

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

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт  
з дисципліни «Агrometeorологічні прогнози»  
за темою «Агrometeorологічні прогнози умов проведення польових робіт»

Напрями підготовки - Гідромeteorологія,  
Екологія та охорона навколишнього  
середовища

Спеціальність - Агrometeorологія  
Спеціалізація – Агроекологія

Одеса – 2011

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Агrometeorологічні прогнози» за темою «Агrometeorологічні прогнози умов проведення польових робіт» студентів 4 курсу за спеціальністю – Агrometeorологія, спеціалізація – Агроекологія.

//Укладачі: к.г.н., доц. Божко Л.Ю., к.г.н., доц. Барсукова О.А. Одеса, ОДЕКУ, 2011. – 42 с.

Зміст	Стр.
Передмова	4
1. Теоретична частина	6
1.1 Методи прогнозів оптимальних термінів початку польових робіт і сівби ранніх ярих культур	6
1.1.1 Розрахунок тривалості танення снігу та відмерзання верхнього шару ґрунту	6
1.1.2 Прогноз початку польових робіт з завчасністю 10 – 15 днів	9
1.1.3 Прогноз початку польових робіт в районах капілярного насичення ґрунту вологою	12
1.1.4 Метод прогнозу оптимальних строків початку польових робіт і сівби ранніх ярих культур у Білорусі і північно-західних районах України	13
1.2 Розрахунок термінів сівби озимої пшениці та озимого жита	17
1.2.1 Розрахунок термінів сівби озимих в районах достатнього зволоження	19
1.2.2 Розрахунок термінів сівби озимих у районах недостатнього зволоження	21
1.2.3 Розрахунок оптимальних термінів сівби озимих в Україні	21
1.2.4 Розрахунок оптимальних термінів сівби озимих культур у північно-західних районах України та в Білорусі	24
1.2.5 Прогноз стану озимих культур на дату припинення вегетації	24
2. Практична частина	28
2.1 Прогноз сходу снігового покриву та відмерзання ґрунту	28
2.1.1 Розрахунок сходу снігового покриву	28
2.1.2 Визначення відмерзання ґрунту	29
2.1.3 Метод розрахунку просихання ґрунту до м'якопластичного стану	30
2.1.4 Метод розрахунку дат настання м'якопластичного стану ґрунту	30
2.1.5 Визначення дати початку польових робіт за методом А.М. Дерев'янка	31
2.2 Розрахунок термінів сівби озимих культур	33
2.2.1 Розрахунок термінів сівби озимих культур (метод Є.С. Уланової).	33
2.2.2 Розрахунок термінів сівби озимих культур методом В.П. Дмитренка та І.Г. Грушки	36
2.3 Розрахувати стан озимих культур на момент припинення вегетації	39
Список літератури	40

## ПЕРЕДМОВА

Прогнози проведення польових робіт і визначення термінів сівби основних сільськогосподарських культур дуже важливі для працівників сільськогосподарського виробництва через те, що надають можливість заздалегідь підготувати необхідну техніку для проведення робіт та придбати посівний матеріал. Ці види прогнозів є обов'язковими для всіх підрозділів гідрометеорологічної служби України, які здійснюють агрометеорологічне обслуговування сільського господарства.

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

- методи прогнозів оптимальних термінів початку польових робіт і сівби ранніх ярих зернових культур;
- розрахунок термінів сівби озимої пшениці та озимого жита.

**Мета** методичних вказівок – навчити студентів правильно оцінювати агрометеорологічні умови весняного та осіннього періодів, самостійно виконувати розрахунки термінів звільнення полів від снігу, термінів просихання ґрунту до м'якопластиного стану, термінів початку польових робіт і сівби ярих зернових культур навесні та озимих культур восени а також стану озимих культур перед припиненням вегетації. Виконання практичних завдань сприяє закріпленню теоретичних знань та надає студентам можливість набути практичні навички у виконанні розрахунків.

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

- основні закономірності розвитку весняних процесів у різних регіонах України;
- типи ходу весняних процесів та їх вплив на початок польових робіт;
- закономірності просихання та прогрівання ґрунтів різного типу в різних регіонах;
- особливості розвитку ярих зернових культур та їх вимоги до навколишнього середовища в період сівби та проростання зерна;
- особливості розвитку озимих зернових культур після сівби до припинення вегетації восени в районах достатнього і недостатнього зволоження;
- регіональні особливості прогнозів термінів сівби зернових культур.

Після виконання завдань студенти повинні **вміти**:

- розраховувати терміни звільнення полів від снігу;
- розраховувати показники від танення ґрунту та його просихання;
- виконувати розрахунки агрометеорологічних показників, які визначають на швидкість розвитку зернових культур у весняний та осінній періоди;
- користуватись довідковою літературою;

- виконувати технічний та критичний контроль отриманих результатів;
- складати тексти прогнозів.

**Кожний студент одержує від викладача - індивідуальні вихідні матеріали для виконання завдання.**

Після виконання робіт проводиться усне опитування.

Кожна практична робота відноситься до певного модулю лекційних і практичних занять. Чинні методичні вказівки відносяться до першого лекційного модуля. На оцінку робіт відводиться 5 балів. Оцінювання робіт проводиться за відповідями студентів і повнотою виконання розрахунків.

## 1. Теоретична частина

### 1.1 Методи прогнозів оптимальних термінів початку польових робіт і сівби ранніх ярих культур

#### 1.1.1 Розрахунок тривалості танення снігу та відмерзання верхнього шару ґрунту

Встановлено, що сніг на полях розподіляється дуже нерівномірно. На одному і тому ж полі можна спостерігати ділянки без снігу та ділянки із значною його висотою. В.О. Мойсейчик розрахована імовірність розподілу снігу на полях за визначеної середньої його висоти по снігомірній рейці.

Розрахунок танення снігу та його повне зникнення з поля розраховується за допомогою методу, запропонованого В.М. Комаровим та Т.М. Макаровою.

Метод засновано на розрахунку розподілу води в снігу. Запас води в снігу визначається шляхом перемноження висоти на його щільність. У зв'язку з нерівномірністю розподілу снігу на полі танення його теж буде нерівномірним. Розрахунок сходу снігу виконується за допомогою графіка (рис. 1.1). При цьому коефіцієнт танення снігу приймається рівним в середньому 5 мм на 1° С. На осі ординат графіка кривих забезпеченості відкладається параметр  $K$ , який дорівнює відношенню величини запасів води у снігу у будь якій точці поля до середньої величини цих запасів на всій площі поля. На осі абсцис відкладається розподіл різних запасів води в снігу у % величин запасів всієї площі поля. По кривих розподілу та забезпеченості запасів снігу та при відомій інтенсивності танення снігу можна завчасно розрахувати процент площі поля, вкритого снігом на будь яку дату періоду танення снігу.

Приклад розрахунку танення снігу наводиться у табл. 1.1.

Після сходу снігу ґрунт повинен відтанути. До сходу снігу відтанення ґрунту зверху не відбувається. Встановлено, що до боронування можна приступати, коли ґрунт відтане на 10 см, а до оранки – на 30 – 50 см. Тривалість відтанення ґрунту залежить від: вологості ґрунту перед замерзанням, типу мерзлотного процесу, міри охолодження ґрунту взимку, особливостей весни. Для посушливих південно-східних районів Європейської частини СНД, де сніговий покрив не стійкий та відтанення відбувається прискорено, дата відтанення ґрунту розраховується за формулою

$$n = \frac{h}{0,346t + 1,72}, \quad (1.1)$$

де  $n$  – кількість днів від дати сходу снігу до відмерзання ґрунту на задану глибину;

$h$  – задана глибина відмерзання верхнього шару ґрунту.

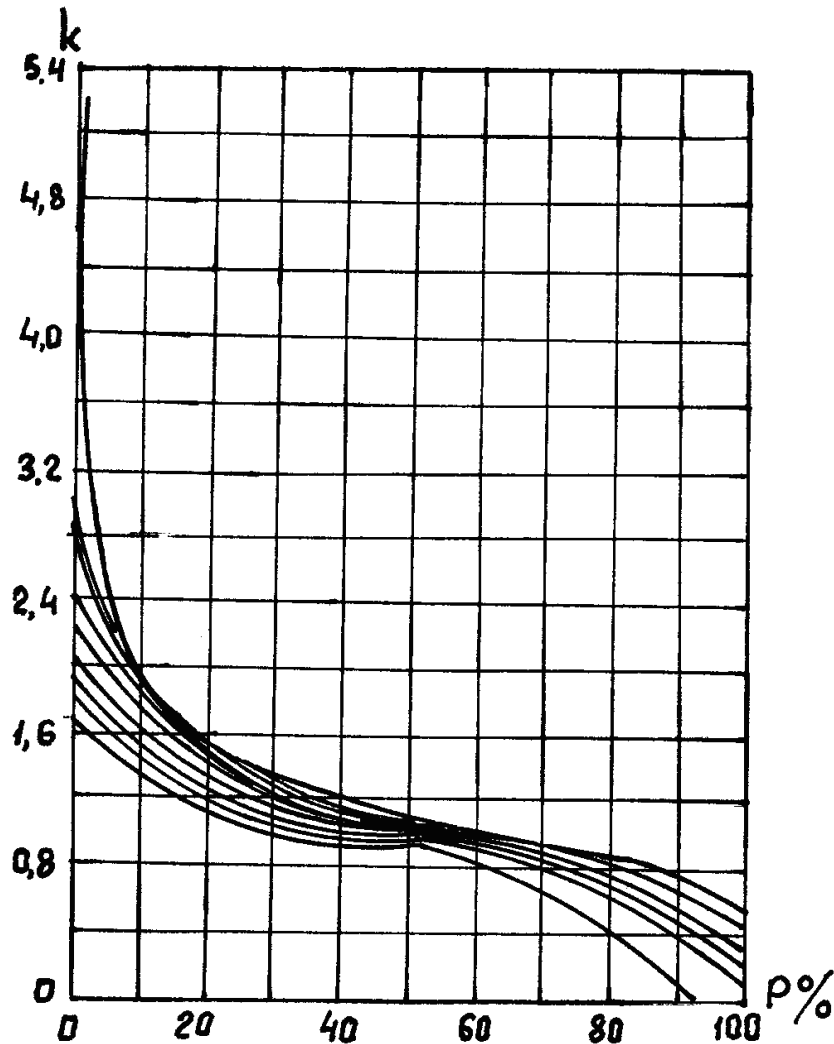


Рис.1.1 – Криві забезпеченості величин запасів води в снігу на відкритому місці у степових та лісостепових районах Європейської частини СНД.

