

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт
«Прогнози врожаїв зернових культур»

з дисципліни «Довгострокові агрометеорологічні прогнози»

Рівень підготовки - магістр
Спеціальність –103 Науки про Землю
Спеціалізація «Агрометеорологія»

Методичні вказівки до виконання практичних робіт «Прогнози врожаїв зернових культур» з дисципліни «Довгострокові агрометеорологічні прогнози» для магістрів гідрометеорологічного інституту, спеціальності – агрометеорологія, //Укладачі: к.геогр.н., доц. Божко Л.Ю., к.геогр.н. Барсукова О.А. Одеса, ОДЕКУ, 2019. – 85 с.

Передмова

Довгострокові агрометеорологічні прогнози урожаїв сільськогосподарських культур - галузь науково-практичної діяльності працівників гідрометеорологічної служби України, яка спрямована на вивчення закономірностей впливу поточних, інерційних та тих, що прогнозуються, агрометеорологічних факторів на ріст, розвиток та формування продуктивності сільськогосподарських культур і забезпечення сільськогосподарського виробництва прогнозами очікуваних урожаїв з великою завчасністю. Чим триваліша завчасність прогнозу, тим краще працівники сільського господарства вирішуватимуть виробничі та економічні проблеми господарств.

Довгострокові прогнози врожаїв сільськогосподарських культур вивчаються у відповідній дисципліні і мають за мету:

– забезпечити відповідні сучасним вимогам знання студентів про закономірності впливу погодних умов на формування продуктивності сільськогосподарських культур, привити навички розрахунків за відповідними програмами на ПЕОМ.

Після виконання завдань чинних методичних вказівок студенти повинні володіти:

Знаннями: теоретичних положень довгострокових агрометеорологічних прогнозів урожаїв сільськогосподарських культур;

- закономірностей впливу агрометеорологічних умов на формування продуктивності сільськогосподарських культур;
- методик складання прогнозів врожаїв сільськогосподарських культур;
- особливості методик складання прогнозів врожаїв сільськогосподарських культур у різних регіонах;
- правил користування ПЕОМ.

Вміннями: користуватись синоптичними прогнозами погоди;

- розраховувати всі агрометеорологічні показники, які використовуються при складанні прогнозів врожаїв;
- визначати головні інерційні фактори та їх вплив на формування продуктивності культур;
- виконувати оцінки впливу окремих факторів та їх комплексу на формування врожаїв сільськогосподарських культур;
- аналізувати отримані розрахунки та складати тексти агрометеорологічних прогнозів.

Навичками:

- виконання розрахунків на ПЕОМ агрометеорологічних показників та очікуваного урожаю;
- користування довідковою літературою, щорічниками та іншими матеріалами;
- аналізу виконаних розрахунків;
- складання текстів агрометеорологічних прогнозів.

1. Теоретична частина

МЕТОДИ ПРОГНОЗІВ УРОЖАЙНОСТІ ТА ВАЛОВОГО ЗБОРУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

1.1 Прогнози урожайності озимих зернових

В системі агрометеорологічного обслуговування сільського господарства особливе місце належить прогнозам урожайності і валового збору основних сільськогосподарських культур. Були розроблені статистичні методи прогнозів урожайності. Вони відзначаються методичною основою, використовуваною інформацією, технологією складання прогнозів. В останні часи розробка нових статистичних методів для території України проводиться в Укр НДГМІ, в агрометеорологічному відділі Українського гідрометеорологічного центру та на кафедрі агрометеорології і агрометеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету.

Озимі культури займають друге місце за розміром посівних площ. При цьому озима пшениця серед озимих посідає перше місце.

1.1.1 Озима пшениця

Є декілька основних методів прогнозів врожаїв озимої пшениці: метод Є.С. Уланової, метод В.П. Дмитренка та метод А.М. Польового.

