежно від наявності снігу зменшує морозостійкість озимої пшениці у першій половині зими на 1 – 1,5º С, у другій половині зими на 2 – 3º С. Якщо температура повітря після відлиги поступово знижується, то рослини відновлюють морозостійкість. Якщо зниження температури відбувається дуже швидко, то може спостерігатись пошкодження рослин навіть при більш високій температурі, чим до відлиги.

В.М. Лічикакі було встановлено, що зменшення критичної температури вимерзання залежить від тривалості та величини максимальної температури при відлигах, а також розраховані величини відхилення фактичної критичної температури вимерзання від розрахованої

Таблиця. 2.7 – Залежність критичної температури вимерзання сортів озимої пшениці від середньої з мінімальних температури ґрунту на глибині вузла кущіння

| Середня мінімальна температура на глибині вузла кущіння (в °С) за період від дати переходу її через 0°С до дати визначення критичної температури | Критична температура сортів озимої пшениці різної морозостійкості (в °С) | | |
|---|---|---|---|
| | вище середньої | середня | Нижче середньої |
| | Одеська 3, Одеська 16 | Українка, Білоцерківська 198, Миронівська 808 | Безоста 1 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 | -14,0 | -14,0 | -13,8 |
| -0,6 | -15,2 | -15,1 | -14,2 |
| -1,2 | -16,6 | -16,1 | -14,9 |
| -1,8 | -17,7 | -16,9 | -15,7 |
| -2,4 | -18,8 | -17,7 | -16,3 |
| -3,0 | -19,6 | -18,3 | -16,4 |
| -3,6 | -20,3 | -18,7 | -16,5 |
| -4,2 | -20,8 | -19,1 | |
| -4,8 | -21,2 | -19,2 | |
| -5,4 | -21,6 | -19,4 | |
| -6,0 | -22,0 | -19,5 | |

Таблиця 2.8 – Поправка на розраховану критичну температуру при відлигах у другій половині зими

| Місяць | Декада | Середня максимальна температура повітря за декаду ( в ºС ) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 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 |

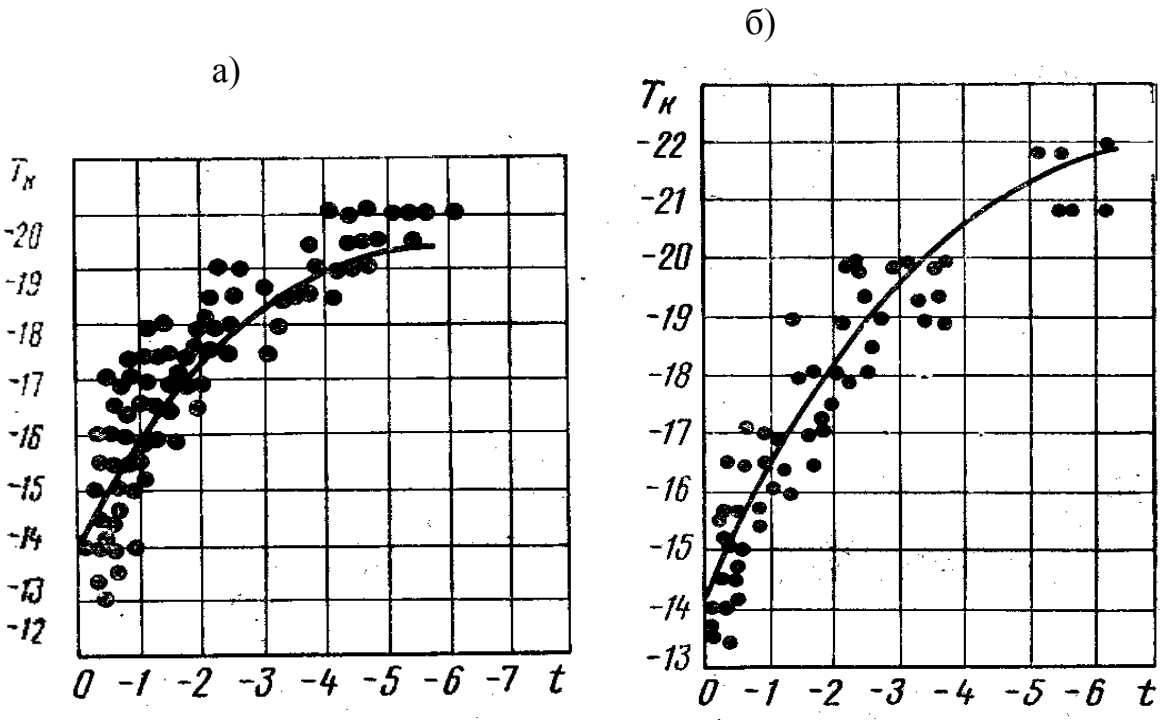


Рис. 5 – Залежність критичної температури вимерзання озимої пшениці сортів середньої (а) та високої (б) морозостійкості від середньої з мінімальних температур ґрунту на глибині вузла кущіння.
а – сорти Білоцерківська 198, Миронівська 808; б – сорти Одеська 3, Одеська 16.

в залежності від середньої із максимальних температур повітря за декаду (табл. 2.8).

Із табл. 2.8 видно, що за однієї і тієї ж середньої максимальної температури за декаду на кожен новий чинник впливають відлиги попереднього періоду.

Розрахунок критичної температури вимерзання слід починати з декади переходу середньої за добу температури повітря через 0º С.

Для використання методу В.М. Лічикакі в оперативній роботі необхідні такі дані:

- щоденні спостереження за мінімальною температурою ґрунту на глибині залягання вузла кущіння; висота снігу;
- середні за декаду із максимальних температур повітря;
- склад сортів вирощуваної озимої пшениці та їх біологічна морозостійкість.

## 2.6 Методи довгострокових прогнозів перезимівлі та стану озимих зернових культур навесні

Довгострокові прогнози перезимівлі озимих культур та сіяних трав складаються окремо для найбільш поширених причин зимового пошкодження посівів для окремих полів. Оскільки на великих площах озимі найчастіше пошкоджуються внаслідок дії комплексу несприятливих факторів, то прогнози умов перезимівлі для великих територій враховують декілька таких факторів.

Взимку найбільш поширеним видом пошкодження є вимерзання.

Прогнози перезимівлі озимих культур засновуються на порівнянні критичної температури вимерзання рослин з мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кущіння впродовж зими.

### 2.6.1 Метод прогнозу вимерзання озимих культур

На більшості території країн СНГ головною причиною загибелі озимини є вимерзання рослин. Вимерзання спостерігається в роки з сильними морозами і малою товщиною снігу або при відсутності його, коли значення мінімальної температури на глибині вузла кущіння буває нижчим значення критичної температури вимерзання впродовж однієї-двох діб. Повна загибель рослин спостерігається при пошкодженні вузла кущіння – єдиного органа озимини, котрий здатний навесні регенерувати нові пагони та коріння.

Метод прогнозу розроблено В.О.Мойсейчик. Він заснований на залежностях зрідженості посівів навесні від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см до 20 лютого з врахуванням середньої кущистості рослин на момент осіннього обстеження [10, 12]. Такі залежності розроблені для найбільш поширених сортів Миронівська 808 та Безоста 1 та їх модифікацій.

Загальна залежність між зрідженістю посівів навесні (У), мінімальною температурою ґрунту на глибині 3 см ($t_3$) та коефіцієнтом кущистості восени (К) для озимої пшениці сорту Миронівська 808 носить нелінійний характер та описується рівнянням:

$$\lg Y = 2{,}660 \lg x - 0{,}129 \lg K - 1{,}733 \qquad (30)$$

Коефіцієнт кущистості розраховується як відношення кількості пагонів до кількості рослин на дату осіннього обстеження посівів.

Для сорту Безоста 1 рівняння має вигляд:

$$\lg Y = 0{,}269(x-5) + 0{,}921 \qquad (31)$$

За цими рівняннями розрахована табл. 2.9.

В.О. Мойсейчик також визначені температури, при яких необхідно підсівати або пересівати пшеницю (табл. 2.10).

Таблиця 2.9 – Залежність зрідженості озимої пшениці (%) від мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння та розвитку рослин восени

| Сорт | Фаза розвитку | Мінімальна температура ґрунту, ºС | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -5 | -10 | -15 | -16 | -17 | -18 | -19 | -20 | -21 |
| Безоста 1 | Сходи –3-й листок | 0 | 12 | 30 | 40 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | кущіння | 0 | 4 | 12 | 18 | 25 | 50 | 100 | 100 | 100 |
| Миронівська 808 | Сходи –3-й листок | 0 | 8 | 25 | 30 | 35 | 50 | 70 | 100 | 100 |
| | кущіння | 0 | 4 | 8 | 10 | 15 | 30 | 50 | 75 | 100 |

Таблиця 2.10 – Значення мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння, при якій озима пшениця потребує підсіву (1) або пересіву (2)

| Сорт | Стан посівів восени | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | В фазі сходів або 3-го листка | | Розкущені та добре загартовані | | Розкущені та слабо загартовані | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Безоста 1 | -15...-17 | Нижче -17 | -17...-18 | Нижче -18 | -16...-17 | Нижче -17 |
| Миронівська 808 | -16...-18 | Нижче -18 | -18...-19 | Нижче -19 | -17...-18 | Нижче -18 |

Для озимого жита дослідження виконані В.А. Шавкуновою [18]. Вона також отримала прогностичні залежності зрідженості посівів озимого жита різних сортів (U) від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см до 20 лютого ($t_2$), а також від мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння (x) та стану рослин восени (К):

для сортів Харківське 55, Харківське 60, В’ятка та В’ятка 2

$$U = 9{,}487t_3^2 + 0{,}374t_3 + 70{,}181 \qquad (32)$$

з врахуванням стану посівів восени :

$$U = 9{,}076t_3 + 0{,}379t_3^2 - 4{,}898K + 0{,}474K^2 + 71{,}201 \qquad (33)$$

Для сортів озимого жита Саратовське 1, Саратовське 4, Саратовське крупнозерне ці залежності мають вигляд:

$$U = 9{,}399t_3 + 0{,}369t_3^2 + 60{,}012 \qquad (34)$$

з врахуванням стану восени :

$$U = 9{,}001t_3 + 0{,}365t_3^2 - 5{,}536K + 0{,}693K^2 + 66{,}411 \qquad (35)$$

Рівняння дійсні при значеннях $t_3$ = -10 ... -25º С; та К = 1,0 - 5,0 пагонів.

Для визначення площі зрідження посівів спочатку розраховується температура ґрунту на глибині вузла кущіння (за рівняннями 30 – 31), при якій зрідженість становитиме 30 або 50 % (табл. 2.9). Потім за рівняннями (20 – 23) розраховується товщина снігу, за якої температура ґрунту на глибині 3 см буде мати ці значення. За даними снігозйомки підраховується кількість промірів з цією товщиною снігу, вона і буде відповідати площі, на якій озиму пшеницю або жито необхідно буде підсівати (кількість промірів, що відповідають товщині снігу, при якій зрідженість посівів становить 30 – 50 %) та пересівати (кількість промірів з товщиною снігу, при якій зрідженість посівів буде більше 50 %). Площа з такими посівами визначається у % від всієї площі посіву. Площа з добрим та задовільним станом озимини визначається таким же методом. При цьому слід пам’ятати, що добрими вважаються посіви, якщо зрідженість їх не перевищує 10 %, а задовільними – якщо зрідженість становить від 11 до 30 % площі. *Техніка розрахунку і приклад наводяться у табл. 2.11*..