Для районів із стійким сніговим покривом використовується рівняння

$$\Delta h = 0,20 \sum t_1 - 0,175 h_1 + 24,0, \quad (1.2)$$

де  $\Delta h$  – глибина відмерзання ґрунту за декаду;

$\sum t_1$  – сума позитивних температур повітря за декаду;

$h_1$  – глибина відмерзання поверхні ґрунту на початок декади.

М.Г. Лубніним для зручності в роботі була розрахована таблиця тривалості періоду від сходу снігу до відмерзання верхніх шарів ґрунту для різних районів (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 – Приклад розрахунку сходу снігу з поля

Квітень	Середня добова температура повітря, °С	Шар відтанення, мм, n = 5t	Сума шару відтанення, мм, $\Sigma n = \Sigma 5t$	$K = \frac{\Sigma n}{\bar{x}}$	f, %
1	0,8	4,0	4,0	0,04	100
2	1,2	6,0	10,0	0,09	100
3	3,2	16,0	26,0	0,24	100
4	2,4	12,0	38,0	0,35	97
5	1,4	7,0	45,0	0,42	94
6	2,5	12,5	57,0	0,53	88
7	4,4	22,0	79,5	0,74	72
8	5,4	27,0	106,5	1,0	45
9	4,5	22,5	129,0	1,2	28
10	8,4	42,5	171,0	1,6	11
11	8,4	42,0	213,0	2,0	4
12	8,4	42,0	255,0	2,4	0

Таблиця 1.2 – Тривалість періоду (дні) від сходу снігу до відмерзання верхніх шарів ґрунту

Глибина відтанення ґрунту, см	Середня добова температура повітря, °С							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Райони сильного зволоження з високим стоянням ґрунтових вод								
10	29	10	6	5	4	3	–	–
30	–	31	19	14	11	7	6	5
Райони з нестійкою зимою і глибоким стоянням ґрунтових вод								
10	9	7	5	3	3	2	–	–
30	–	20	13	10	8	6	6	5
Райони з ненасичених ґрунтів з глибоким стоянням ґрунтових вод								
10	6	5	4	4	3	3	–	–
30	–	22	11	7	6	4	4	3



Встановлено, що в теплі весни, коли температура повітря у період відмерзання снігу становить  $5^{\circ}\text{C}$  і вище відмінності швидкості відмерзання в різних районах не спостерігається. А.О. Разумовою розроблені графіки залежності зміни глибини відмерзання ґрунту після сходу снігу від сум позитивних температур повітря за декаду (рис. 1.2 а, б, в, г). При цьому також враховується глибина відмерзання на початок розрахунку.

Слід зазначити, що за початок танення снігу навесні приймається дата стійкого переходу максимальної температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$ , за кінець сніготанення – дата, коли залишиться не більше 20 % площі поля. Якщо на кінець періоду танення снігу ґрунт під снігом буде талий, то за дату відмерзання орного шару ґрунту приймається дата сходу снігу.

Наприклад, якщо на початок декади відтанення становило 0 см, а сума позитивних температур за декаду очікується по прогнозу погоди  $30^{\circ}\text{C}$ , то за рис. 1.2 (а) глибина відтанення на кінець декади становитиме 20 см.

### 1.1.2 Прогноз початку польових робіт з завчасністю 10 – 15 днів

Початок польових робіт співпадає з датою просихання ґрунту до м'якопластичного стану. Її можна розрахувати декількома методами в залежності від території, для якої ведуться розрахунки. Так, А.І. Сидоренковою запропоновані два рівняння для розрахунку строків просихання ґрунту до м'якопластичного стану для зони нечорноземних ґрунтів

для суглинків

$$U = 1,05x + 0,03y_1 + 6,01, \quad (1.3)$$

для супіщаних ґрунтів

$$U = 0,80x + 0,09y_1 + 5,1, \quad (1.4)$$

де  $U$  – дати просихання орного шару ґрунту до м'якопластичного стану,

$x$  – дати відтанення орного шару,

$y_1$  – запаси вологи у метровому або півметровому шарі ґрунту

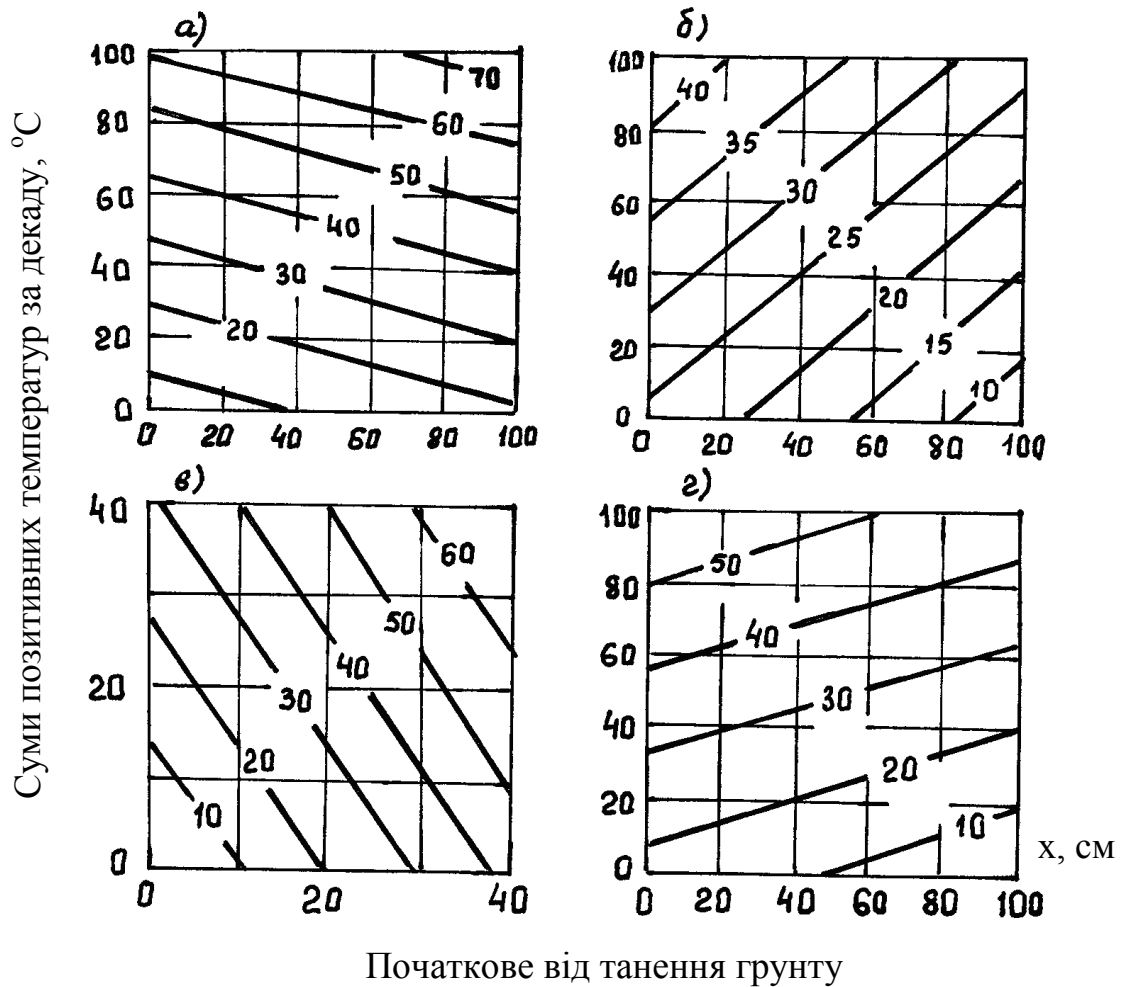


Рис.1.2 – Зміна глибини відмерзання ґрунту після сходу снігу на Європейській території СНД:

- а – північно-західні райони (з глибоким стоянням ґрунтових вод);
- б – південно-східні райони (посушливі);
- в – південні райони з не стійкою зимою;
- г – для інших рівнинних територій.