Є.С. Улановою розроблені кількісні прогностичні залежності врожаїв озимої пшениці від головних інерційних факторів: густоти рослин, запасів продуктивної вологи у різні періоди розвитку, висоти рослин у фазу колосіння, кількості загальних стебел на 1 м² навесні і у фазу виходу у трубку, кількості колосоносних стебел у фазу колосіння, кількості колосків у колосі. Отримані статистичні залежності врожаїв від агрометеорологічних факторів в різні періоди розвитку. Вони мають завчасність три місяці, два місяці та місяць. Ці статистичні залежності дають можливість прогнозувати врожаї озимої пшениці як для окремих полів, так і для великих територій – областей, регіонів то що.

Прогноз врожаю озимої пшениці для окремих полів. З тримісячною завчасністю очікуваний врожай розраховується за рівнянням:

$$y = 0,59W + 0,024m - 2,97 \quad (1)$$

де W – запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 100 см в декаду весняного обстеження, мм;

m – кількість стебел озимої на 1 м^2 .

У фазу виходу у трубку (з двомісячною завчасністю) врожайність озимої пшениці розраховується за рівнянням:

$$y = -12,8 + 0,29W - 10^{-3}W^2 + 0,04m - 10^{-5}m^2 - 0,72t + 0,03t^2 \quad (2)$$

де y – врожайність озимої пшениці, ц/га;

W – середні запаси продуктивної вологи за період від відновлення вегетації до виходу у трубку, мм;

m – кількість стебел на 1 м^2 в фазу виходу у трубку;

t – середня температура повітря за період від відновлення вегетації до виходу у трубку, $^{\circ}\text{C}$.

Для уточнення прогнозу врожаю розрахунки виконуються після настання фази колосіння (з місячною завчасністю) за рівнянням:

$$y = -49,67 + 0,32W - 10^{-3}W^2 + 0,04m_k - 2 \cdot 10^{-5}m_k^2 + 0,14h_k + 6 \cdot 10^{-4}h^2 + 0,54n - 4 \cdot 10^{-3}n^2 + 0,06E - 2 \cdot 10^{-4}E^2 \quad (3)$$

де W – запаси продуктивної вологи на весну, мм;

m_k – кількість колосонних стебел на дату колосіння;

h_k – висота рослин озимої пшениці на колосіння;

n – тривалість періоду відновлення вегетації – колосіння;

E – сумарне випарування за цей же час, мм.

Прогноз середнього по області врожаю озимої пшениці. Для плануючих організацій більш важливим є прогноз очікуваного врожаю по області, ніж для окремих полів. Тому на основі вищевказаних залежностей розроблені прогностичні рівняння для окремо взятих областей, країв, республік, економічних районів. Для складання прогнозу врожаю по території області необхідні осереднені агрометеорологічні показники не менше, ніж для 8 станцій.

Навесні після весняного обстеження посівів для розрахунку очікуваного врожаю з завчасністю три місяці розроблено рівняння:

$$y = -21,14 + 0,31W - 7 \cdot 10^{-4}W^2 + 0,023m_e - 8 \cdot 10^{-6}m_e^2 \quad (4)$$

де W – середні по області запаси продуктивної вологи в декаду весняного обстеження, мм;

- середня по області кількість стебел на 1 м^2 в декаду весняного обстеження.

Рівняння застосовуються при запасах продуктивної вологи від 60 до 280 мм та кількості стебел від 100 до 2000 на 1 м² в декаду весняного обстеження.

Очікуваний врожай озимої пшениці з 3-и місячною завчасністю можна розрахувати також за результатами авіаспостережень за станом посівів навесні та запасами продуктивної вологи. В роки з високими врожаєми (більше 30 ц/га) більш ніж на 70 % площі переважають посіви озимої пшениці в хорошому та відмінному стані; в роки з низькими врожаєми – на 70 % площі озимина знаходиться в задовільному та поганому стані. Враховуючи це, були одержані прогностичні залежності:

$$y = -2,8 + 0,13W + 0,12S_5 + 0,3S_3 \quad (5)$$

де y – очікуваний середній по області врожай озимої пшениці, ц/га;

W – середні по області запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту в декаду весняного обстеження, мм;

S_5 – відсоток поля у хорошому та відмінному стані озимої пшениці навесні, %;

S_3 – відсоток поля у задовільному стані озимої пшениці на той же час, %.