Як видно з табл. 2.11, найгірші умови перезимівлі склались у третій декаді грудня, коли мінімальна температура повітря становила - 30º С, а мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см складала -18º С, при товщині снігу 8 см та глибині промерзання ґрунту 50 см. В цю декаду середня товщина снігу за снігозйомкою була 10 см. З даних табл. 2.1 видно, що при температурі ґрунту на глибині 3 см – 18º С, зрідженість добре розкущених посівів складає 30 %. Така ж температура ґрунту можлива при товщині снігу 5 см. Враховуючи, що в цю декаду кількість

Таблиця 2.11 – Прогноз зрідженості посівів пшениці сорту Миронівська 808 на ст. Конотоп, Сумська обл.

| 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 1 $м^2$ | 1000 | | | | | | | |
| Мінімальна температура повітря, ºС | -20 | -16 | -30 | -25 | -18 | -30 | -25 | -20 |
| Мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см, $t_3$ ºС | -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 (табл. 4.13) | 4 | 2 | 30 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 |
| Температура ґрунту (ºС) і висота снігу (см), при яких пшениця зріджується на 30% | -18 | 8см | | | | | | |
| 50% | -19 | 5 | | | | | | |
| >50% | нижче -19 | 4 | | | | | | |
| Площа (% поля) з зрідженістю посівів на весні | | | | | | | | |
| ≤30% | | 42 | | | | | | |
| 31-50% | | 29 | | | | | | |
| >50% | | 13 | | | | | | |

промірів з товщиною снігу менше 5 та 8 см, визначаємо, що площа із зрідженістю посівів більше 30 % рослин навесні становитиме 42 % поля (1+ 7 + 15 + 19). Зрідженість більше 50 % рослин буде спостерігатись на площі с товщиною снігу менше 5 см, тобто на 13 % площі поля (1 + 7 + 5).

Таким чином, прогноз буде такий: зрідженість посівів більше 50 % рослин очікується на площі 13 %, зрідженість 31 – 50 % рослин очікується на 29 % площі поля (42 – 13). У доброму та задовільному стані посіви будуть лише на 58 % площі поля [100 – (29 + 13)].

### 2.6.2 Метод прогнозу умов перезимівлі по території України

У зерновому господарстві України озимі зернові культури займають біля 30 % всієї посівної площі. Провідна роль серед озимих культур належить озимій пшениці. В.М. Лічикакі за характером перезимівлі озимих культур в Україні виділив три головних райони:

– західний (Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська, Тернопільська та Чернівецька області) – середня багаторічна загибель озимої пшениці на цій території не перевищує 10 %;

– центральний (Вінницька, Київська, Кіровоградська, Одеська, Сумська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська, Херсонська та західна частина Полтавської області) – середня загибель озимої пшениці не перевищує 20 %;

– східний (Луганська, Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Харківська, Миколаївська та більша частина Полтавської області) – середня загибель озимої пшениці перевищує 20 %.

Метод прогнозу вимерзання озимих культур в Україні та стан їх на момент відновлення вегетації засновується на порівнянні фактичної або розрахованої критичної температури вимерзання озимини з мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кущіння теж фактичною, або прогнозованою.

В.М. Лічикакі була знайдена залежність мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння від середньої температури повітря за добу та висоти снігу (рис. 6).

Для прискорення розрахунків температури ґрунту на глибині вузла кущіння зняті з графіка (рис. 6) її значення представлені у табл. 2.12.

Якщо відома середня за добу (декаду) температура повітря і висота снігу, то з табл. 2.12 легко визначається мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння.

На території України вирощуються здебільшого сорти, які при доброму стані восени та доброго загартування мають критичну температуру вимерзання: -22 – -24º С – жито; -20 – -22º С – озима пшениця високої

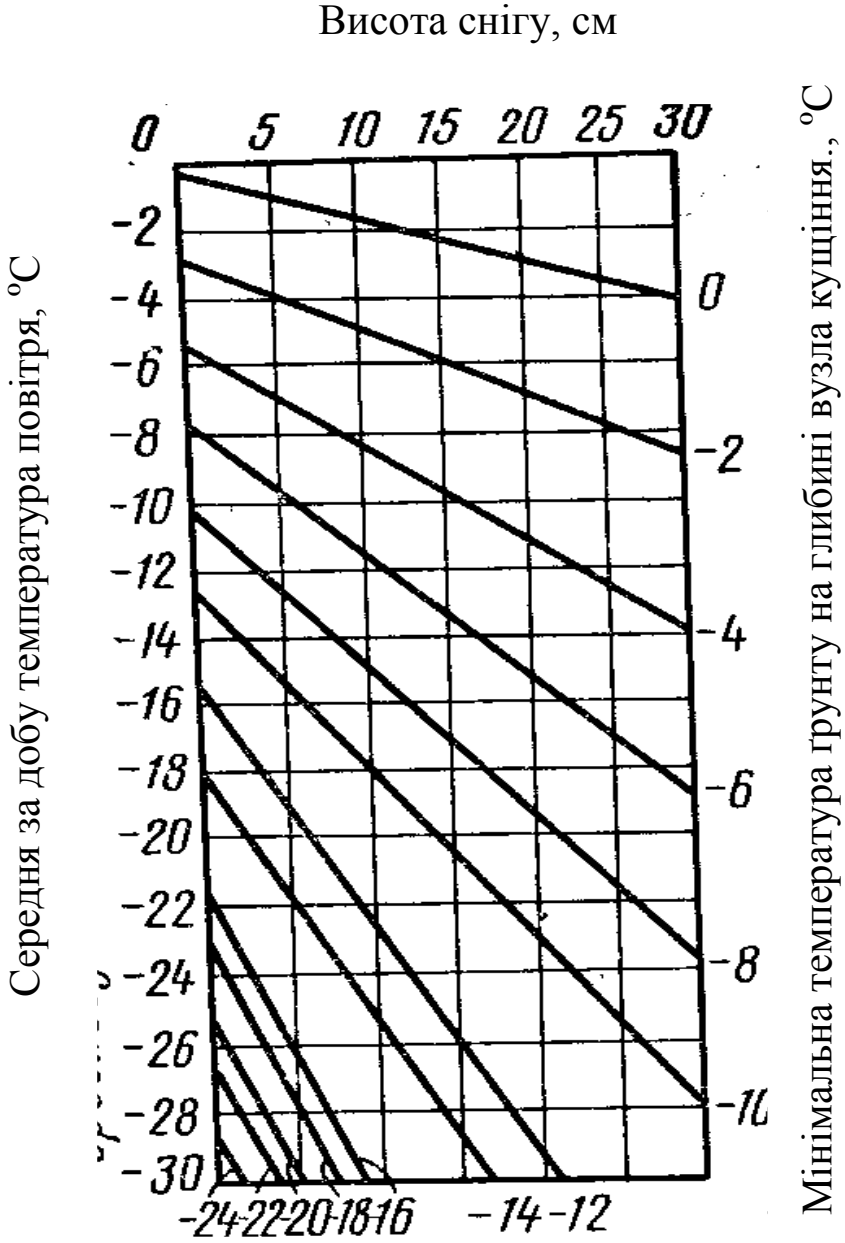


Рис. 6 – Залежність мінімальної температурі ґрунту на глибині вузла кущіння (3 см) від середньої добової температури повітря і висоти снігу.

Таблиця 2.12 – Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння від середньої за добу температури повітря і висоти снігу

| Середньо добова температура повітря (в ˚С) | Висота снігового покриву (в 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 | -14,3 | -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 |
| -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 |

Продовження табл. 2.12.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -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 |
| -29 | -24,4 | -23,3 | -22,3 | -21,1 | -19,9 | -18,8 | -17,7 | -16,8 | -15,9 | -15,0 | -14,0 | -13,8 | -13,7 | -13,7 | -14,0 |
| -30 | -25,8 | -24,0 | -23,1 | -21,8 | -20,6 | -19,5 | -18,4 | -17,4 | -16,5 | -15,5 | -14,5 | -14,3 | -14,1 | -14,1 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

морозостійкості; -19 – -20º С пшениця середньої морозостійкості та -15 – - 18º С – сорти низької морозостійкості; - 12 – -15º С – ячмінь.

У другу половину зими морозостійкість озимих культур зменшується завдяки цілій низці факторів, серед яких провідне місце займають відлиги та втрата цукру клітинами вузла кущіння. Слід зазначити, що несприятливі умови восени призводять до того, що озимі перед припиненням вегетації часто мають тільки задовільній, а то й незадовільний стан. В таких випадках значення критичної температури значно вище (-11 – -14º С). За значеннями критичної температури сорти озимої пшениці, що вирощуються на Україні, поділяються на три групи:

1 – зимостійкість вище середньої (Одеська 16, Одеська 3, Краснодарська 39 та ін.).

2 – середня зимостійкість (Одеська 51, Одеська 21, Миронівська 808, Миронівська Ювілейна, Іллічівка, Білоцерківська 198, Орбіта, Прибой та ін.).

3 – зимостійкість нижче середньої (Безоста 1, Аврора, Кавказ, Дніпровська 521, Поліська 70, Мічуринка, Новомічуринка, Одеська Ювілейна, Рубіж та ін.).

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

$$K = \frac{T_{\min}}{T_{kp}} \qquad (36)$$

Були встановлені кількісні зв’язки між коефіцієнтом морозонебезпечності та зрідженістю озимих посівів від вимерзання (табл. 2.13).

Таблиця. 2.13 – Залежність зрідженості U (%) озимих культур до весни від коефіцієнта морозостійкості *К*.

| Озима культура | Рівняння зв’язку | Помилка рівняння $E_u$, % | Кореляційне відношення ŋ |
|---|---|---|---|
| Пшениця | $U = 77{,}94K^{4{,}79}$ | ±17 | 0,929±0,018 |
| Жито | $U = 47{,}90K^{3{,}69}$ | ±14 | 0,920±0,014 |
| Ячмінь | $U = 90{,}26K^{3{,}0}$ | ±14 | 0,954±0,034 |

За рівняннями (табл. 2.13) розрахована (табл. 2.14) для визначення площі загибелі озимих культур (%) від вимерзання а також площа можливого пересіву озимої пшениці (табл. 2.15).

Для використання методу В.М. Лічикакі при складанні прогнозу перезимівлі озимих культур та їх стану навесні необхідно використовувати такі дані:

– щоденні значення мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння за увесь зимовий період до дати складання прогнозу (з температурою повітря нижче 0º С);

Таблиця. 2.14 – Коефіцієнт морозонебезпечності *К* і відповідна йому зрідженість U озимих культур від вимерзання

| Коефіцієнт морозонебезпечності *К* | | | Зрідженість U % на 1м$^2$ |
|---|---|---|---|
| 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 |
| ≥1,07 | ≥0,97 | ≥0,89 | >60 |

– середнє значення максимальної температури повітря по декадах за той же період;

– критичну температуру вимерзання зернових культур (фактичну, або розраховану).

Розрахунки виконуються у робочій таблиці РБ-10, які видає викладач.

Для працівників сільського господарства важливе значення мають відомості не тільки про зрідженість посівів, але й про величину площі поля (%) можливого пересіву озимини, яка загинула зовсім або дуже пошкоджена. Тому В.М. Лічикакі було отримане рівняння зв'язку між коефіцієнтом морозонебезпечності (К) та площею пересіву озимих, що загинули взимку (S):

$$S = 0{,}479K + 158{,}5 \qquad (37)$$

Для зручності розрахунків побудована табл. 2.15.

*Техніка складання прогнозу і приклад наведені у таблиці 2.16. Приклад*: скласти прогноз зрідженості озимої пшениці взимку від вимерзання для ст. Луганськ (табл. 2.16). Із табл. 2.16 видно, що в районі агрометеорологічної станції Луганськ спостерігались найбільш несприятливі умови для перезимівлі озимої пшениці наприкінці січня та у першій та другій декадах лютого. Коефіцієнт морозонебезпечності на

другу декаду лютого мав максимальне значення (0,98), що відповідає більше 60 % зрідження посівів навесні.

Таблиця 2.15 – Коефіцієнт морозонебезпечності *К* і відповідна йому площа можливого пересіву S озимої пшениці по району

| *К* | S | К | S |
|---|---|---|---|
| 0,51 – 0,60 | 6 – 10 | 0,81 – 0,90 | 29 – 46 |
| 0,61 – 0,70 | 11 – 17 | 0,91 – 1,0 | 47 – 76 |
| 0,71 – 0,80 | 18 – 20 | >1.0 | >76 |

У наведеному вище прикладі (табл. 2.15) за значення коефіцієнта морозонебезпечності 0,98 площа полів, на яких необхідно пересівати озиму пшеницю, становить біля 70 %.