В рівняння (1.3 та 1.4) вводиться поправка на опади, які випадали від дати кінця розтавання снігу до просихання ґрунту до м'якопластичного стану. Поправка була знайдена шляхом порівняння дат, розрахованих з врахуванням опадів з фактичними датами просихання ґрунту (табл. 1.3). Для зручності розрахунків були побудовані графіки для різних типів ґрунтів: для суглинків (рис. 1.3) , для супіщаних ґрунтів (рис.1.4)

Таблиця 1.3 – Поправки до  $U$  на суму опадів ( $R$ ) від кінця танення снігу до просихання ґрунту

R	0	5	10	15	20	25	30	35
U	-3,1	-2,5	-1,9	-1,3	-0,7	0,1	0,5	1,1
R	40	45	50	55	60	65	70	75
U	1,7	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,8

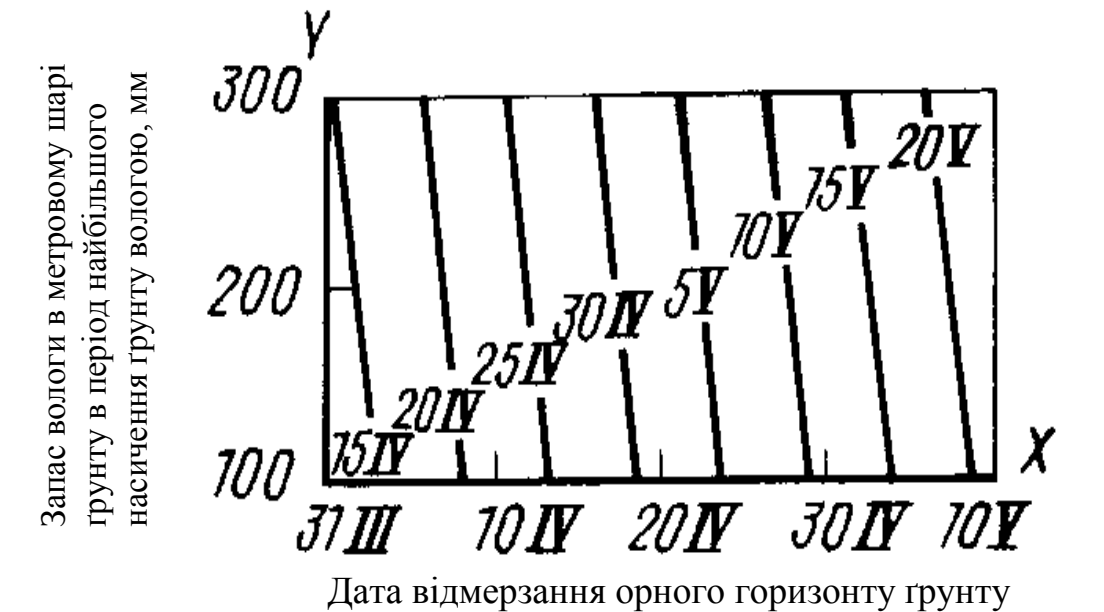


Рис.1.3 – Графік для розрахунку дати просихання ґрунту до м'якопластичного стану



Рис.1.4 – Графік для розрахунку дати просихання орного шару ґрунту до м'якопластичного стану для супіщаних ґрунтів

При використанні цієї методи у районах із суглинковими ґрунтами запаси вологи у метровому шарі ґрунту визначаються із спостережень в період найбільшого насичення його водою.

Встановлено, що в південних районах Європейської частини СНД дата м'якопластичного стану ґрунту настає вслід за датою стійкого переходу середньої за добу температури повітря через  $3^{\circ}\text{C}$ .

### **1.1.3 Прогноз початку польових робіт в районах капілярного насичення ґрунту вологою**

В районах Північного та Північно-Західного економічних районів Росії, у Білорусі, Північно-західних районах України (районах капілярного насичення ґрунту вологою) період сніготанення, відмерзання та просихання ґрунтів більш тривалий і складний, ніж у інших районах. Тому прогноз початку польових робіт та строків сівби ранніх ярих культур набуває особливого значення.

Одним з найважливіших факторів, який впливає на строки початку польових робіт, а також на кількість та якість сходів ранніх ярих культур, є запаси вологи [2], було встановлено, що найсприятливіші умови зволоження для початку польових робіт та сівби ранніх ярих культур складаються у дуже короткий відрізок часу (10 – 20 днів), який настає після просихання ґрунту до так званої «фізичної стиглості» (м'якопластичного стану). В цей момент запаси вологи у шарі 0 – 20 см становлять 30 – 50 мм. Ґрунт дуже легко обробляється сільськогосподарськими машинами, а сходи з'являються дружніми, з добре розвиненим корінням.

Крім того, значну роль в настанні строків початку польових робіт та сівби ранніх ярих культур має також глибина промерзання ґрунту та температура повітря і ґрунту. Але ці фактори не можуть бути обмежувачами, оскільки у більшості районів просихання ґрунту до м'якопластичного стану спостерігається у строки дуже близькі до дат переходу температури повітря через  $5 - 7^{\circ}\text{C}$ .

Розробки А.М. Дерев'янка дозволили отримати метод довгострокового прогнозу просихання ґрунту до м'якопластичного стану для зони нечорноземних ґрунтів. Метод засновано на основі встановлених закономірностей, що умови залягання снігу і промерзання ґрунту в період першого зниження температури повітря до  $-10^{\circ}\text{C}$  і нижче впродовж 10 днів взимку визначають умови відмерзання ґрунту та його просихання навесні.

Дати просихання ґрунту до м'якопластичного стану навесні розраховуються за рівняннями:

$$\text{для супіщаних ґрунтів} \quad - \quad y = -0,95n - 0,74x_1 - 0,06h + 186,71 \quad (1.5)$$

$$\text{для суглинків} \quad - \quad y = -1,12n - 0,14x_1 - 0,09h + 177,17, \quad (1.6)$$

де  $y$  – тривалість періоду від кінця першого зимового похолодання, коли температура повітря сягає  $-10^\circ\text{C}$  і нижче впродовж 10 днів і більше, до просихання орного шару ґрунту до «фізичної стиглості», дні;

$n$  – тривалість періоду від стійкого переходу температури повітря через  $0^\circ\text{C}$  восени до кінця першого зимового похолодання, дні;

$x_1$  – дата встановлення стійкого снігового покриву (кількість днів, починаючи з 1 листопада);

$h_3$  – глибина промерзання ґрунту на кінець першого зимового похолодання, см.

Завчасність прогнозу початку польових робіт складає від двох з половиною до шести місяців в залежності від характеру зими. Розрахунки очікуваних строків початку польових робіт дуже добре справджуються у випадках, коли сніговий покрив встановлюється в період від 29 листопада до 31 грудня і тривалість періоду від переходу температури повітря через  $0^\circ\text{C}$  восени до кінця першого зимового похолодання знаходиться в межах від 26 до 60 днів. За рівняннями (1.5 та 1.6) побудовано графіки для зручності у використанні (рис. 1.5 а, б), на яких по осі абсцис – тривалість періоду у днях від переходу температури повітря через  $0^\circ\text{C}$  до кінця першого зниження температури повітря до  $-10^\circ\text{C}$  і нижче впродовж 10 днів і більше.

#### **1.1.4 Метод прогнозу оптимальних строків початку польових робіт і сівби ранніх ярих культур у Білорусі і північно-західних районах України**

Територія Білорусі та деяких областей Північного Заходу України також відносяться до районів капілярного насичення ґрунту вологою. Для цих районів розроблено метод прогнозу початку польових робіт Л.К. Пятовською [4]. Дослідження Л.К. Пятовської показали, що оптимальні строки початку польових робіт у Білорусі співпадають з моментом просихання ґрунту до м'якопластичного стану. В різні роки відмічається різний характер ходу весняних процесів. Поряд з середніми значеннями факторів, що характеризують весну, відмічаються аномально відмінні значення. Аномальною вважається весна з аномальними строками настання весняних процесів. Поряд з середніми значеннями факторів, що характеризують весну, відмічаються аномально відмінні значення.

Повторність аномальних весен у Білорусі складає 20 %. Дослідженнями встановлено, що в Білорусі аномальні весни мають деякі

характерні особливості. Настання ранньої весни характеризується такими особливостями:

- підвищеним температурним режимом повітря у весняний період, який характеризується ранньою датою початку сніготанення в порівнянні з середньою багаторічною;
- не значною (менше 10 см) висотою снігу на початок танення його або ж повною його відсутністю;
- не великою (менше 50 см) глибиною промерзання ґрунту на початок танення снігу.