З двомісячною завчасністю у фазу виходу у трубку здійснюється перше уточнення прогнозу очікуваного врожаю, розрахованого за рівнянням (6.4).

Для центральних і південних областей України

$$y = -35,75 + 0,55W - 0,0017W^2 + 0,03m_T - 9 \cdot 10^{-6} m_T^2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

для західних і північних областей України

$$y = -11,32 + 0,3W - 8 \cdot 10^{-4} W^2 + 0,014m_T - 4 \cdot 10^{-6} m_T^2 \quad \dots\dots\dots(7)$$

де y – середній по області врожай озимої пшениці;

W – середні по області запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту у декаду виходу у трубку;

m_T – середня по області кількість стебел на 1 м² на дату виходу у трубку.

Після настання фази колосіння озимої пшениці, коли стає відомим кількість колосоносних стебел, а також кількість колосків у колосі, складається останній уточнюючий прогноз з місячною завчасністю. В цьому уточненні крім головних факторів враховується висота озимої пшениці на фазу колосіння.

Для уточнення прогнозу врожаю було отримано рівняння

$$y = -19,92 + 0,29W_k - 0,0013W_k^2 + 0,045m_k - 3 \cdot 10^{-5} m_k^2 + 0,23h_k - 14 \cdot 10^{-5} h_k^2 - 0,805K + 0,057K^2 \quad (8)$$

Для посушливих років було отримано рівняння, яке враховує опади у травні та червні, або опади від колосіння до воскової стиглості

$$y = -19,13 + 0,32W_{\text{в}} - 8 \cdot 10^{-4} W_{\text{в}}^2 + 0,002m_{\text{в}} - 6 \cdot 10^{-6} m_{\text{в}}^2 - 0,06 \sum O_v + 9 \cdot 10^{-4} \sum O_v^2 + 0,02 \sum O_{vi} + 7 \cdot 10^{-5} \sum O_{vi}^2 \quad (9)$$

де W – запаси продуктивної вологи в декаду масового колосіння;

m_k – кількість колосоносних стебел;

h_k – середня висота рослин;

K – кількість колосків у колосі;

W – середні по області запаси продуктивної вологи навесні;

$m_{\text{в}}$ – середня кількість стебел навесні;

$\sum O_v$ – сума опадів у травні;

$\sum O_{vi}$ – сума опадів у червні.

Підтвердження величини очікуваного врожаю середнього по області також розраховується за рівнянням

$$Y = -26,72 + 0,031W + 0,064 \sum O_{m-k} - 0,003 \sum O_{k-вс} + 0,016 m_k + 0,12 h_k + 1,76 K \quad (10)$$

де W – середні по області запаси продуктивної вологи в декаду виходу у трубку;

$\sum O_{m-k}$ – середня по області сума опадів від виходу у трубку до початку масового колосіння, мм;

$\sum O_{k-вс}$ – середня по області сума опадів від початку колосіння до воскової стиглості, мм;

m_k – середня кількість колосоносних стебел у фазу початку колосіння;

K – середня кількість розвинених колосків у колосі;

h_k – висота рослин на колосіння.

При складанні прогнозу у фазу колосіння з використанням рівняння (10) також необхідно враховувати прогноз температури повітря і опадів. За сумами температур розраховується дата настання воскової стиглості, а потім – суми опадів за міжфазний період від колосіння до молочної стиглості.

Викладений вище метод прогнозу врожайності озимої пшениці різної завчасності розроблено переважно для сортів Безоста –1, Миронівська 80. Якщо в області більше 50% площі займають нові сорти інтенсивного типу,

то очікувану середню врожайність слід підвищити відповідно на 2-4 ц/га за середніх та сприятливих умов.