### 2.6.3 Метод прогнозу загибелі озимих культур від пошкодження льодовою кіркою

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 викликає значне пошкодження посівів озимих культур [10].

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).

За головний показник шкідливості льодової кірки приймається її товщина. Крім того, на пошкодження озимини впливає також тривалість залягання льодової кірки на полях. В.М. Лічикакі на основі обробки багаторічних спостережень побудовано графік залежності загибелі озимих культур від товщини льодової кірки при тривалості її залягання більше чотирьох декад (рис. 7), а також розраховані відповідні рівняння (табл. 2.17)

Якщо тривалість залягання льодової кірки менше чотирьох декад, то пошкодження посівів буває незначним, або зовсім відсутнє.

Таблиця 2.16 – Приклад визначення коефіцієнта морозонебезпечності можливої загибелі озимої пшениці вище середньої морозостійкості за даними гідрометеорологічної станції Луганськ

| Місяць | Декада | Температура повітря (в ºС) | | | Середня висота сніжного покриву на озимих посівах (в | Товщина притертої льодової кірки (в см) | Мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см (в ºС) | | | | Критична температура (в ºС) | | | Коефіцієнт морозонебезпечності | Загибель рослин (в %) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | середня | мінімальна | середня з максимальних | | | середня за декаду | сума середніх мінімальних температур наростаючим підсумком | середня за попередній зимовий період | абсолютний мінімум за декаду | розрахункова | поправка на критичну температуру при відлизі | з помилкою | | розрахункова | за даними відрощування |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| XI | 1 | -2,2 | -10,8 | -0,9 | 0 | 0 | -1,3 | -1,3 | -0,6 | -1,6 | -15,2 | 0 | -15,2 | 0,10 | 0 | – |
| | 2 | +1,2 | -2,8 | +2,5 | 0 | 0 | 0 | -1,3 | -0,4 | -0,6 | -14,8 | 0 | -14,8 | 0,04 | 0 | – |
| | 3 | -6,7 | -21,4 | -3,0 | 6 | 0 | -3,9 | -5,2 | -1,3 | -8,0 | -16,8 | 0 | -16,8 | 0,48 | 0 | – |
| XII | 1 | -5,2 | -21,9 | -2,7 | 1 | 2,2 | -3,7 | -8,9 | -1,8 | -10,8 | -17,7 | 0 | -17,7 | 0,61 | 1-20 | – |
| | 2 | -12,8 | -24,8 | -9,6 | 3 | 3,1 | -9,2 | -18,1 | -3,0 | -15,5 | -19,6 | 0 | -19,6 | 0,79 | 21-40 | – |
| | 3 | -13,8 | -24,6 | -9,6 | 8 | 2,3 | -7,2 | -25,3 | -3,6 | -13,4 | -20,3 | 0 | -20,3 | 0,66 | 1-20 | 14 |
| I | 1 | -23,2 | -33,1 | -17,8 | 11 | 2,2 | -10,7 | -36,0 | -4,5 | -15,9 | -21,0 | 0 | -21,0 | 0,76 | 21-40 | – |
| | 2 | -17,9 | -34,4 | -14,5 | 17 | 2,2 | -7,3 | -43,3 | -4,8 | -18,8 | -21,2 | 0 | -21,2 | 0,89 | 41-60 | 28 |
| | 3 | -9,3 | -18,8 | -4,7 | 21 | 2,2 | -2,5 | -45,8 | -4,6 | -6,6 | -21,1 | 0 | -21,1 | 0,31 | 0 | 25 |
| II | 1 | -12,8 | -29,5 | -7,9 | 21 | 2,2 | -4,3 | -50,1 | -4,6 | -12,2 | -21,1 | 0 | -21,1 | 0,58 | 0 | 43 |

Таблиця 2.17 – Прогностичні залежності зрідженості посівів від середньої товщини льодової кірки

| Озима культура | Рівняння зв'язку | Номер рівняння | Помилка рівняння, $E_u$ | Кореляційне відношення, ή |
|---|---|---|---|---|
| Пшениця | $U = 1{,}8m^2 + 2{,}8m + 5{,}4$ | (4.19) | ±10 | 0,831±0,043 |
| Жито | $U = 2{,}03m^2 + 0{,}81m + 7{,}9$ | (4.20) | ±10 | 0,810±0,030 |

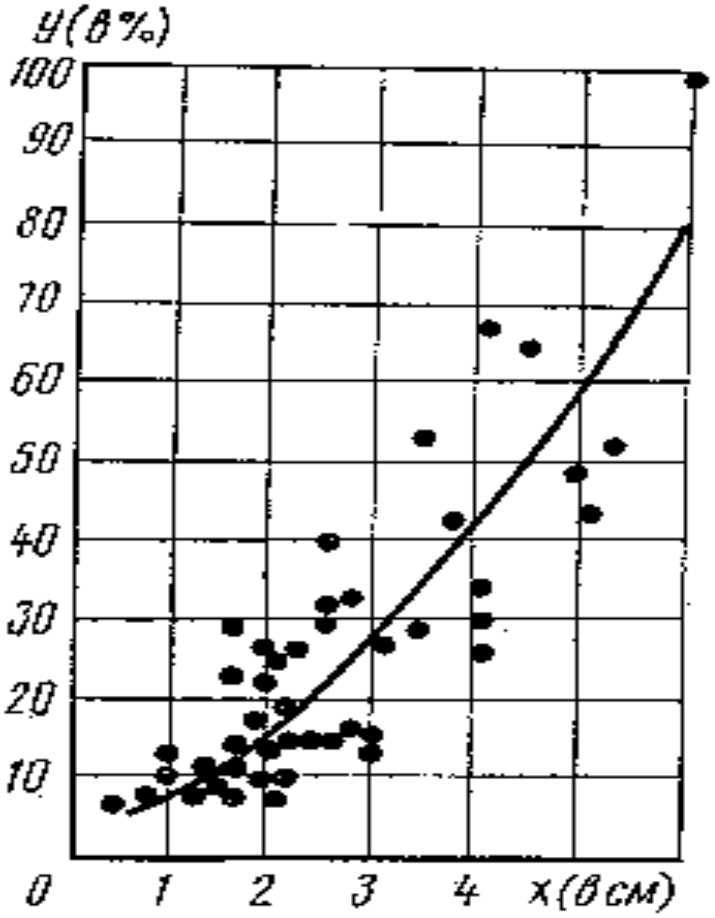


Рис. 7 – Залежність загибелі озимої пшениці (У) від середньої товщини льодової кірки (Х) за час її залягання впродовж 4-х і більше декад.

В.М. Лічикакі для зручності користування також розрахована таблиця зрідженості посівів озимих навесні від льодової кірки різної товщини (табл. 2.18).

Розрахунок загибелі озимих культур від льодової кірки виконується у такій послідовності: спочатку із матеріалів спостережень виписуються відомості про наявність та товщину льодової кірки. Потім розраховується середня товщина притертої льодової кірки за весь період спостережень поточного року і тільки після цього з табл. 2.18 визначається зрідженість посівів (%).

Таблиця. 2.18 – 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 |

При виконанні розрахунків загибелі озимих культур від льодової кірки слід враховувати її розповсюдження по полю. Якщо поле вкрите на 80 – 100%, то виконані розрахунки будуть мало відрізнятись від фактичної величини. Якщо льодова кірка розповсюджена на 50 % поля, а зрідженість становитиме 35 %,то слід відзначати, що загибель рослин 30 % спостерігатиметься на 50 % поля. У таких випадках озимі, які восени були погано розвинені, пересівають, а добре розвинені – підсівають.

## 2.7 Методи прогнозу вимерзання озимих культур на великих площах

Як і для окремого поля, для великих територій існує тісний зв’язок між площею з загиблими рослинами та середньою по території області або

краю, чи регіону мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кущіння до 20 лютого (рис. 8)

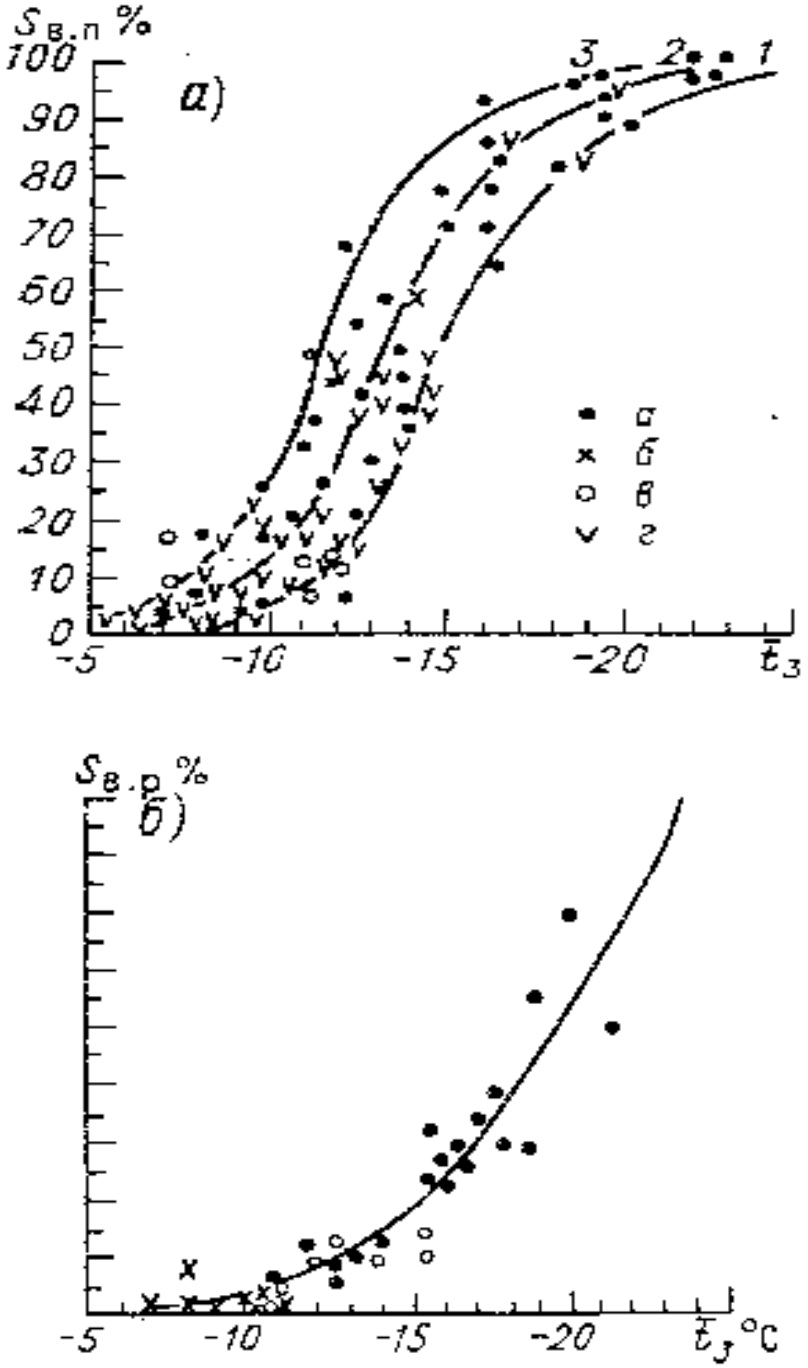


Рис. 8 – Залежність площі з загиблими посівами ($S_в$) озимих культур (%) від середньої по області мінімальної температури ґрунту ($t_З$) до 20 лютого; а) посіви озимої пшениці; б) посіви озимого жита.

1 – пшениця сорту Миронівська 808, стан посівів – добрий; 2 – те ж, але стан посівів задовільний; 3 – слабко морозостійкі сорти, стан посівів поганий.

Аналіз кривих на рис. 8 показав, що площі з загиблими посівами (%) швидко збільшуються при зменшенні температури ґрунту на глибині вузла кущіння до – 10º С. Для більш точного розрахунку площі загибелі озимих посівів слід розраховувати мінімальну температуру по області не менш як по 10 станціях. За меншої кількості станцій помилка збільшується на 15 %.