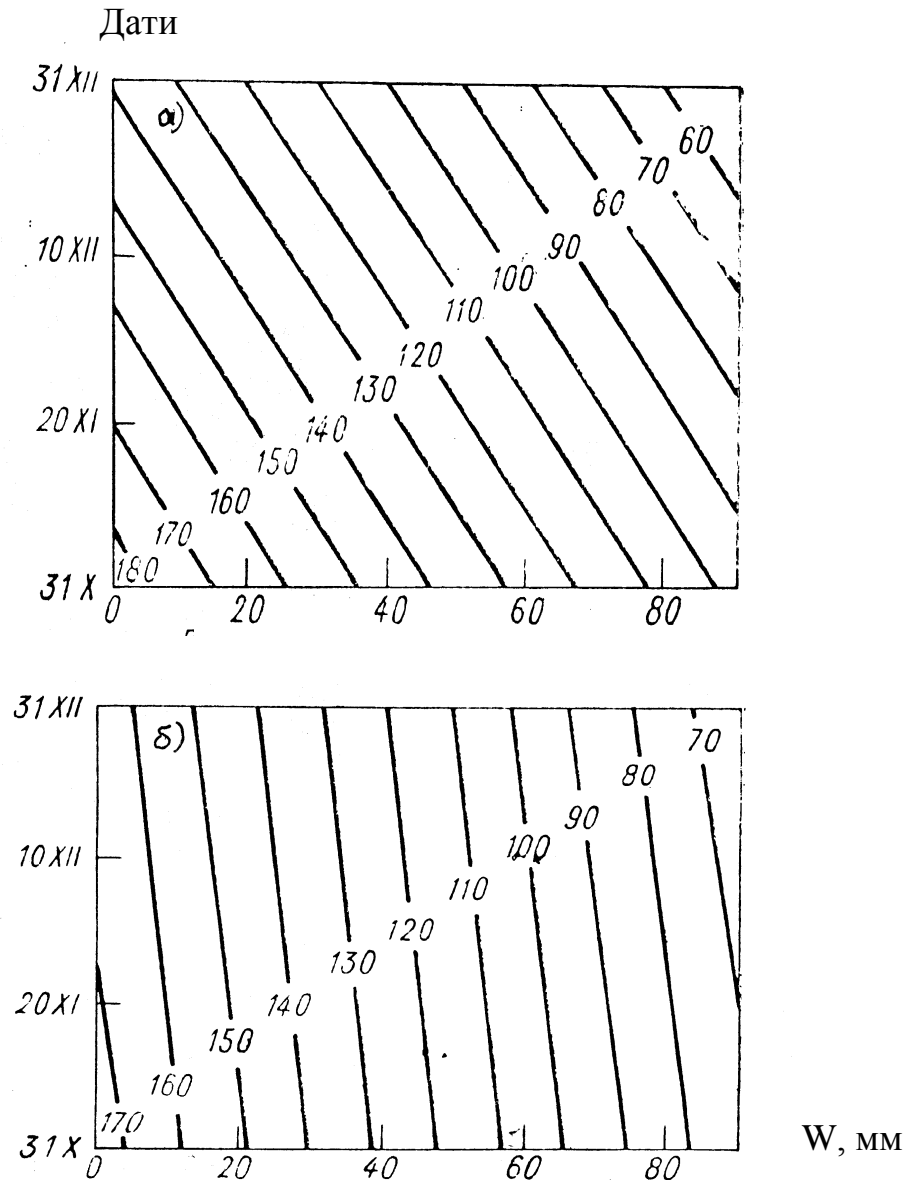


Рис.1.5 – Графік для розрахунку часу просихання орного шару ґрунту до м'якопластичного стану. Північно-Західний економічний район. а – суглинкові, б – супіщані ґрунти.

В той же час, настання пізньої весни обумовлюється іншими особливостями:

– зниженим температурним режимом у весняний період, який характеризується пізньою датою початку танення снігу;

– значною (більше 60 см) глибиною промерзання ґрунту на початок танення снігу;

– значною (більше 15 см) висотою снігу на початок його танення.

Для характеристики аномальної весни досить одного із перелічених показників.

Л.К. Пятовською [4] встановлено, що термін просихання верхнього шару ґрунту залежить від температури повітря. При чому, в різні весни температура повітря визначається за різні відрізки часу. В аномально ранні весни строк просихання ґрунту ( $y$ ) до м'якопластичного стану розраховується в залежності від температури повітря за березень місяць ( $t_3$ ) за рівнянням

$$y = 87,17 - 1,73t_3 - 0,64t_3^2. \quad (1.7)$$

Для нормальних та пізніх весен Л.К. Пятовською встановлено залежність між датою просихання верхнього шару ґрунту до м'якопластичного стану ( $y$ ) від середньої за місяць температури квітня ( $t_4$ ):  
для легких ґрунтів

$$y = 137,9 - 7,18t_4 + 0,32t_4^2, \quad (1.8)$$

для важких ґрунтів

$$y = 133,08 - 3,97t_4 + 0,07t_4^2. \quad (1.9)$$

Графічно ці залежності представлені на рис. 1.6.

Для розрахунків температура повітря визначається з прогнозу погоди. У випадку ненадійності прогнозу погоди початок польових робіт уточнюється за інерційними факторами. Таким фактором для Білорусі є дата відмерзання ґрунту. Встановлена залежність між датою повного відмерзання орного шару ґрунту ( $n$ ) та датою просихання його до м'якопластичного стану ( $y$ ). Вона має вигляд:

для легких ґрунтів

$$y = 24,72 + 0,89n, \quad (1.10)$$

для важких ґрунтів

$$y = 123,3 - 1,01n + 0,99n^2. \quad (1.11)$$

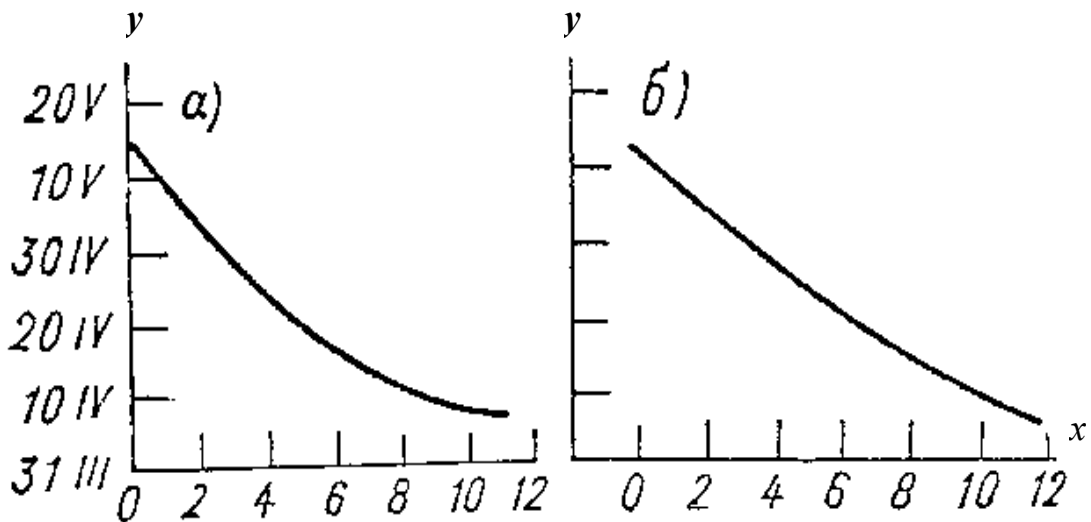


Рис.1.6 – Залежність дати настання (у) першого просихання ґрунту до м'якопластичного стану від середньої температури повітря (х) за квітень (для нормальних та пізніх весен для супіщаних (а) та суглинкових ґрунтів (б)).

Сівба ранніх ярих культур у Білорусі починається пізніше початку польових робіт. Найкращі агрометеорологічні умови для сівби складаються тоді, коли верхній шар ґрунту не тільки досягне м'якопластичного стану а і прогріється до  $+5^{\circ}\text{C}$ . При сівбі ярих культур в оптимальні строки на мінеральних ґрунтах загроза заморозків на рівних полях практично відсутня. Заморозки спостерігаються на півдні Білорусі в 10 роках із 100, на півночі – в 7 роках із 100.

Л.К. Пятовською були встановлені статистичні залежності та розраховані рівняння зв'язку між середньою температурою повітря за квітень ( $t_4$ ) і датою досягання верхнього шару ґрунту для сівби ранніх ярих культур (у):

для легких ґрунтів

$$y = 136,87 - 5,16t_4 + 0,09t_4^2, \quad (1.12)$$

для важких ґрунтів

$$y = 136,1 - 4,76t_4 + 0,12t_4^2. \quad (1.13)$$

В Білорусі і північно-західних областях України зростають площі посіву ярих культур на осушених торф'яниках. Слід зазначити, що високі врожаї ярих культур на торф'яниках спостерігаються тільки при дуже ранніх строках сівби. Складність розрахунку на осушених торф'яниках



полягає у тому, що сівба повинна початись рано і закінчитись дуже швидко, поки не розтанула так звана «мерзла підшва», яка забезпечує нормальну роботу сільськогосподарської техніки на полях.

Сучасна технологія вирощування ярих зернових культур на осушених торф'яниках передбачає сумісну головну і передпосівну обробку ґрунту і виконання цих робіт восени. На цих полях навесні при відмерзанні торфу на глибину 10 см необхідно відразу ж починати сівбу і закінчити її найшвидше.

Л.К. Пятовською [4] встановлено залежність, за допомогою якої визначаються оптимальні строки проведення весняної посівної компанії на осушених торф'яниках. Вона має вигляд:

$$y = 86,89 - 2,7t_3 - 0,19t_3^2, \quad (1.14)$$

де  $t_3$  – середня температура повітря за березень;

$y$  – оптимальний строк сівби на осушених торф'яниках.

## 1.2 Розрахунок термінів сівби озимої пшениці та озимого жита

Розвиток озимих культур восени залежить від агрометеорологічних умов від сівби до припинення вегетації. Агрометеоролог повинен обґрунтувати терміни сівби озимих культур з тим, 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 для Європейської території країн СНД. Для України методика термінів сівби озимих розроблена В.П. Дмитренком та І.Г. Грушкою, для Білорусі – Л.К. Пятовською [4].

Для озимих культур оптимальними термінами сівби вважаються такі, за яких у рослин на припинення вегетації спостерігається 3 – 5 пагонів, дуже ранніми – ті, за яких озимі закінчують вегетацію з кущистістю 6 пагонів і більше, дуже пізніми – терміни, за 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 має температура повітря і ґрунту. У зв'язку з цим у районах достатнього зволоження для визначення термінів сівби, сходів, початку кущіння і міри кущистості використовуються суми ефективних температур вище 5° С, встановлені О.О. Шіголевім:

Таблиця 1 – Суми ефективних температур за між фазні періоди озимих культур восени, °С

	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 від температури повітря та запасів вологи у орному шарі ґрунту. Є.С. Улановою були знайдені залежності тривалості у днів періодів "сівба – сходи" від зволоження ґрунту за температури вище 14° С (табл. 1.4) та сходи-кущіння від вологості у шарі ґрунту 0 – 20 см та середньої температури (табл. 1.5) повітря.