Очікувана площа загибелі посівів озимих культур від вимерзання підраховується окремо для озимого жита та для озимої пшениці, потім підсумовується. Розміри очікуваної площі загибелі озимого жита розраховуються за рівнянням В.А. Шавкунової [18]:

$$S_м = 0{,}313(t_З + 5)^2 + 1{,}336(t_З + 5) + 2{,}238 \qquad (38)$$

де $S_м$ – площа з загиблими посівами озимого жита (у відсотках загальної посівної площі озимих по області );

$t_З$ – середня по області температура ґрунту на глибині вузла кущіння до 20 лютого.

Розміри площ з загиблими посівами озимої пшениці визначаються за допомогою рис. 8 у відповідності з сортами та станом посівів перед припиненням вегетації. Загальна площа загиблих посівів визначається як сума площ окремо визначених для озимого жита та озимої пшениці різного стану восени та різної морозостійкості. Оскільки точність розрахунків для озимої пшениці складає ± 5 %, озимого жита – ± 10 %, то в прогнозі вказуються можливі межі розмірів площ з загиблими посівами.

Площа посівів, які збереглися в доброму та задовільному стані, визначається як різниця між загальною площею посівів та площею посівів, що загинули.

Розрахунки виконуються у робочій таблиці РБ-2, яку видає викладач.

## 2.8 Метод прогнозу загибелі рослин за результатами відрощування

Цей метод застосовується для уточнення головного прогнозу, який розглянутий вище.

Однією з характеристик стану озимини в різні періоди зими є результати відрощування зразків рослин 25 грудня, 25 січня та 23 лютого. Результати відрощування зразків завжди показують, що зрідженість посівів на кінець зими та початок весни збільшується. Це пояснюється тим, що пошкоджені рослини не витримують тривалої зимівлі, сильно виснажуються та ранньою весною зовсім гинуть при різких коливаннях

температури повітря, перезволоження та багаторазового замерзання і відмерзання ґрунту.

Для характеристики стану озимих посівів в цілому по території області добрим чинником є відсоток зразків рослин (по відношенню до загальної їх кількості по території) із зрідженістю посівів більше 10 %.

Враховуючи добру кореляційну залежність між зрідженістю посівів при відрощуванні зразків рослин, що взяті 23 лютого та навесні на ділянках спостереження, В.О. Мойсейчик знайшла прогностичні залежності між площею з загиблими посівами навесні та результатами відрощування зразків рослин.

Залежності між площею з загиблими посівами (%) озимих культур по території окремих областей ($S_в$) та відсотком площ з підвищеною зрідженістю за результатами відрощування на 23 лютого (х) розроблені окремо для полів з доброю та поганою вологозабезпеченістю посівів восени:

для випадків з поганою вологозабезпеченістю:

$$S_в = 0{,}82x + 18{,}68 \qquad (39)$$

з доброю вологозабезпеченістю:

$$S_в = 1{,}12x - 1{,}36 \qquad (40)$$

Ці рівняння дозволяють розраховувати площу з загиблими посівами у відсотках від загальної площі посівів озимих культур в цілому по території області, краю чи економічного району. Розрахунки мають добру справджуваність у випадку використання спостережень більше 10 станцій, що рівномірно розташовані по території.

Прогноз площ вимерзання озимих культур складається за зиму двічі: перший – 22 – 25 лютого, другий – 15 – 20 березня. Перший прогноз – головний, другий – його уточнення. Прогноз уточнюється у випадках, якщо різниця між очікуваними розмірами площ за основним прогнозом та уточнюючим перевищує 5 %. Обидва прогнози складаються з короткого тексту, таблиці з очікуваним навесні станом озимини та карти, на якій вказуються райони загибелі посівів та причини загибелі.

Приклад розрахунку очікуваних площ з різним станом озимих культур навесні наводиться в табл. 2.19.

Таблиця 2.19 – Розрахунок очікуваної площі з різним станом озимих культур навесні (прогноз складається 21 лютого, уточнюється – 15 березня)

| Територія | Загальна площа озимих на зерно, зелений корм і випас, тис. га на 25 грудня | Площа посіву | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | озиме жито | | озимий ячмінь | | Миронівська 808 | Безоста 1 | Інші сорти | Всього | |
| | | тис. га | % | тис. га | % | тис. га | | | тис. га | % |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Липецька | 475,0 | 76,9 | 16,0 | 0 | 0 | 318,4 | 0 | 79,7 | 398,1 | 84,0 |

| Територія | Площа озимих посівів на 20 листопада | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | добрих і відмінних | | | | задовільних | | | | поганих (втому числі і тих, що не зійшли) | | | |
| | жито | | пшениця | | жито | | пшениця | | жито | | Пшениця | |
| | Тис. Га | % | тис. га | % | тис. га | % | тис. га | % | тис. га | % | тис. га | % |
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| Липецька | 69,2 | 90 | 370,2 | 93 | 7,7 | 10 | 27,9 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Територія | Середнє значення по області (району) | | | Кількість проб із зрідженістю більше 10 % рослин 23 лютого у озимих | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння | зрідженість посівів до 23 лютого | | | | |
| | | жита | пшениці | Жита | Пшениці | Загальна (%) |
| | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Липецька | -12,0 | 7 | 8 | 12,5 | 20 | 18,8 |

Продовження табл. 4.19.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Територія | Очікуваний стан озимих посівів навесні | | | | | |
| | озимого жита | | | | озимої пшениці | |
| | добрих і задовільних | | поганих | | добрих і задовільних | поганих |
| | тис. га | % | тис. га | % | тис. га | % | Тис. га | % |
| | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| Липецька<br>основний прогноз (21.02) | 69,2 | 90 | 7,7 | 10 | 338,3 | 85 | 59,8 | 15 |
| уточнення (15.03) | 72,0 | 94 | 4,9 | 6 | 313,3 | 78,8 | 84,8 | 21,2 |

| Територія | Очікуваний стан озимих посівів навесні | | | | | | Площа поганих посівів (%) за період |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | добрих і задовільних | | Поганих | | | | |
| | | | найбільш можлива площа | | можливі границі | | |
| | тис. га | % | тис. га | % | тис. га | % | максимум-мінімум |
| Липецька<br>основний прогноз (21.02) | 407,5 | 85,8 | 67,5 | 14,2 | 25-110 | | 86,0-0,3 |
| уточнення (15.03) | 385,7 | 81,2 | 89,3 | 18,8 | 55-120 | | 86,0-0,3 |

Очікувані площі з поганим станом озимої пшениці визначаються за рис. 8 (а), а озимого жита – рис. 8 (б). Обов'язково враховується розмір площі з поганим станом восени. Якщо райони з поганим станом посівів восени не співпадають з районами поганої перезимівлі, то очікувана площа озимих поганих посівів навесні визначається як сума площ з поганим станом восени та очікуваної площі з загибеллю посівів взимку. В дуже теплі зими, коли посіви взимку, особливо на півдні, продовжують зростання і розвиток, то із отриманої площі з поганим станом віднімається площа, на якій стан посівів покращився. В такі роки для підвищення справджуваності прогнозу виконують додаткове авіаційне обстеження посівів.

У тому ж випадку, коли площі з поганим станом восени та взимку співпадають, очікувана площа з поганим станом посівів навесні визначається як сума площ з поганим станом восени та площ, на яких озимі загинули взимку. Останні розраховуються тільки з врахуванням площ посівів у доброму та задовільному стані

## 2.9 Комплексний метод довгострокових прогнозів перезимівлі озимих культур на великих площах

Загибель озимих культур взимку найчастіше відбувається під дією комплексу несприятливих агрометеорологічних умов. При цьому вплив кожного із факторів на рослини буде зовсім інший, ніж в умовах окремої дії будь - якого фактора.

Для рослин вплив комплексу факторів найбільш небезпечний. В.О. Мойсейчик на основі обробки багаторічних спостережень за агрометеорологічними чинниками та станом озимих посівів навесні встановила, що рідко в які роки на стан зимуючих культур діє один агрометеорологічний чинник. Майже кожну осінь за різних обставин озимі культури закінчують вегетацію у різному стані – від дуже доброго до поганого. При чому це може спостерігатись не тільки на великих площах, але і на окремих полях.

В.О. Мойсейчик розробила прогностичні залежності, які враховують вплив на зимуючі рослини головних чинників перезимівлі: мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння, притертої льодової кірки, тривалості залягання на полях потужного снігового покриву, осінньої посухи або нестачі тепла, а також стан озимих після припинення вегетації їх восени.

Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння сама є комплексним показником, тому що її величина визначається інтенсивністю і тривалістю дії морозів, висотою снігу, строком його встановлення та характером розподілу на полях, а також глибиною

промерзання ґрунту. Глибина промерзання ґрунту характеризує міру охолодження ґрунту за весь попередній період.

Враховуючи те, що мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння залежить від перелічених факторів, то в прогностичному рівнянні враховувалась тільки вона.

Площа розповсюдження льодової кірки залежить від її середньої товщини. За чинник, який характеризує вплив льодової кірки на рослини, в прогностичному рівнянні застосовується середня товщина льодової кірки (рис. 9)

Стан озимих посівів після припинення вегетації оцінюється двома чинниками: площею з поганим станом посівів за наслідками авіаційного або маршрутного наземного обстеження ($S_o$) і середньою кущистістю посівів по області К. Площа з поганим станом восени визначається вологозабезпеченістю посівів, особливо посіяних по непарових попередниках.

Кущистість озимих після припинення вегетації є побічним показником міри підготовленості рослин до зимівлі. Добре розвинені посіви мають більш високу зимостійкість, ніж слабкі або перерослі. Середня по області кущистість рослин характеризує забезпеченість рослин восени теплом та вологою, а також терміни сівби і розміри площ по чорних парах.

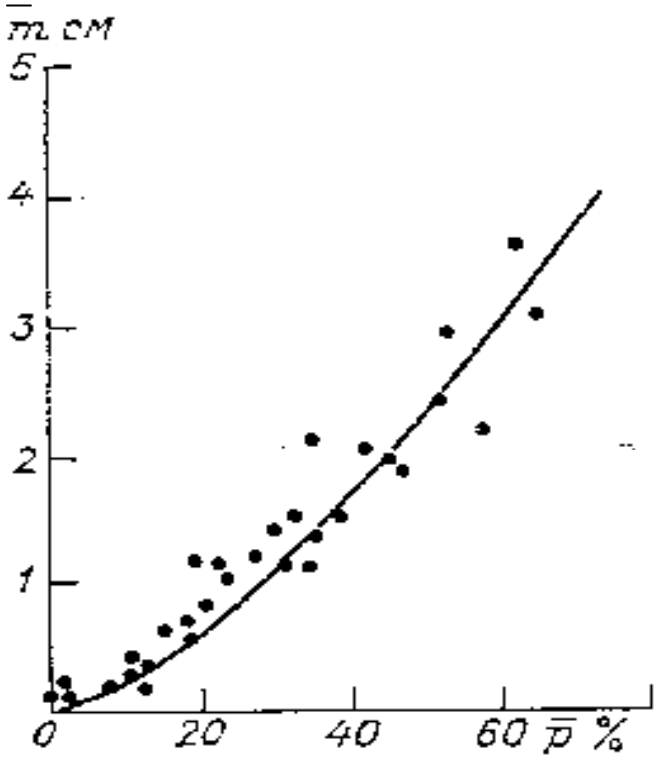


Рис. 9 – Зв’язок між середньою по області товщиною льодової кірки (m) та площею її розповсюдження на полях з озимими культурами (p).

В.О. Мойсейчик розрахувала прогностичні рівняння окремо для різних грунтово-кліматичних зон з врахуванням районованих сортів у цих зонах.

Для районів вирощування слабозимостійких сортів озимих культур (південь України, Молдова, Ростовська область Росії та Північний Кавказ) прогностична залежність має вираз:

$$S_в = 0{,}989S_o - 0{,}691K - 0{,}189K^2 + 0{,}270t_З + 0{,}196t_З^2 + 4{,}865m - 0{,}34 \qquad (41)$$

де $S_в$ – очікувана навесні площа (%) озимих з поганим станом, що вимагає пересіву ярими культурами;

$S_o$ – площа з поганим станом посівів восени;

$K$ – середня по області кущистість озимих культур після припинення вегетації восени;

$t_З$ – середня по області мінімальна температура ґрунту га глибині вузла кущіння до 20 лютого;

$m$ – середня товщина льодової кірки (см) по області за період з січня по 20 лютого (п'ять декад).