Таблиця 1.4 – Залежність тривалості періоду сівба-сходи від запасів вологи у шарі ґрунту 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

Очікувані запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту розраховуються за методом С.О. Веріго (рис. 1.7) або за відповідними рівняннями:

для чорноземних ґрунтів

$$U = -0,19t + 0,44b - 0,22c, \quad (1.15)$$

для опідзолених ґрунтів

$$U = -0,23t + 0,53b - 0,24c, \quad (1.16)$$

де  $U$  – 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.

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

Таблиця 1.5 – Залежність тривалості періоду “сходи-кущіння” від запасів вологи у шарі ґрунту 0 – 20 см та температури повітря

Запаси вологи у шарі 0 – 20 см, мм	Середня температура повітря у період "сходи – кущіння", °С											
	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	12	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					

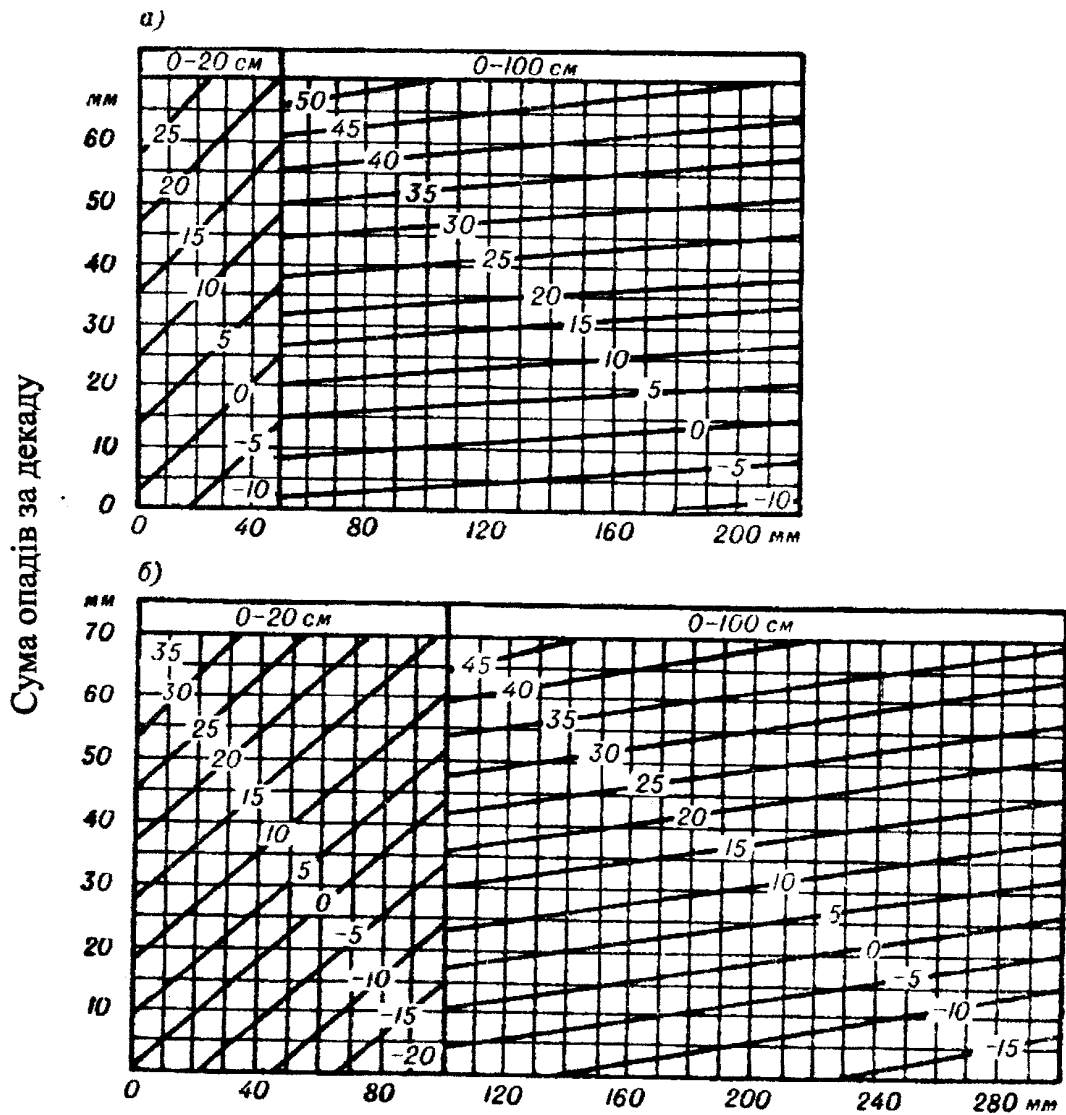
Поправки на температуру для різних шарів ґрунту у табл. 1.6.

### 1.2.1 Розрахунок термінів сівби озимих в районах достатнього зволоження

У районах достатнього зволоження терміни сівби озимих розраховуються за сумами ефективних температур, які підраховуються від дати припинення вегетації. За дату припинення вегетації приймається дата стійкого переходу температури повітря через +5°С восени. У районах з добрим зволоженням ґрунту терміни сівби визначаються за сумами ефективних температур.

Пізній термін сівби визначається за сумою ефективних температур 119°С для жита та 134°С для озимої пшениці. Сума температур підраховується від дати припинення вегетації у сторону літніх місяців. Дати накопичення вказаних сум температур будуть відповідати пізньому терміну сівби, бо озимі закінчують вегетацію в фазі третього листка, тобто нерозкущеними.

Для визначення оптимального терміну сівби підраховуються суми ефективних температур 200 – 300°С, надмірно ранніх термінів сівби – суми 400°С. Озимі культури, які будуть посіяні у термін між датами накопичення сум температур 400°С та 300°С, закінчують вегетацію перерослими, з кущистістю більше 6 пагонів.



Запаси продуктивної вологи на початку декади

Рис. 1.7 – Зміна запасів ґрунтової вологи в шарах ґрунту 0 – 20 та 0 – 100 см у період осінньої вегетації:

- а – під озимією пшеницею в зоні чорноземних ґрунтів;
- б – під озимими культурами в зоні підзолистих ґрунтів.

Таблиця 1.6 – 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	

### **1.2.2 Розрахунок термінів сівби озимих 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.

Дата початку кущіння для оптимального терміну сівби, що забезпечує 3 пагони кущистості, визначається за сумою температур  $81^{\circ}\text{C}$  для озимого жита та  $66^{\circ}\text{C}$  для озимої пшениці; що забезпечує 6 пагонів кущистості – за сумами ефективних температур  $181^{\circ}\text{C}$  ( $300^{\circ} - 119^{\circ}\text{C}$ ) – для озимого жита та  $166^{\circ}\text{C}$  ( $300^{\circ} - 134^{\circ}\text{C}$ ) – для озимої пшениці.

Дата початку кущіння раннього терміну сівби, що забезпечує більше 6 пагонів кущистості, визначається за сумами ефективних температур  $281^{\circ}\text{C}$  для жита, та  $266^{\circ}\text{C}$  – для озимої пшениці (відповідно  $400^{\circ}\text{C} - 119^{\circ}\text{C}$  та  $400^{\circ}\text{C} - 134^{\circ}\text{C}$ ).

Після визначення дати кущіння розраховується дата появи сходів для оптимального та раннього термінів сівби за даними табл. 1.2. 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 від дати сходів за 2 – 3 декади в сторону літніх місяців. Потім з табл. 1.4 визначається тривалість періоду сівба-сходи, яка віднімається від дати сходів. Одержані дати і будуть датами сівби тих термінів, для яких визначалась дата сходів.

В районах недостатнього зволоження пізній термін сівби визначається як і районах достатнього зволоження за сумами ефективних температур  $119^{\circ}\text{C}$  для озимого жита та  $134^{\circ}\text{C}$  для озимої пшениці.

### **1.2.3 Розрахунок оптимальних термінів сівби озимих 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 [2].

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 визначаються шляхом введення

поправок до середнього багаторічного оптимального терміну сівби на відхилення фактичної температури повітря від середньої багаторічної за серпень, відхилення дати переходу температури повітря через 5° С у поточному році від середньої багаторічної та на значення запасів продуктивної вологи у період сходи – кущіння.

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

Таблиця 1.7 – Оптимальні терміни сівби в Україні

№ п/п	Станція	Дата оптимального терміну сівби	№ п/п	Станція	Дата оптимального терміну сівби
1	Ніжин	29. VIII	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. VIII
7	Кам'янка-Бузька	16. IX	21	Луганськ	26. VIII
8	Тернопіль	5. IX	22	Затишшя	8. IX
9	Хмельницький	11. IX	23	Одеса	17. IX
10	Вінниця	30. VIII	24	Базаринка	19. IX
11	Озерна	1. VX	25	Баштанка	3. IX
12	Гребінка	27. VIII	26	Асканія Нова	14. IX
13	Полтавка	2. IX	27	Мелітополь	8. IX
14	Приколотне	19. VIII	28	Клепініно	1. IX

При складанні прогнозу спочатку визначається з синоптичного прогнозу погоди очікувана температура повітря та сума опадів. Потім розраховується дата переходу температури повітря через 5° С у поточному році та її відхилення від середньої багаторічної. Розраховується середня багаторічна температура за серпень і середня температура за серпень поточного року і також визначається її відхилення. За розрахованими значеннями відхилень температури повітря визначається перша поправка з табл. 1.8.

За графіками С.О. Веріго (рис. 1.7) розраховуються для кожної декади очікувані запаси продуктивної вологи. Потім за період "сходи – кущіння" визначаються середні запаси продуктивної вологи у орному шарі ґрунту.

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 – кушіння визначається друга поправка ( $\Delta_2$ ) з табл. 1.9.