Рівняння застосовується при значеннях $t_З$ нижче – 5° С. Помилка цього рівняння 5 % площі посіву забезпечена у 75 % випадків, а менше 10 % площі посіву – у 93 % випадків.

У більш північних районах України та Росії вирощуються більш морозостійкі сорти озимої пшениці. Головним чином це Миронівська 808. Вирощується також озиме жито на більших площах, ніж на півдні. Тому В.О. Мойсейчик отримані прогностичні залежності для розрахунків площ з поганим станом озимих культур навесні.

Для розрахунків очікуваної площі з загиблими посівами озимих культур в цілому внаслідок сильних та довготривалих морозів (коли середня по області мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння становить –15° С та нижче) і притертої льодової кірки використовується рівняння (42)

$$S_в = 0{,}11S_o - 0{,}132K - 0{,}59K^2 - 3{,}10t + 0{,}02t^2 + 5{,}45m - \\ - 0{,}07S_n + 0{,}002S_{n^2} - 14{,}50 \qquad (42)$$

В цьому рівнянні також враховуються розміри площ з посівами озимої пшениці (у % від загальної посівної площі озимих) через те, що вона має меншу зимостійкість, ніж озиме жито ($S_n$). Інші позначки в рівнянні ті ж, що і у (41) та (42).

В ті зими, що характеризуються значеннями мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння вище –15º С, на озимі культури впливає також притерта льодова кірка та короткочасні сильні морози, прогноз перезимівлі краще складати за рівняннями розрахованими окремо для озимого жита та озимої пшениці.

Очікувана площа з поганим станом озимої пшениці після перезимівлі $S_{в.п.}$ (у % посіву цієї культури) розраховується за рівнянням:

$$S_{в.п.} = 1{,}017S_O - 1{,}060t + 5{,}34m - 3{,}689 \qquad (43)$$

У цьому рівнянні значення складових ті ж, що і у (42 та 43).

В нечорноземних районах України та Росії, де переважно сіють озиме жито, та вирощуються найбільш морозостійкі сорти озимої пшениці для складання довгострокових прогнозів перезимівлі в роки з невеликим снігом пошкодження рослин можливе не тільки від сильних морозів, але й від притертої до ґрунту льодової кірки. Тому використовується рівняння:

$$S_в = 0{,}643S_0 - 3{,}388K + 0{,}62K^2 + 0{,}262t_3 + 0{,}087t_3^2 + 0{,}613m + \\ + 0{,}150S_n - 0{,}002S_n^2 + 8{,}36 \qquad (44)$$

При складанні прогнозів загибелі озимих у кожному році насамперед оцінюються умови зимівлі і тільки після цього вибираються рівняння для розрахунку площі загибелі посівів.

Аналіз рівнянь та коефіцієнтів регресії показав, що значення одних і тих же факторів в різних грунтово-кліматичних зонах та при різних агрометеорологічних умовах зимівлі посівів неоднакові. Так, роль притертої льодової кірки у нечорноземних районах значно менше ніж у чорноземних. Площа з поганим станом озимих восени відіграє більшу роль у чорноземних районах, де на стан посівів впливає осіння посуха.

Агрометеорологічні прогнози перезимівлі озимих культур комплексним методом складаються в роки, коли декілька несприятливих явищ впливають на перезимівлю озимих культур одночасно. Крім того, слід пам’ятати, що в південних районах взимку можливе відновлення вегетації і покращання стану озимих посівів. Тому площа з поганим станом посівів восени перед складанням прогнозу повинна бути уточнена.

## 2.10 Оцінка агрометеорологічних умов у районах затоплення рослин ранньою весною

Значні пошкодження озимих культур спостерігаються при тривалому 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 [19].

Встановлено, що затоплення рослин водою восени та взимку менш небезпечне, 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.

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

$$U = 3{,}50n + 5{,}20t_в - 22{,}62 \qquad (45)$$

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

За рівнянням (45) розраховується зрідженість посівів з першого дня затоплення. Якщо фактичні спостереження за затопленням відсутні, то початок періоду затоплення (у) розраховується за датою стійкого переходу температури повітря через 0° С навесні (х) за рівнянням:

$$У = 0{,}97x + 5{,}5 \qquad (46)$$

Закінчення періоду затоплення талими водами (у) за відсутності прямих спостережень розраховується за датою повного відтанення ґрунту (х):

$$У = 0{,}88x + 10{,}4 \qquad (47)$$

Рівняння використовується, якщо глибина промерзання ґрунту становить не менше 30 см і не більше 80 см. При підрахунках в рівняння (41 та 47) підставляється кількість днів від першого січня.

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

$$T_в = 0{,}80T - 0{,}24 \qquad (48)$$

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

Крім зазначених вище факторів, на кількість загиблих від вимокання рослин також впливають міра зволоження ґрунту восени перед початком

зими та кількість опадів за зиму. При поганому зволоженні ґрунту восени та малої кількості опадів взимку талі води швидко проникають в нижні шари ґрунту і застою води не спостерігається. Встановлено, що вимокання посівів практично не спостерігається, якщо за зиму випало менше 230 мм опадів. Тому кількісна оцінка агрометеорологічних умов, що викликають пошкодження від вимокання, виконується лише у тому випадку, коли з 1 вересня до переходу температури повітря через 0º С навесні випало більше 230 мм опадів.

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

$$S_в = 0{,}37u + 0{,}04 \qquad (49)$$

Таким чином, за даними метеорологічних елементів визначається не тільки зрідженість посівів, а і площа із цією зрідженістю. Повна загибель від вимокання явище досить рідкісне. Але врожайність посівів, пошкоджених від вимокання, значно менше врожайності здорових рослин.

## 2.11 Прогноз площ озимих культур різної зрідженості в Україні

Повторність років з несприятливими умовами перезимівлі в різних регіонах України становить 5 – 10 %. В такі роки зменшення врожаю становить від 0,5 до 1 т/га. Тому прогнози зрідженості посівів дають змогу господарствам завчасно підготуватись до підсіву та пересіву озимих культур. У попередніх розділах розглядались методи прогнозів загибелі озимих культур від різних причин.

В Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті (УкрНДГМІ) запропоновано метод прогнозу весняної зрідженості посівів озимих культур та розрахунок її розподілу по території, що дозволяє за півтора-два місяці до відновлення вегетації визначити очікувану середню зрідженість посівів по області або району, розрахувати частку полів в області з найменшою, середньою та найбільшою зрідженістю, підготувати рекомендації про площі підсіву та пересіву озимих культур.

Для складання прогнозу використовуються відомості про кущистість культур та зрідженість посівів, восени визначених за допомогою аеровізуального обстеження.

### 2.11.1 Метод прогнозу весняної зрідженості посівів озимих культур на великих площах в Україні

Головними показниками стану озимих культур після відновлення вегетації навесні є фази розвитку рослин та зрідженість посівів. Фази розвитку рослин навесні майже не відрізняються від фаз розвитку культур восени перед припиненням вегетації. Стан культур перед припиненням вегетації визначається за допомогою авіаобстежень.

Зрідженість посівів внаслідок впливу несприятливих умов під час перезимівлі змінюється дуже в широких межах. Тому й виникає необхідність у завчасних її розрахунках. А.А. Бердник та В.П. Дмитренко запропонували метод прогнозу зрідженості посівів взимку в залежності від зрідженості посівів восени ($И_о$) та від впливу на рослини температури ґрунту на глибині вузла кущіння.

Модель очікуваної навесні зрідженості на території області має вигляд:

$$И_в = И_о + Ф(p) \qquad (50)$$

де $Ф(p)$ – зміна зрідженості за зиму внаслідок впливу несприятливих умов.

В рівнянні $И_о$ – це зрідженість посівів восени за півтори-два тижні до припинення вегетації. А функція $Ф(p)$ – характеризує роль мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння взимку. Вона розраховується за формулою:

$$Ф(p) = 0{,}33t_3 + 3{,}54t_3^2 + 16{,}40 \qquad (51)$$

де $t$ – середня по області абсолютна мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см, ºС.

Точність розрахунків весняної зрідженості залежить від достовірності значень осінньої зрідженості, мінімальної температури ґрунту та кущистості рослин. Крім того, також необхідна інформація про загальні площі посіву озимих культур.

Отримання достовірних даних про зрідженість посівів восени та кущистість рослин можливе тільки при дотриманні обстеження необхідного мінімуму полів, що встановлюється в залежності від площі посіву. Для цього використовується табл. 2.20.

Необхідна кількість пунктів спостережень для отримання середньої по області абсолютної мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння (3 см) визначається в залежності від розмірів території області або району. В.О. Мойсейчик встановлено, що для території розмірами до

40000 км$^2$ мінімальна кількість пунктів спостережень за температурою ґрунту з помилкою в 0,5 та 1,0º С відповідно складає 9.

Таблиця. 2.20 – Необхідний мінімум обстеження полів в окремій області при аеровізуальних обстеженнях на території України

| Зона | Середня площа поля | Площа посіву в цьому році, тис. га | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 101-200 | 201-300 | 301-400 | 401-500 | 501-600 | 601-700 | >700 |
| Лісна і передгірна | 50-100 | 85 | 145 | 200 | 260 | 315 | 375 | 430 |
| Лісостепова | 80-130 | 60 | 105 | 145 | 185 | 225 | 265 | 305 |
| Степова | 100-150 | 55 | 95 | 125 | 170 | 210 | 250 | 280 |

Очікувана навесні зрідженість посівів визначається за допомогою запропонованої моделі (50). Для прискорення розрахунків авторами методу запропонована табл. 2.21.

Таблиця 2.21 – Зміни зрідженості за зиму Ф(ρ) в залежності від абсолютної мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння

| Температура ґрунту, °С | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 | -6 | -7 | -8 | -9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф (ρ) % | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | 5 | 5 | 6 | 7 | 9 |
| Температура ґрунту, °С | -10 | -11 | -12 | -13 | -14 | -15 | -16 | -17 | -18 | -19 | -20 |
| Ф (ρ) % | 11 | 14 | 18 | 22 | 27 | 33 | 39 | 47 | 54 | 63 | 70 |

Прогноз складається у другій половині лютого, необхідні для розрахунків матеріали спостережень для складання прогнозу заносяться в робочу табл. 2.22.

Для виконання розрахунків необхідно:

1) Розміри території області (в тис. км$^2$);

2) розміри посівної площі озимих культур (тис.га), що виписуються в обласному управлінні сільського господарства;

3) дані про осіннє зрідження та кущистість озимих культур отримують з аеровізуального обстеження полів, яке проводиться за півтора-два тижні до припинення вегетації. Після аеровізуального обстеження середні по області показники стану посівів (кущистість $K_o$ та зрідженість $И_o$) розраховуються за формулами:

Таблиця 2.22 – Початкові дані для розрахунку очікуваної весняної зрідженості озимих зернових культур на 2000–2001 рр.

| Область | Площа області, тис. га | Посівна площа тис. га | Необхідне число обстежених полів | Фаза розвитку, кущистість осіння | Зрідженість осіння, % | Необхідна кількість спостережень для визначення середньої температури ґрунту | Абсолютна мінімальна температура грунту, °С |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дніпропет-ровська | 31,9 | 588,4 | 210 | Кущіння 2 пагони | 13 | 9 | -15,0 |

$$K_0 = \frac{\sum_i n_i i K_i}{\sum_i n_i} \qquad (52)$$

$$И_0 = \frac{\sum_i n_i И_i}{\sum_i n_i} \qquad (53)$$

де $n$ – кількість полів зі зрідженістю $И_j$ або кущистістю $K_j$;

$n_j$ – загальна кількість обстежених полів.

Необхідна кількість пунктів для визначення середньої із мінімальних температур ґрунту визначається за допомогою табл. 2.21. Всі визначені величини підставляються у формулу 50 та розраховується очікувана зрідженість посівів за зиму. Загальна зрідженість посіву навесні визначається шляхом підсумку осінньої зрідженості та зрідженості за зиму.