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

Потім визначається сумарна поправка

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 \quad (1.17)$$

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

#### **1.2.4 Розрахунок оптимальних термінів сівби озимих культур у північно-західних районах України та в Білорусі**

Метод прогнозу розроблено Л.К. Пятовською [4]. Він засновується на тісному зв'язку між оптимальними термінами початку сівби озимих культур з середньою температурою повітря за осінній період (з 25 серпня по 20 жовтня). Л.К. Пятовською шляхом статистичної обробки багаторічних спостережень знайдені рівняння залежності дат оптимальних термінів ( $Y$ ) сівби від середньої температури повітря за осінній період ( $t_0$ ):

$$Y = 10,04t_0 - 0,26t_0^2 + 163,58. \quad (1.18)$$

Крім того, встановлено, що існує досить тісний зв'язок між середньою температурою повітря за вересень ( $x$ ) та датою закінчення сівби озимих культур ( $Y$ ):

$$Y = 15,65t - 0,52t^2 + 141,96. \quad (1.19)$$

Для складання прогнозу оптимальних термінів сівби озимих у Білорусі необхідно з синоптичного прогнозу погоди визначити очікувану температуру, розрахувати середню за період з 25 серпня по 20 жовтня та визначити їх з рівняння (1.18). При цьому отриманий результат необхідно відраховувати від першого січня року, для якого ведуться розрахунки.

#### **1.2.5 Прогноз стану озимих культур на дату припинення вегетації**

Прогноз стану озимих культур на дату припинення вегетації восени має дуже велике значення, так як у ньому подається агрометеорологічна характеристика всього осіннього періоду вегетації озимих та вказуються відсотки площі поля з різним станом кущистості рослин. А це, в свою чергу, дає можливість скласти уяву про можливість пошкодження озимини взимку, бо стан озимих культур восени багато в чому визначає міру цього пошкодження.

Як встановлено дослідженнями Є.С. Уланової та А.Я. Грудєвої кушіння озимих зернових культур триває до припинення вегетації. Темпи його визначаються температурними умовами, умовами зволоження орного шару ґрунту та біологічними особливостями сортів. А.Я. Грудєвою виділено чотири групи сортів озимої пшениці та озимого жита за інтенсивністю темпів кущистості при достатньому зволоженні ґрунту та знайдені статистичні залежності темпів кущистості ( $Y$ ) від сум позитивних температур за період кушіння ( $x$ ):



1) найменша інтенсивність – у озимій пшениці сортів Безоста 1, Білоцерківська 198 та Лютесценс 230:

$$Y = 0,0085x + 1,0. \quad (1.20)$$

2) слабка інтенсивність кущіння – у озимій пшениці сортів Одеська 3, Степова 135 та озимого жита сорту Лисиціна:

$$Y = 0,01x + 1,0. \quad (1.21)$$

3) середня інтенсивність кущіння – у озимого жита сортів Саратовське, Харківське та Безенчукське:

$$Y = 0,01x + 2,0. \quad (1.22)$$

4) найбільша інтенсивність кущіння – у озимій пшениці сортів Миронівська 808 та Миронівська 264:

$$Y = 0,017x - 0,45. \quad (1.23)$$

У випадку недостатнього зволоження орного шару ґрунту (запаси вологи менше 20 мм) залежності відповідно мають вигляд:

для сортів пшениці Безоста 1, Білоцерківська 198, Миронівська 808 та 264:

$$Y = 0,0041x + 1,4, \quad (1.24)$$

для сортів озимій пшениці Одеська 3 і 12 та озимого жита Безенчукське:

$$Y = 0,005x + 1,5, \quad (1.25)$$

для озимого жита сорту Лисиціна:

$$Y = 0,0065x + 1,0. \quad (1.26)$$

Найкраще переносять умови зимівлі озимі культури у стані кущистості 3 – 6 пагонів. Озимі у фазі сходів, третього листка, а також кущистості більше 6 пагонів зимують значно гірше.

Оцінка та прогноз агрометеорологічних умов осіннього періоду і стану озимини на припинення вегетації (перехід температури повітря через 5°C) практично зводяться до визначення фаз розвитку озимих культур за тими ж залежностями, що і визначення дат сівби. Тільки у цьому випадку

фази розвитку розраховуються від фактичних дат сівби або тих фаз, з яких починається розрахунок фаз розвитку.

Окрім очікуваної кущистості восени також визначається оцінка стану озимих культур за показниками, розробленими С.О. Веріго (табл. 1.10. та 1.11).

Таблиця 1.10 – Середні оцінки<sup>1</sup> стану сходів озимих культур при різних значеннях запасів вологи

Зона	Запаси продуктивної вологи, мм											
	5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-50	51-60	61-70	71-80
Чорноземні ґрунти	–	2,0	2,8	3,1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	–	–	–
Опідзолені ґрунти	1	1,4	3,0	3,6	3,9	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0

Примітка: оцінки: 1 – дуже поганий; 2 - поганий; 3 – задовільний; 4 – добрий; 5 – відмінний.

Таблиця 1.11 – Зміна балової оцінки стану озимих в залежності від запасів вологи після сходів

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

Стан озимини на припинення вегетації як на окремих полях, так і на великих територіях областей, економічних районів, республік також визначається через кількість рослин на один м<sup>2</sup>. Як встановлено дослідженнями А.Я. Грудєвої, найтісніший зв'язок площі озимих культур восени у поганому стані спостерігається з кількістю рослин на м<sup>2</sup>. Як уже було сказано вище, кількість рослин на один м<sup>2</sup> на припинення вегетації залежить від запасів продуктивної вологи в орному шарі і добре характеризує загальний стан посівів як на конкретних полях, так і на великих площах. Було знайдено статистичні залежності між середньою по області кількістю рослин на один м<sup>2</sup> (*u*) та середніми по області значеннями запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (*w*):

для України, Молдови і Північного Кавказу

$$u = 178,68 + 21,735w - 0,459w^2, \quad (1.26)$$

для центральних чорноземних областей та Поволжя

$$u = 109,20 + 22,015w - 0,352w^2, \quad (1.27)$$

для нечорноземної зони

$$u = 117,35 + 22,29w - 0,361w^2. \quad (1.28)$$

Якщо середні по області запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту становлять 30 – 35 мм, то стан посівів буває добрим (400 – 500 рослин на м<sup>2</sup>) Таким чином, на дату сівби (засіяно 20% площі) можна розрахувати гущину посівів та визначити їх стан на припинення вегетації. Залежність розмірів площі (у відсотках від посівної) з поганим станом озимини восени від середньої по області кількості рослин на м<sup>2</sup> для різних зон можна розрахувати за рівняннями (табл. 1.12)

Таблиця 1.12 – Залежність стану озимих культур від кількості рослин на м<sup>2</sup>.

Територія	Рівняння	Номер рівняння
Нечорноземна зона	$S_0 = -0,061u + 32,208$	(1.29)
Центральна чорноземна зона та Поволжя	$S_0 = -0,07u + 34,64$	(1.30)
Молдова та південні райони України	$S_0 = -0,0218u + 102,38$	(1.31)
Інші райони України та Північний Кавказ	$S_0 = -0,103u + 51,17$	(1.32)

Примітка. В рівняннях:  $S_0$  – площа озимих (%) з поганим станом на припинення вегетації;  $u$  – кількість рослин на м<sup>2</sup> на припинення вегетації.

Після визначення стану озимих на припинення вегетації складається текст прогнозу, в якому характеризуються агрометеорологічні умови сівби і осінньої вегетації озимих культур та очікувана кущистість рослин.

## 2. Практична частина

### 2.1 Прогноз сходу снігового покриву та відмерзання ґрунту

#### 2.1.1 Розрахунок сходу снігового покриву

Практична робота виконуються в робочих таблицях. Дані для виконання робіт викладені в табл. 2.1 - 2.3.

*Техніка виконання розрахунків:*

1 - визначається дата стійкого переходу температури повітря через 0 °С за даними середньодобових та максимальних значень температури повітря;

2 – розраховується середній запас води в снігу на початок його танення за рис. 1.1., або за формулою  $W = H \times D \times 10$  (де  $H$  – висота снігу,  $D$  – щільність снігу);

Таблиця 2. 1 – Розрахунок сходу снігу.

Висота снігу 42 см. Щільність снігу 0,29. Глибина промерзання ґрунту 92 см. Середня багаторічна температура за лютий – 3.6°С. За березень - + 5.6°С . Поле вкрите снігом повністю  $S = 100\%$ . Станція Чернігів.

Дати місяців	Середня добова температура повітря, °С	Шар від танення, мм, $n = 5t$	Сума шару від танення, мм, $\Sigma n = \Sigma 5t$	$K = \frac{\Sigma n}{\bar{x}}$	S, %
Лютий					
28					100
Березень					
1					
2					
3					
4					
5					
6					

3 – із прогнозу погоди визначається середньодобова температура за допомогою графіка, побудованого на міліметрівці. На осі  $x$  відкладається дата (графік будується так, щоб 1 мм дорівнював одному дню), на осі  $y$  – температура повітря (1 мм = 1°С). На рис. наноситься середня багаторічна температура повітря за лютий місяць(точка 1) та за березень (точка 2). Дві точки (1 та 2) з'єднуються прямою. За прогнозом погоди температура повітря в першій половині березня буде вище норми на 2°С, в другій половині – на 1 °С нижче норми. Для визначення середньодобової

температури за березень місяць пряма лінія поділяється на дві рівні частини (перша та друга половини місяця, точка 3). Потім відрізки прямої поділяються ще кожний наполовину (точки 4 та 5). У точці поділу перпендикулярно в першу половину місяця відкладається 2°C, в другу - 1°C. Точки 1, 4, 3, 5, 2 з'єднуються плавною кривою лінією. Потім на кожний день з кривої на ось опускається перпендикуляр і визначається температура повітря на кожен день березня місяця;

4 – розраховується дата сходу снігового покриву (приклад табл. 1.1);

5 – визначається дата сходу снігу, вона буде в той день коли площа поля, вкрита снігом, становитиме 0 %.