*Приклад* (табл. 2.23). Розрахувати зрідженість посівів озимих культур навесні у Дніпропетровській області. Площа області 31,9 тис.км$^2$., площа посіву озимих 588,4 тис.га. Зрідженість посівів восени $И_о$=13 %, фаза розвитку озимих – кущіння, 2 пагони. Визначається кількість необхідних для обстеження полів за даними табл. 2.20, вона становить – 210. Розраховується середня із мінімальних температур ґрунту на глибині вузла кущіння, вона становить у нашому прикладі –15 °С. Визначена за формулою (53) зрідженість за зиму буде 33 % (Ф(р) = 0,33 х (-15) + 3,54 х

Таблиця 2.23 – Розподіл площ посівів озимих культур з різною зрідженістю у Дніпропетровській області

| Область | Фенологічний склад (пагони) | Очікувана середня весняна зрідженість, % | Зрідженість, % | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ≥0 | >10 | >20 | >30 | >40 | >50 | >60 | >70 | >80 | >90 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Дніпропетровська | Неоднорідний (3-й листок - початок кущіння) | 46 | Частина площі посівів | | | | | | | | | |
| | | | 100 | 92 | 81 | 67 | 52 | 39 | 29 | 19 | 14 | 9 |
| | | | Площа посівів, тис. га | | | | | | | | | |
| | | | 588 | 541 | 477 | 394 | 306 | 230 | 171 | 112 | 82 | 53 |

(-15) + 16,40 = 33 %). Зрідженість посівів навесні становитиме 46 %, тобто 13 % + 33 %.

### 2.11.2 Метод розрахунку площі озимих культур з різною зрідженістю

Середнє значення зрідженості посівів озимих культур навесні не завжди дає справжню уяву про стан озимини. Для визначення площ підсіву та пересіву середніх значень зрідженості замало тому, що за середньої зрідженості посівів 20 – 30 % на території області зустрічаються поля зі зрідженістю від 10 до 50 %. Повну уяву про стан посівів отримують тільки за допомогою відомостей про розподіл площ з різною зрідженістю.

А.А Бердником розроблено метод розрахунку площ з різною мірою зрідженості за середньою її величиною. Метод основано на закономірностях зміни весняної зрідженості з визначенням вибірки полів. Ці закономірності відображуються за допомогою системи імперичних кривих розподілу, яку можна виразити через математичну модель:

$$P_i = \frac{100}{1 - И_i^a e^{вИ_i}} \tag{54}$$

де j = 1, 2, …, 10 – порядковий номер інтервалів розрахунку, що відповідає зрідженості більше 0, більше 10, 20, 30, …, 90 %;

$P_i$ – сумарна доля полів зі зрідженістю, що більше И, %;

$И_j$ – середня в інтервалі j зрідженість в частках одиниці;

$И_j$ = від 0,05 до 0,95;

*а та в* – параметри моделі, які мають тісний зв'язок з середньою по області зрідженістю навесні ($И_в$) та розраховуються за формулами:

$$a = 1{,}29 + 0{,}95И_в - 0{,}24\sin(13{,}64И_в + 1{,}42) \tag{55}$$

$$в = 32{,}01e^{-5{,}57Ив} \tag{56}$$

Весняна зрідженість $И_в$ у формулах (55 та 56) представлена у частках одиниці.

Площа посівів озимих культур $S_i$ зі зрідженістю, що більша *И*, розраховується за формулою:

$$S_i = 0{,}01P_iS \tag{57}$$

де $P_i$ – величина, розрахована за моделлю (54), %;

$S$ – площа посівів озимих зернових культур в області, тис.га.

Якщо у формулу (57) ввести розраховані для всіх інтервалів значення $P_i$, то отримаємо розподіл площ озимих культур з різною зрідженістю.

Невідомим параметром при розрахунках за формулами (55) та (56) буде весняна зрідженість посівів ($И_в$). Тому розподіл площ з різною зрідженістю (%) визначається за розрахованим значенням весняної зрідженості за формулою (50). Також для цієї мети розрахована табл. 2.24.

## 3 Методи прогнозів запасів продуктивної вологи на початок вегетаційного періоду

Волога є одним із факторів життя рослин, який нічим замінити не можливо. Використовуючи велику кількість води із тканин на транспірацію, рослини повинні постійно поповнювати ці витрати. Надходження води в тканини рослин відбувається через коріння. Тому ґрунт є головним постачальником води і мінерального живлення рослин.

Інтенсивність надходження води в рослини залежить від кількості доступної для них води у ґрунті (продуктивної вологи).

Кількість вологи, яка може утримуватись грантом у польових умовах, визначається властивостями його. Механічним складом, структурою, кількістю органічної речовини та глибиною залягання ґрунтових вод.

Розрізняють три межі вологомісткості: 1) повна вологомісткість – найбільша кількість води, що утримується в ґрунті, коли всі пори зайняті водою і водне дзеркало виходе га поверхню ґрунту; 2) максимальна капілярна вологомісткість – та кількість води, яку може утримувати шар ґрунту 10 см над вільною водяною поверхнею через капілярне підняття; 3) найменша вологомісткість – та кількість води. Яку ґрунт утримує в умовах глибокого залягання ґрунтових вод.

Запаси вологи у ґрунті постійно змінюються. Поповнення запасів вологи у ґрунті в основному відбувається взимку. Це поповнення залежить від пересування води в середині ґрунту та проникнення у ґрунт опадів і талих вод у період відлиг. Поповнення ґрунтової вологи у різних грунтово-кліматичних зонах різне. Це викликає необхідність прогнозу запасів вологи на початок весни. У південних районах країни запаси продуктивної вологи в ґрунті на весну мають чи не найбільше вирішальне значення у господарській діяльності працівників полів. Складність визначення вологозапасів примушує шукати шляхи, які дозволяли б виконувати розрахунки для великих територій. Дослідження закономірностей зміни запасів продуктивної вологи в холодну пору року виконували А.В. Процеров, Л.О. Разумова, І.В. Свісюк [7]. На разі відомо два методи

Таблиця 2.24 – Сумарна доля (%) полів з зрідженістю, більше *И,* за середньої весняної зрідженості

| Середня весіння зрідженість, % | Зрідженість *И, %* | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | >0 | >10 | >20 | >30 | >40 | >50 | >60 | >70 | >80 | >90 |
| 10 | 100 | 43 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 100 | 54 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 100 | 64 | 16 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 100 | 73 | 24 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 100 | 79 | 34 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 100 | 83 | 43 | 13 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 100 | 87 | 51 | 19 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 100 | 89 | 58 | 25 | 9 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 100 | 90 | 64 | 32 | 12 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 28 | 100 | 91 | 68 | 38 | 17 | 7 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 30 | 100 | 92 | 71 | 43 | 22 | 9 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| 32 | 100 | 92 | 74 | 48 | 26 | 13 | 6 | 3 | 1 | 1 |
| 34 | 100 | 92 | 75 | 52 | 30 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| 36 | 100 | 92 | 76 | 55 | 34 | 20 | 11 | 6 | 3 | 2 |
| 38 | 100 | 92 | 77 | 58 | 38 | 24 | 14 | 8 | 5 | 3 |
| 40 | 100 | 92 | 78 | 60 | 42 | 27 | 17 | 11 | 6 | 4 |
| 42 | 100 | 92 | 79 | 62 | 45 | 31 | 21 | 13 | 9 | 5 |
| 44 | 100 | 92 | 80 | 65 | 49 | 35 | 24 | 16 | 11 | 7 |
| 46 | 100 | 92 | 81 | 67 | 52 | 39 | 28 | 19 | 14 | 9 |
| 48 | 100 | 93 | 82 | 69 | 55 | 42 | 31 | 23 | 16 | 12 |
| 50 | 100 | 93 | 84 | 72 | 59 | 46 | 35 | 26 | 19 | 14 |
| 52 | 100 | 94 | 85 | 74 | 62 | 50 | 39 | 30 | 22 | 17 |
| 54 | 100 | 95 | 87 | 77 | 65 | 53 | 42 | 33 | 26 | 20 |
| 56 | 100 | 96 | 89 | 79 | 68 | 57 | 46 | 36 | 29 | 22 |
| 58 | 100 | 96 | 90 | 81 | 71 | 60 | 49 | 40 | 32 | 25 |
| 60 | 100 | 97 | 91 | 83 | 73 | 63 | 52 | 43 | 34 | 27 |
| 62 | 100 | 97 | 92 | 85 | 76 | 65 | 55 | 45 | 37 | 30 |
| 64 | 100 | 98 | 93 | 86 | 78 | 68 | 57 | 48 | 39 | 32 |
| 66 | 100 | 98 | 94 | 87 | 79 | 70 | 60 | 50 | 42 | 34 |
| 68 | 100 | 98 | 94 | 88 | 80 | 71 | 61 | 52 | 44 | 36 |
| 70 | 100 | 98 | 95 | 89 | 81 | 72 | 63 | 54 | 45 | 38 |

розрахунку очікуваних запасів продуктивної вологи: 1 – за сумою опадів за холодну пору року і 2 – за глибиною промочування ґрунту (ГПГ) на початок весни.

### 3.1 Прогноз запасів продуктивної вологи на початок вегетаційного періоду за методом Л.О. Разумової

Л.О. Разумовою виконані фундаментальні дослідження процесів динаміки ґрунтової вологи в холодну пору року [6]. Вона встановила, що збільшення запасів вологи навесні залежить головним чином від кількості опадів за період від переходу температури повітря через 5º С восени до переходу її через 5º С навесні та насичення ґрунту вологою восени. Ці дослідження підтвердили також інші автори [6, 21]. Нестача насичення (ΔW) вологою ґрунту восени визначається як залишок між найменшою вологомісткість (НВ) та запасами продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на дату останнього визначення запасів вологи восени (W):

$$\Delta W = HB - W \qquad (58)$$

Для розрахунку очікуваних запасів продуктивної вологи на початок весни Л.О. Разумовою отримані статистичні залежності між сумарними змінами запасів вологи за осінньо-зимово-весняний період (у), кількістю опадів, які випали за цей же період (х), та нестачею насичення ґрунту вологою (ΔW). Статистичні залежності встановлені для районів з стійкою зимою і глибоким заляганням ґрунтових вод (59) та районів з нестійкою зимою і глибоким заляганням ґрунтових вод (60):

$$У = 0{,}21x + 0{,}62\Delta W - 33 \qquad (59)$$

$$У = 0{,}112x + 0{,}56\Delta W - 20 \qquad (60)$$

де $У$ – зміна запасів продуктивної вологи за холодну пору року, мм;

$x$ – сума опадів за цей же період, мм;

$\Delta W$ – нестача вологи в ґрунті восени, мм (визначається з формули (58)).

На Європейській частині країн СНД до зони із стійкою зимою та малим збагаченням ґрунту вологою взимку відносяться південно-східні райони; до зони з нестійкою зимою, де збільшення запасів вологи відбувається за рахунок талих вод під час відлиг, відносяться південні та південно-західні області ЄЧ СНД. В районах, де спостерігаються як стійкі, так і нестійкі зими, розрахунки виконуються за вказаними формулами з врахуванням характеру зими; при стійкій зимі розрахунки виконуються за формулою (59), при нестійкій – за формулою (60).

У зв’язку з потеплінням клімату (підвищення річної температури на 0,5º С) кількість районів з нестійкою зимою збільшується.

Розрахунок очікуваних запасів вологи на весну виконується за даними усіх станцій, які знаходяться на території обслуговування, або де визначаються запаси вологи під озимими зерновими культурами, які посіяні по пару або непарових попередниках і на зябу, який відводиться для сівби ярих зернових культур. Початковими даними для розрахунків будуть значення осінніх запасів вологи на цих полях. Кількість опадів, необхідних для розрахунку складається з двох величин: фактичної суми опадів, які випали від дати переходу температури повітря через 5º С восени до дати складання прогнозу (січень – лютий) та прогнозованої суми опадів від дати складання прогнозу до дати переходу температури повітря через 5º С навесні. Якщо ж з будь-якої причини прогнозом скористуватись неможливо, то у цьому випадку використовують середні багаторічні значення опадів із кліматичних довідників, але обов’язково з врахуванням можливої аномалії опадів. Значення найменшої вологомісткісті, яка необхідна для визначення дефіциту насичення ґрунту восени, враховується за даними агрогідрологічного обстеження полів або за середніми даними: найменша вологомісткість суглинків становить 170 – 190 мм, супіщаних ґрунтів – 150 – 170 мм, піщаних – 80 – 120 мм.