### 2.1.2 Визначення відмерзання ґрунту

Для визначення відмерзання ґрунту необхідно використати робочу табл. 2.2, а також мати такі дані: висоту снігового покриву, щільність снігу, глибину промерзання ґрунту, середньодобові значення температури повітря та початкове від танення ґрунту.

*Техніка виконання розрахунків:*

- визначити суму позитивних середньодобових температур повітря за декаду, починаючи з дня сходу снігу;
- за рис. 1.2 визначити відмерзання ґрунту в залежності від суми позитивних температур за декаду і початкового відмерзання ґрунту. Величина від танення ґрунту на кінець кожної декади буде дорівнювати глибині відмерзання за попередню декаду плюс зміни за декаду. Розрахунки глибини відмерзання виконуються до тих пір, поки відмерзання не буде дорівнювати глибині промерзання.

Таблиця 2.2 – Розраховані величини

Запас води в снігу	Середня температура повітря	Сума позитивних температур	Глибина відмерзання ґрунту	Просихання ґрунту (%)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

### 2.1.3 Метод розрахунку просихання ґрунту до м'якопластичного стану

Після відмерзання ґрунту на повну глибину розраховується дата просихання ґрунту до м'якопластичного стану, тобто до дати початку польових робіт. Період просихання ґрунту і час настання м'якопластичного стану після сходу снігу і найбільшого зволоження ґрунту розраховується за даними таблиці Г.З Венцкевича (табл. 2.3) Запис просихання ґрунту до мякопластиного стану в табл. 2.2.

Для розрахунків необхідні значення температури повітря за період від дати відмерзання ґрунту на повну глибину. Початкова вологість ґрунту на день повного відмерзання для чорноземних ґрунтів становить 50 % об'ємної вологості ґрунту. За даними середньої температури повітря за добу з таблиці визначається величина просихання ґрунту. На кожний наступний день вона становитиме різницю між вологістю на попередній день мінус величину просихання. Розрахунки виконуються до тих пір, поки вологість ґрунту не становитиме 36 %. Така вологість відповідає м'якопластичному стану ґрунту.

Таблиця 2.3 Просихання ґрунту в залежності від температури повітря і насичення ґрунту вологою (у % зниження об'ємної вологості ґрунту)

Температура повітря, °С	Вологість ґрунту, %									
	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32
20	7	7	6	6	5	5	4	3	3	2
16	6	6	5	5	4	4	3	3	2	1
12	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1
8	4	4	3	3	2	2	1	1	0	0
4	3	3	2	2	1	1	0	0	0	0
0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0

### 2.1.4 Метод розрахунку дат настання м'якопластичного стану ґрунту

Після визначення дати сходу снігу та відмерзання ґрунту необхідно розрахувати дату просихання ґрунту до м'якопластичного стану, тобто дату початку весняних польових робіт. Розрахунки виконуються за даними табл. 2.1 - 2.3. Для складання прогнозу необхідні такі дані: 1 – середньодобові значення температури повітря, 2 – дата встановлення снігового покриву, 3 – глибина промерзання ґрунту.

*Техніка виконання розрахунків:*

- визначити тривалість першого зимового похолодання. За перше зимове похолодання приймається період з температурою повітря мінус 10°C впродовж 10 діб і більше;
- визначити тривалість періоду від переходу температури повітря через 0 восени до кінця першого зимового похолодання;
- визначити дату встановлення снігового покриву і глибину промерзання ґрунту;
- визначити кількість днів від 1 листопада до дати встановлення стійкого снігового покриву;
- визначити кількість днів до дати просихання ґрунту до м'якопластичного стану за рівняннями 1.5 або 1.6 в залежності від типу ґрунту або за рис. 1.4 або 1.5;
- визначити дату початку польових робіт шляхом додавання отриманої дати просихання ґрунту до дати кінця першого зимового похолодання.

### **2.1.5 Визначення дати початку польових робіт за методом А.М. Дерев'янка**

Визначення дати початку польових робіт виконується в табл. 2.4.

*Техніка виконання розрахунків:*

- визначається дата переходу температури повітря через 0 °C восени за даними середньодекадної температури повітря. Дата переходу температури через 0 °C знаходиться по графіку. Графік будується на міліметровому папері із розрахунку 1 мм 1 день і один мм – 1 0 °C. На вісі абсцис відкладається відрізок, який дорівнює 20 дням. На вісі ординат відрізок, який становить значення від мінус 2,4 0 °C до плюс 3,5 0 °C. На графіку відкладається на 15 листопада середня за декаду температура повітря за другу декаду листопада. І на 25 листопада – середня температура повітря за третю декаду листопада. Дві точки з'єднуються прямою лінією. З точки на вісі ординат, яка відповідає 0 °C проводиться пряма до перетину з лінією на графіку. З точки перетину на вісь абсцис опускається перпендикуляр і таким чином визначається дата переходу температури повітря через 0 °C;
- визначається тривалість періоду першого похолодання. Перше зимове похолодання визначається шляхом визначення періоду з температурою повітря мінус 10 °C впродовж 10 днів і більше.
- визначається тривалість періоду від переходу температури повітря через 0 °C до кінця першого зимового похолодання;
- визначається тривалість періоду від кінця першого зимового похолодання до початку польових робіт за відповідними рівняннями.

Таблиця 2.4– Розрахунок термінів початку польових робіт (метод Дерев'янка)

Область	Висота снігу, см	Дата переходу т-ри повітря через 0°C	Дата встановлення снігу	Температура повітря, °C						Тривалість періоду від переходу t через 0°C до кінця першого похолодання, дні	Глибина промерзання ґрунту, см	Тривалість періоду від кінця 1 –го похолодання. До початку польових робіт (дні)
				Листопад			Грудень					
				1	2	3	1	2	3			
Чернігівська												
Семенівна	16		12.XII	2.4	1.4	-1.7	-2.5	-12.3	-6.6		112	
Щорс	13		15.XII	3.0	2.1	-1.1	-2.0	-12.4	-5.7		82	
Покошічі	24		15.XII	2.1	1.2	-2.1	-2.2	-12.0	-7.4		50	
Чернігів	18		12.XII	3.3	2.7	-0.4	-2.0	-13.2	-5.6		18	
Нові млини	15		12.XII	2.7	2.2	-1.4	-2.8	-12.0	-6.3		70	
Ніжин	17		12.XII	3.3	2.7	-1.0	-3.2	-12.8	-5.6		33	
Остер	14		12.XII	3.0	3.2	-0.4	-3.6	-11.7	-5.1		30	
Прилуки	10		15.XII	3.2	2.6	-1.3	-3.1	-11.0	-6.0		104	



## 2.2 Розрахунок термінів сівби озимих культур

### 2.2.1 Розрахунок термінів сівби озимих культур (метод Є.С. Уланової)

*Розрахувати терміни сівби озимих культур.*

Ґрунти чорноземні, слабковилужені. Розрахунки виконувати в робочій таблиці 2.5

*Техніка виконання розрахунків.*

- ознайомитись з фактичними даними спостережень на день складання прогнозу;

- ознайомитись з прогнозом погоди на наступний з дня складання прогнозу період та визначити очікувану температуру повітря, суми опадів;

- розрахувати очікувані запаси продуктивної вологи в шарі 0-20 см використовуючи рис. 1.7; якщо запаси вологи в шарі 0-20 см перевищують 30 мм, то розрахунок термінів сівби виконується за сумами ефективних температур;

- визначити дати накопичення сум ефективних температур 67 °С, 134 °С, 200 °С, 300 °С, 400°С.

- визначити дати оптимальних термінів сівби, ранніх та пізніх. Оптимальні терміни сівби визначаються за сумами температур від 200 до 300 °С, дуже ранні – за сумами температур 400 °С, пізні - за сумами температур 67 – 134 °С.

Якщо територія відноситься до районів недостатнього зволоження і розрахунки виконуються в такому порядку в табл. 2.6:

- визначається дата припинення вегетації озимих культур восени. Для цього використовуються середні багаторічні значення температури повітря і прогноз погоди на осінній період. Середню багаторічну температуру виправляється згідно з прогнозом і знаходиться дата переходу температури повітря через 5 °С ;

– розраховуються за графіками С.О. Веріго очікувані запаси продуктивної вологи;

– від дати припинення вегетації в сторону літніх місяців визначаються дати накопичення сум температур 266°С, та 166 °С (це будуть дати кушіння озимих оптимальних термінів сівби);

– визначається середня температура повітря і запаси продуктивної вологи як середнє арифметичне за дві декади від дат накопичення сум температур 266 та 166 °С

– визначається дата сходів озимих культур. Для цього за визначеними величинами температури і запасів продуктивної вологи з табл. 1.10 визначається тривалість періоду сходи – кушіння, яка додається до дат кушіння;

– визначається дата сівби озимих культур. Для цього від дати сходів в сторону літніх місяців знаходяться середні значення за дві декади

Таблиця 2.5- Робоча таблиця розрахунку термінів сівби в районах достатнього зволоження.

Агрометеорологічні умови ст. Бориспіль		Декади											
		VIII			IX			X			XI		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Середня температура повітря за декаду (°C)	в поточному році			18.6									
	середня багаторічна				16.9	14.7	14.5	10.3	6.0	3.6			
Сума ефективних температур повітря (°C)	в поточному році												
	середня багаторічна												
Сума опадів за декаду(в мм)	в поточному році			49									
	середня багаторічна				14	13	11	11	12	14	15		
Запаси вологи в 0-20 см шарі ґрунту, мм	в поточному році			34									
	середня багаторічна			36	38	33	32	31	30	30	30		
Дата початку сівби	в поточному році												
	середня багаторічна												
Дата припинення вегетації	в поточному році												
	середня багаторічна										3.XI		

Таблиця 2.6 – Розрахунок термінів сівби озимих культур в районах недостатнього зволоження.

Агromетeоролoгiчнi умoви ст. Одeсa		Декади											
		VIII			IX			X			XI		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Середня температура повітря за декаду(°C)	в поточному році			21.8									
	середня багаторічна				18.9	15.7	14.5	12.3	8.9	6.2	3.8		
Тривалість періоду, дні	сходи-кущіння												
	сходи - сівба												
Сума опадів за декаду(в мм)	в поточному році			49									
	середня багаторічна				14	13	11	11	12	14	15		
Запаси вологи в 0-20 см шарі ґрунту, мм	в поточному році			24									
	середня багаторічна			18	15	15	14	13	13	13	14		
Дата початку сівби	в поточному році												
	середня багаторічна												
Дата припинення вегетації	в поточному році												
	середня багаторічна											5.XI	

запасів продуктивної вологи і із табл. 1.11 визначається тривалість періоду сходи – сівба. Ця тривалість періоду додається (в сторону літніх місяців) до дати сходів і таким чином розраховується дата сходів;  
– скласти текст прогнозу.

### **2.2.2 Розрахунок термінів сівби озимих культур методом В.П. Дмитренка та І.Г. Грушки**

Розрахувати терміни сівби озимих культур в Одеській та Київській областях. Розрахунки виконуються в робочій таблиці 2.7 для Одеської області та табл. 2.8. Київської області.

#### *Техніка розрахунку:*

- з синоптичного прогнозу погоди визначити дату переходу температури повітря через 5°C восени;
- знайти відхилення дати припинення вегетації в поточному році від середнього багаторічного;
- знайти середню за серпень температуру повітря в поточному році і середню багаторічну температуру повітря за серпень місяць;
- знайти відхилення середньої температури за серпень у поточному році від середньої багаторічної;
- за відхиленнями дати переходу температури повітря через 5°C від середньої багаторічної та середньої температури за серпень від середньої багаторічної по табл. 1.8 визначається поправка ( $\Delta_1$ ) до оптимальних термінів сівби озимих у поточному році;
- розрахувати очікувані запаси продуктивної вологи у шарі 0-20 см (рис. 1.7).;
- розрахувати середні запаси продуктивної вологи (як середнє арифметичне) за вересень місяць і визначити із табл. 1.9 поправку ( $\Delta_2$ );
- знайти сумарну поправку (формула 1.17);
- знайти із табл. 1.7 оптимальні середні багаторічні терміни сівби озимих в кожній області;
- знайти оптимальні терміни сівби озимих шляхом введення сумарної поправки в оптимальні терміни сівби;

Таблиця 2.7 – Розрахунок термінів сівби озимої пшениці на ст. Любашівка Одеської області (метод В.П. Дмитренка, І.Г. Грушка)

Метеорологічні елементи	серпень			вересень			жовтень			листопад
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Температура повітря у поточному році, °С	22.3	21.8	21.3							
Середня багаторічна, °С	21.8	20.3	19.8	18.4	16.7	15.8	13.3	11.2	9.6	4.6
Відхилення температури в серпні від середньої багаторічної										
Сума опадів, мм	0	10	6	11	11	11	12	12	12	12
Запаси вологи, мм	16									
Середня багаторічна дата припинення вегетації:									28.10	
Дата припинення вегетації у поточному році										
Розрахована різниця між датами припинення вегетації										
Поправка $\Delta_1$										
Поправка $\Delta_2$										
Сумарна поправка $\Delta_1 + \Delta_2$										
Очікувані терміни сівби										

Таблиця 2.8 – Розрахунок термінів сівби озимих культур в Київській області

Метеорологічні елементи	серпень			вересень			жовтень			листопад
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Температура повітря у поточному році, °С	20.3	19.8	18.3							
Середня багаторічна, °С	20.8	19.6	17.8	16.4	14.7	13.8	11.3	9.8	6.6	2.1
Відхилення температури в серпні від середньої багаторічної										
Сума опадів, мм	10	16	16	14	14	14	14	12	12	12
Запаси вологи, мм	36									
Середня багаторічна дата припинення вегетації:									27.10	
Дата припинення вегетації у поточному році										
Розрахована різниця між датами припинення вегетації										
Поправка $\Delta_1$										
Поправка $\Delta_2$										
Сумарна поправка $\Delta_1 + \Delta_2$										
Очікувані терміни сівби										

### 2.3 Розрахувати стан озимих культур на момент припинення вегетації

Виконати розрахунки стану озимих культур в Одеській та у Вінницькій областях. Загальна посівна площа в Одеській області 321 тис.га, Вінницькій – 290 тис.га. На 20 вересня в Одеській області засіяно 23 % загальної площі, у Вінницькій області 20 % площі було засіяно на 10 вересня.

Розрахунки виконуються в робочій табл. 2.9.

*Техніка розрахунків:*

- від дати, коли засіяно площі 20% і більше від загальної площі під озимі культури розраховуються очікувані запаси продуктивної вологи за даними рис. 1.7, або використовувувати фактичні спостереження за запасами вологи;

Таблиця 2.9 – Початкові значення метеорологічних елементів для розрахунку стану озимих на припинення вегетації

Показники	Серпень		Вересень			Жовтень			Листопад
	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Вінницька область									
Дати сівби	18.08	25.08	30.08	5.09					
% засіяної площі	23	48	68	100					
Температура повітря, °С	24.3	22.6	18.9	14.3	12.6	11.8	10.5	7.3	3,0
Сума опадів, мм	11	21	32	10	8	13	14	14	15
Запаси вологи, мм	36	38							
Стан озимих на припинення вегетації посіяних на	18.08	25.08	30.08	5.09					
Одеська область									
Дати сівби	5.09	10.09	15.09	20.09					
% засіяної площі	32	48	72	100					
Температура повітря, °С	24.3	23.6	19.9	17.6	15.4	13.6	11.8	9.6	6.3
Сума опадів, мм	21	0	18	5	12	11	12	13	14
Запаси вологи, мм	18	21							
Стан озимих на припинення вегетації посіяних на	5.09	10.09	15.09	20.09					

- розраховуються середні запаси продуктивної вологи як середнє арифметичне в декаду сівби;
- розраховується за рівнянням 1.26 середня кількість рослин на 1м<sup>2</sup>;
- розраховується розмір площі із поганим станом озимих культур за рівнянням 1.31 для Одеської області, та 1.32 для Вінницької області;
- визначаються розміри площі з поганим станом озимої пшениці;
- складається текст прогнозу, в якому вказуються агрометеорологічні умови в період сівби, особливості осінньої вегетації озимих, очікувану куцистість, та розміри площі з поганим станом.

### Контрольні питання

1. Як розраховується дата сходу снігу
2. Як розраховуються дати просихання ґрунту до м'якопластичного стану навесні?
3. Як розраховується дата настання м'якопластичного стану ґрунту?
4. Як розраховується дата початку польових робіт за методом А.М.Дерев'янка?
5. Які вхідні дані потрібні для визначення відмерзання ґрунту?
6. Від чого залежить тривалість відмерзання ґрунту?
7. Як розраховуються дати просихання ґрунту до м'якопластичного стану?
8. Які методи розрахунків термінів сівби озимих культур ви знаєте?
2. Як розраховуються терміни сівби озимої пшениці в Україні?
3. Як розрахувати стан озимих культур на момент припинення вегетації в районах недостатнього зволоження?
4. Які райони відносяться до районів доброго та недостатнього зволоження?
5. Яка сума ефективних температур необхідна від сівби до появи сходів та від сходів до куціння озимої пшениці?
6. Як розраховуються запаси продуктивної вологи під озимою пшеницею?
7. Як розраховуються терміни сівби у районах недостатнього зволоження?

### Список літератури

#### Основна

1. Руководство по составлению агрометеорологических прогнозов. Т. 1 и 2. - Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 320 с.
2. Божко Л.Ю. Агрометеорологічні розрахунки і прогнози. Навчальний посібник. – Київ., КНТ, 2006. – 215 с.



3.Польовий А.М., Божко Л.Ю. Довгострокові агрометеорологічні прогнози. Підручник. – Київ. КНТ, 2007. – 296 с.

#### Додаткова

- 1.Деревянко А.Н. Начало полевых работ и сроков сева ранних работ и сроков сева ранних яровых культур. Агрометеорологические условия и продуктивность сельского хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1978.
2. Грушка И.Г., Дмитренко В.П. О расчете ожидаемых сроков сева озимой пшеницы и оценка его эффективности. //Тр. УкрНИГМИ, 1969, вып. 84.
3. Вериго С.А. Прогноз изменения запасов продуктивной влаги в почве по периодам вегетации. Руководство по составлению агрометеорологических прогнозов. – Л.: Гидрометеиздат. 1984.
4. Пятовская Л.К. Агрометеорологическое обоснование сроков сева озимых культур. – Минск.: Ураджай. 1977.

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт  
з дисципліни «Агrometeorологічні прогнози»  
за темою «Агrometeorологічні прогнози умов проведення польових робіт»

Напрями підготовки - Гідромeteorологія,  
Екологія та охорона навколишнього  
середовища

Спеціальність - Агrometeorологія  
Спеціалізація – Агроекологія

Укладачі: к.г.н., доц. Божко Л.Ю., к.г.н., доц. Барсукова О.А.

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

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, вул. Львівська, 15

---