При складанні прогнозу розрахунки зміни запасів вологи за холодну пору року виконуються за формулами (59 – 60).

*Техніка складання прогнозу.*

Для розрахунків необхідні початкові величини:

1 – дата останнього визначення запасів вологи восени на полях з озимими культурами;

2 – найменша вологомісткість (НВ);

3 – середня добова температура повітря;

4 – дата переходу температури повітря через 0º С;

5 – запаси вологи у метровому шарі ґрунту на дату останнього осіннього визначення, мм.

Розраховуються:

1 – нестача насичення ґрунту вологою розраховується за формулою 58;

2 – кількість опадів від дати останнього визначення вологості ґрунту до 1 лютого підраховується по матеріалах спостережень за декадними сумами опадів. Від першого лютого до дати переходу температури повітря через 5º С навесні сума опадів визначається з синоптичного прогнозу погоди. Загальна сума опадів від дати останнього визначення запасів вологи до дати переходу температури повітря через 5º С навесні визначається як арифметична сума;

3 – за рівнянням (59 – 60) розраховується зміна запасів вологи за осінньо-зимово-весняний період. Зміна запасів у нашому випадку становить 44 мм. Таким чином, очікувані на весну запаси вологи

розраховуються як сума запасів вологи на останнє визначення восени та зміна запасів за холодну пору року.

В районах, де взимку відбувається значний перерозподіл снігу на полях через сильні вітри, прогноз запасів вологи на весну складається з врахунком запасів води у снігу. Запаси води в снігу ($W_c$) розраховуються за даними середньої висоти снігу, яка визначається з даних снігомірної зйомки, що проводиться перед складанням прогнозу, за формулою:

$$W_c = 10 \cdot h \cdot d \qquad (61)$$

де $h$ – середня висота снігу, см;

$d$ – щільність снігу, г/см;

$W_c$ – запас води в снігу, мм.

Розрахунки виконуються в робочих табл. РБ – 11, які видає викладач.

Техніка складання прогнозу запасів продуктивної вологи на початок весни для великих територій (областей, регіонів, економічних районів) зводиться до визначення середнього арифметичного значення усіх елементів, необхідних для складання прогнозу по всіх станціях території, для якої складається прогноз При цьому, окремо підраховуються очікувані запаси вологи під озимими культурами і окремо по зябу. Розраховані величини запасів продуктивної вологи на початок весни порівнюються з середніми багаторічними значеннями запасів продуктивної вологи та з НВ.

## 3.2 Прогноз запасів вологи в ґрунті по глибині його промочування

Теоретична основа прогнозу запасів продуктивної вологи в ґрунті по глибині його промочування розроблена І.В. Свісюком [16] на підставі закономірностей, встановлених А.А. Роде [20]. І.В. Свісюком розроблено метод для степових районів недостатнього зволоження з глибоким заляганням ґрунтових вод. В цих районах після збирання сільськогосподарських культур в ґрунтовому профілі залишається дуже мало вологи (до 10 – 30 мм в шарі ґрунту 0 – 100 см). Розподіляється вона, як правило, рівномірно по всьому ґрунтовому профілю. Це пов’язано з особливостями її споживання корінням рослин.

Зволоження ґрунту за рахунок осінньо-зимових опадів відбувається поступово від шару до шару; спочатку зволожується верхній шар, потім, після його насичення до НВ, волога починає проникати в нижній шар, також насичуючи його до рівня НВ. Таке поступове зволоження шарів ґрунту спостерігається впродовж всього осінньо-зимового періоду за рахунок опадів. Поступове зволоження ґрунту невеликими порціями опадів сприяє порівняно рівномірному його промочуванню. Від однієї і тієї ж

кількості опадів промочування більше на легких та менше на більш важких ґрунтах. Різні ґрунти мають різний рівень НВ, який з глибиною зменшується під впливом тиску верхніх шарів. На важких ґрунтах це зменшення йде швидше, на легких – повільніше [21]. Крім того, на НВ впливає вміст гумусу та солонцюватість ґрунтів. Збільшення вмісту гумусу збільшує НВ у ґрунтовому профілі і, навпаки, збільшення солонцюватості зменшує НВ. На цих закономірностях, а також на відомостях по НВ у кожному 10-ти сантиметровому шарі, і розроблено метод визначення кількості продуктивної вологи у промоченому шарі ґрунту. Значення НВ, як і інших показників агрогідрологічних властивостей ґрунту, визначаються на кожній з агрометеорологічних станцій.

При визначенні агрогідрологічних властивостей ґрунту НВ вимірюється до глибини 100 см по 10-сантиметрових шарах. Ці дані і використовуються для розрахунку запасів вологи на весну за даними фактичного значення глибини промочування ґрунту (ГПГ), або по тому що прогнозується. Для більшої точності прогнозу перед розрахунками необхідно визначити розміри площ з різними ґрунтами, значення НВ кожного типу ґрунту та розрахувати середньозважене значення НВ для всього району, для якого прогнозуються запаси вологи.

*Техніка складання прогнозу*:

1. Побудувати карту значень НВ з врахуванням змін в залежності від солонцюватості ґрунту та вмісту гумусу для всієї території, яка обслуговується.

2. Виконати групування ґрунтів за значеннями НВ для шару ґрунту 1 – 100 см. При групуванні значення округляти за загальними математичними законами округлення цифр. Розрахунки І.В. Свісюка для території Північного Кавказу показали, що значення НВ кожного 10-сантиметрового шару має добру кореляцію з глибиною залягання шарів.

3. По карті ґрунтів району обслуговування визначаються відсотки площ з різними ґрунтами, потім розраховуються НВ кожного з ґрунтів та середньозважене значення НВ по району. Якщо розрахунки виконуються для окремого господарства, то вони виконуються за тією ж схемою.

4. Підраховуються суми опадів за вересень – березень ($x$), за вересень – жовтень (у) та знаходиться їх відношення ($c$).

5. Знаходиться сума негативних температур за зиму (листопад – березень, $T$).

6. Із щорічників виписується ГПГ за минулий рік та визначається її середнє значення по району ($q$)

7. Складається прогноз ГПГ у поточному році за рівнянням:

$$ГПГ = 47{,}31 = 0{,}00046x - 0{,}037T - 0{,}779c = 0{,}504q \qquad (62)$$

При розрахунках запасів вологи за значенням ГПГ навесні необхідно враховувати, що на початок визначення ГПГ ще не вся волога встигає проникнути в ґрунт і частина її залишається у ґрунтовому профілі понад НВ. У подальшому ця волога дещо збільшить ГПГ. Якщо ГПГ менше 70 см, то подальшого збільшення вже не буде. Якщо ГПГ навесні більше 70 см, то вона збільшується в середньому на 10 %. Наприклад, при глибині промочування ґрунту 90 см поправка становить 9 см, при ГПГ 120 см – поправка складає 12 см.

За значеннями ГПГ прогнозуються запаси вологи під озимими по непарових попередниках та по зябу. Для визначення запасів вологи на полях з озимими культурами, посіяними по пару, ГПГ розраховується за рівнянням:

$$ГПГ^{*} = 1{,}21ГПГ + 27 \qquad (63)$$

де *ГПГ** – *ГПГ* на початок весни на полях з озиминою, посіяною по пару;

*ГПГ* – глибина промочування на початок весни на озимих по непарових попередниках

В районах, де ГПГ буває менше 100 см, або в роки, коли ГПГ у вологих районах внаслідок несприятливих умов також менше 100 см, та в роки з неглибоким промерзанням ґрунту і слабкою цементацією мерзлого шару ГПГ визначається в залежності від кількості опадів ($x$) за холодну пору року (листопад – березень). Рівняння зв'язку має вигляд:

$$ГПГ^{**} = 0{,}35x + 19 \qquad (64)$$

Для розрахунків ГПГ** використовується табл. 3.1.

Запаси продуктивної вологи навесні зручно розраховувати за рис. 10 або табл. 3.2. Табл. 3.2 побудована для діапазону значень НВ від 150 до 160 мм. Якщо значення НВ інші, то таблиця для них розраховується окремо.

Після закінчення розрахунків визначаються відсотки площі з різним значенням запасів продуктивної вологи на весну та складається текст прогнозу.

## 3. 3 Оцінка вологозабезпеченості посівів озимої пшениці по непарових попередниках

Для вирішення питання про можливість початку сівби озимих культур по непарових попередниках деякі автори [17, 24] пропонують використовувати необхідний максимум опадів за передпосівний період. Так, П.Г. Кабанов за такий мінімум приймає 50 мм опадів за липень,

серпень. І.В. Свісюк пропонує дещо меншу суму опадів – 30 мм за місяць до початку сівби.

Кількість опадів за передпосівний період ($x$) також використовується для розрахування запасів вологи в шарі 0 – 20 см по непарових попередниках на початок сівби ($y$). Рівняння для розрахунку:

Таблиця. 3.1 – Очікувана ГПГ в залежності від суми опадів за період з 1 листопада до 31 березня

| Кількість опадів, мм | ГПГ, см | Кількість опадів, мм | ГПГ, см |
|---|---|---|---|
| 10 | 22 | 160 | 75 |
| 20 | 26 | 170 | 78 |
| 30 | 30 | 180 | 82 |
| 40 | 33 | 190 | 86 |
| 50 | 37 | 200 | 89 |
| 60 | 40 | 210 | 92 |
| 70 | 44 | 220 | 96 |
| 80 | 47 | 230 | 99 |
| 90 | 50 | 240 | 103 |
| 100 | 54 | 250 | 107 |
| 110 | 58 | 260 | 110 |
| 120 | 61 | 270 | 114 |
| 130 | 64 | 280 | 117 |
| 140 | 68 | 290 | 120 |
| 150 | 72 | 300 | 124 |

$$y = -0{,}0014\,x + 0{,}45x^2 - 3{,}0 \qquad (65)$$
$$S_y = \pm 3{,}1\ мм$$

де $x$ – кількість опадів (мм) за місяць до початку сівби.

Таблиця. 3.2 – Необхідна кількість продуктивної вологи (мм) для промочування різних шарів ґрунту

| Найменша вологомісткість шару ґрунту 0-100, см | Шари ґрунту, см | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0–50 | 0–60 | 0–70 | 0–80 | 0–90 | 0–100 |
| 150 | 80,6 | 95,4 | 109,7 | 123,6 | 137,6 | 150,0 |
| 152 | 81,3 | 96,5 | 111,0 | 125,1 | 138,8 | 152,0 |
| 154 | 82,4 | 97,6 | 112,3 | 126,7 | 140,6 | 154,0 |
| 156 | 83,3 | 98,7 | 113,6 | 128,2 | 142,2 | 156,0 |
| 158 | 84,2 | 99,8 | 115,0 | 129,8 | 144,2 | 158,0 |
| 160 | 85,2 | 101,0 | 116,4 | 131,4 | 145,9 | 160,0 |

Для зручності розрахунків запасів продуктивної вологи на початок передпосівного періоду підготовлена табл. 3.3.

Метод, запропонований І.В. Свісюком [17], дає добру справджуваність навіть у випадках, коли волога на початок передпосівного місяця майже відсутня (менше 5 мм у шарі 0 – 20 см), тобто, коли за візуальним визначенням ґрунт взагалі сухий.

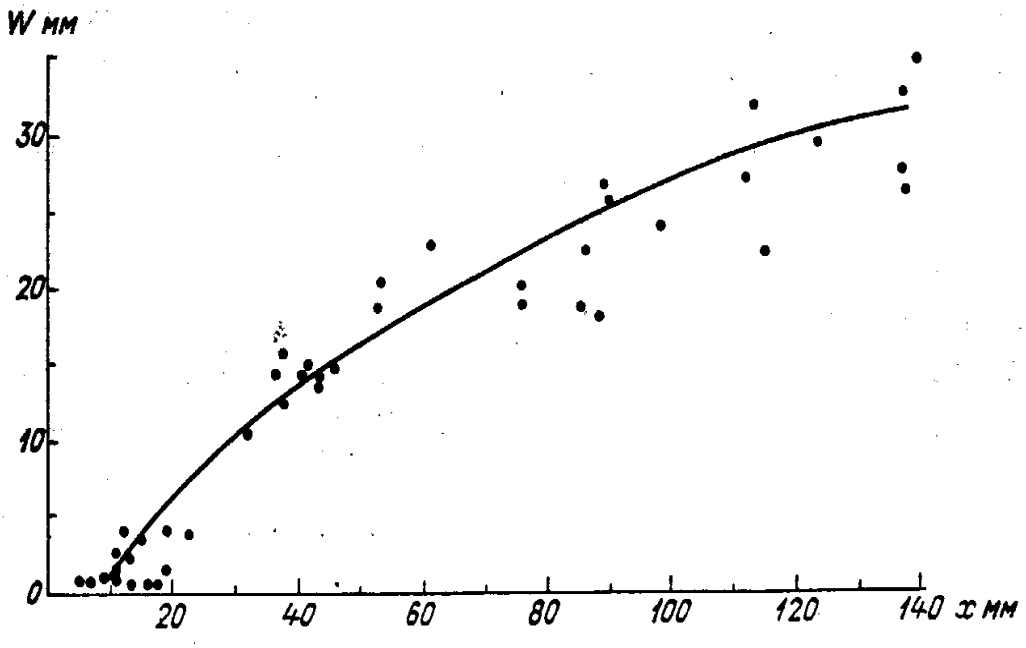


Рис. 10 – Залежність запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 20 см на полях, підготовлених до сівби озимої пшениці по непарових попередниках, від кількості опадів за передпосівний місяць.

При збільшенні залишкових запасів вологи на початок передпосівного періоду мінімум опадів, який забезпечить задовільні сходи, може бути нижчий ніж 30 мм. Тому розрахунок запасів вологи виконується не тільки за сумою опадів ($x$), а і за залишковими запасами продуктивної вологи ($W_3$). Для цього використовуються залежності С.О. Веріго або рівняння, запропоноване І.В.Свісюком:

$$У = 3{,}03x - 0{,}015W_3^2 + 0{,}72W - 2{,}4, \qquad (66)$$

а також рис. 11.

І.В. Свісюком також встановлено, що існує тісний зв’язок між величиною площі поганих посівів або тих, що не зійшли, з кількістю опадів за передпосівний та після посівний місяці ( рис. 12).

В несприятливі за зволоженням передпосівні періоди сівба насіння в сухий грунт не проводиться бо це викликає великі втрати.

Таблиця. 3.3 – Оцінка запасів вологи в шарі ґрунту і сходів в залежності від кількості опадів, які випали в передпосівний місяць на підготовлене під посів озимої пшениці непарове поле

| Кількість опадів, мм | Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-20 см, мм | Оцінка запасів вологи, бали | Оцінка сходів, бали |
|---|---|---|---|
| 10 – 19 | 0 – 5 | 1(дуже погані) | 0 (сходи не з'являються) |
| 20 – 30 | 6 – 10 | 2(погані) | 2(сходи сильно зріджені) |
| 31 – 65 | 11 – 20 | 3(задовільні) | 3 (сходи слабо зріджені) |
| 66 – 90 | 21 – 25 | 4(добрі) | 4 (сходи добрі) |
| >90 | 26 – 35 | 5(відмінні) | 5 (сходи відмінні) |

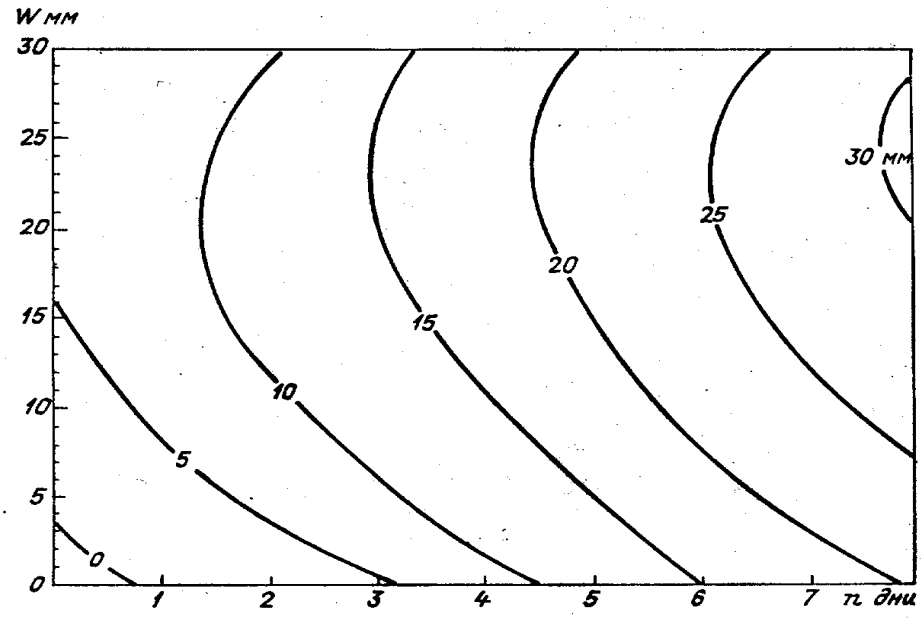


Рис. 11 – Залежність запасів вологи (мм) у шарі ґрунту 0 – 20 см у передпосівний період по непарових попередниках озимої пшениці від кількості днів з опадами 5 мм і більше за два передпосівні місяці та запасів вологи у тому ж шарі за місяць до початку сівби.

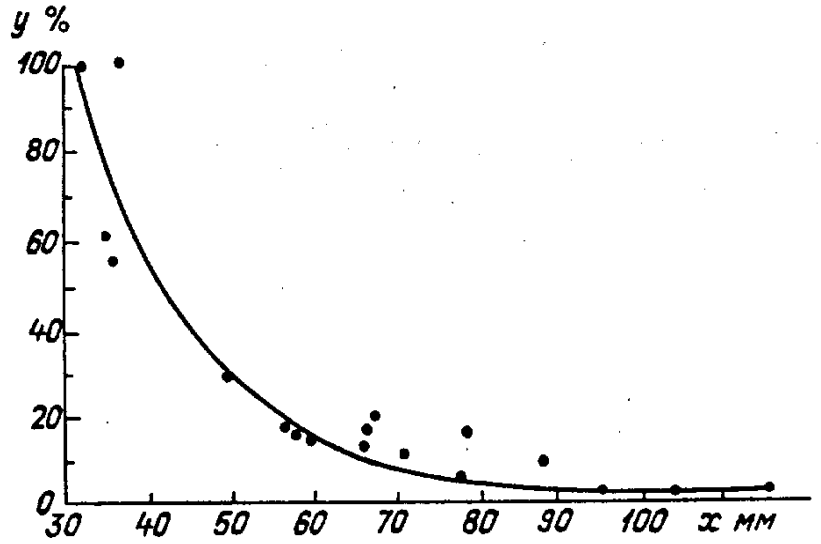


Рис. 12 – Зв’язок між кількістю опадів, що випали у передпосівний та післяпосівний місяці (х) та площею поганих та тих, що не зійшли восени, озимих по непарових попередниках

## 4 Практична частина

Для виконання завдань у навчальному бюро прогнозів навчальна група ділиться на бригади кількістю 4 – 5 студентів. Кожній бригаді викладач видає окреме завдання.

Студенти після виконання завдання повинні оформити його належним чином, а саме:

– підписати титульний аркуш (взірець додається);

– відповісти на контрольні запитання.

Після цього завдання вважається виконаним.

Контрольні питання

1. Як відрізняються райони достатнього і недостатнього зволоження?
2. Яка особливість у складанні прогнозів термінів сівби озимих культур у районах недостатнього зволоження?
3. В чому особливість прогнозу термінів сівби в Україні?
4. Як визначається стан озимих на дату припинення вегетації?
5. Як формується зимостійкість озимих культур?
6. Що таке “критична температура вимерзання” та як вона визначається?
7. Від яких факторів залежить мінімальна температура грунту на глибині вузла кущіння?
8. Що називається коефіцієнтом морозонебезпечності та як він визначається?
9. Як впливає льодова кірка на перезимівлю озимих?
10. Як визначається необхідна кількість полів для обстеження?
11. Під впливом яких факторів формуються запаси вологи взимку?
12. Як використовується ГПГ при розрахунках запасів вологи на весну?
13. Як впливають попередники на перезимівлю озимих культур?
14. Дайте визначення найменшої волого місткості?

## Література

1. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975.

2. Грушка И.Г., Дмитренко В.П. О расчете ожидаемых сроков сева озимой пшеницы и оценка его эффективности. //Труды УкрНИГМИ, 1969. – Вып.8.

3. Пятовская Л.К. Агрометеорологическое основание сроков сева. – Минск: Ураджай, 1977.

4. Шиголев А.А. Методика составления фенологических прогнозов. – Сборник методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. – Л.: Гидрометеоиздат, 1957

5. Грудева А.Я. Об оценке агрометеорологических условий осенней вегетации озимых культур. //Метеорология и гидрология, 1976. – Вып. 5. – С. 21 – 27.

6. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага (применительно к запросам сельского хозяйства). – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. – 317 с.

7. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. – Одеса, 2003.

8. Максименкова Т.А. Метод прогноза состояния озимых зерновых культур ко времени прекращения их вегетации. //Метеорология и гидрология, 1979, №2.

9. Куперман Ф.М. Физиология устойчивости озимой пшеницы. – М.: отпечатано на множительном аппарате МГУ, 1969.

10. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур. – М.: Колос, 1974.

11. Моисейчик В.А. Методическое пособие. Методы составления долгосрочных агрометеорологических прогнозов перезимовки озимых культур на территории областей, республик и в целом по СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978.

12. Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975.

13. Моисейчик В.А. Значение для перезимовки озимых культур степени развития растений осенью. – Метеорология и гидрология, 1966, № 5.

14. Палагинг Э.Г., Моисейчик В.А. Методика расчета на ЭВМ термического режима почв и прогноза перезимовки озимых зерновых культур. Методическое пособие. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978.

15.Окушко А.А. Ледяная корка и перезимовка озимых культур на Европейской территории СССР. – Труды ЦИП, 1957. – Вып. 53.

16. Свисюк И.В. Погода и урожайность озимой пшеницы на Северном Кавказе и Нижнем Поволжье. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 207 с.

17. Свисюк И.В. Погода, интенсивная технология и урожай озимой пшеницы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 236 с.

18. Шавкунова В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимой ржи. – Л:. Гидрометеоиздат, 1989. – 209 с.

19. Генкель П.А., Кушниренко С.В. Холодостойкость растений и термические способности ее повышения. – М.: Наука, 1966. – 222 с.

20. Роде А.А Основы учения о почвенной влаге. Т.1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 663 с.

21. Грингоф И.Г., Попова В.В., Страшный В.Н. Агрометеорология.– Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 310 с.

22. Божко Л.Ю. Агрометеорологічні розрахунки та прогнози. – Київ. КНТ. 2005. – 215 с.

23. Руководство по составлению агрометеорологических прогнозов.– Л.: Гидромеоиздат, Т. 1 и 2, 1984.

24. Кабанов П.Г. Дифференцированное применение агротехники. – Саратов: Приволж. Кн. издательство, 1968. – 277 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для занять у навчальному бюро прогнозів
з дисципліни “ Довгострокові агрометеорологічні прогнози”
для студентів 5-го курсу

Напрям підготовки – Гідрометеорологія

Спеціальність - Агрометеорологія

Укладачі: к.г.н., доцент Божко Л.Ю.

к.г.н., асистент Барсукова О.А.

---

Підп.до друку Формат Папір друк.
Умовн. друк.арк. Тираж Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет,
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15