У зв'язку із введенням у виробництво нових сортів і використанням інтенсивних технологій, Є.С. Улановою було удосконалено метод прогнозу врожайності озимої пшениці. Було розроблено декілька комплексних показників: 1) – коефіцієнти зволоження (K), які розраховуються за формулами : від відновлення вегетації до колосіння

$$K_1 = W_{\text{в.о}} + \sum R_{\text{в.о.-к}} / 0.01 \sum t_{\text{в.о.-к}} \quad , \quad (11)$$

від відновлення вегетації до кінця червня

$$K_2 = W_{\text{в.о}} + \sum R_{\text{у.у1}} / 0.01 \sum t_{\text{у.у1}} \quad , \quad (12)$$

$$K_{\text{у1}} = W_{\text{к1у}} + \sum R_{\text{у.у1}} / 0.01 \sum t_{\text{у.у1}} \quad , \quad (13)$$

$$\dots\dots\dots K_{\text{у2}} = W_{\text{к2у}} + \sum R_{\text{у1}} / 0.01 \sum t_{\text{у.у1}} \quad , \quad (14)$$

2) - коефіцієнт біомаси пшениці ($K_{\text{біом}}$)

$$K_{\text{біом}} = 0,0001 r_{\text{ккк}} \cdot h_{\text{к}} \cdot r_{\text{пкк}} \quad , \quad (15)$$

3) – коефіцієнт продуктивності озимої пшениці ($K_{\text{пк}}$)

$$K_{\text{пк}} = 0,0001 r_{\text{ккк}} \cdot r_{\text{пкк}} \quad , \quad (16)$$

- де $K_1, K_2, K_{\text{у1}}, K_{\text{у2}}$ - коефіцієнти зволоження за різні періоди вегетації;
 $K_{\text{біом}}$ - коефіцієнт біомаси пшениці;
 $K_{\text{пк}}$ - – коефіцієнт продуктивності озимої пшениці;
 $W_{\text{в.о}}$ - запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в декаду весняного обстеження посівів, мм;
 $W_{\text{к1у}}$ - запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на кінець квітня, мм;
 $W_{\text{к2у}}$ - запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на кінець травня, мм;
 $\sum R_{\text{в.о.-к}}$ – сума опадів від весняного обстеження до колосіння, мм;
 $\sum R_{\text{у.у1}}$ - сума опадів за травень – червень, мм;
 $\sum R_{\text{у1}}$ - сума опадів за червень, мм
 $\sum t_{\text{в.о.-к1}}$ - сума температур від весняного обстеження посівів до колосіння, °С;
 $\sum t_{\text{у.у1}}$ – сума температур за травень – червень, °С;
 $r_{\text{ккк}}$ – кількість колосonoсних стебел на 1 м² у фазу колосіння;
 $h_{\text{к}}$ - висота рослин у фазу колосіння, см;

r_{pkk} – кількість розвинених колосків в колосі у фазу колосіння.

Розрахунки залежності відхилень прогнозованих урожаїв від фактичних дозволили розробити статистичні рівняння типу $Y_1 = a + vx$, де x – розрахований урожай за вказаними вище рівняннями. Це дало можливість уточнювати прогноз, складеного із місячною завчасністю, визначати поправки до очікуваних за прогнозом врожаїв. Ці поправки розраховуються за рівняннями:

для центральних областей України

$$Y = - 0,1537 + 0,9764 Y_1 \quad (17)$$

для південних і південно-східних областей

$$Y = - 0,082 + 0,9693 Y_1 \dots \dots \dots \quad (18)$$

для північних і північно-східних областей України

$$Y = - 0,5152 + 0,9221 Y_1 \quad (19)$$

Методи прогнозу врожаю за моделями А.М. Польового та В.П. Дмитренка. Ці методи засновуються на використанні динаміко-статистичної моделі.

За методом А.М. Польового середній по області урожай розраховується за виразом:

$$Y = 0,01y_{i+1} \cdot C_{\text{обл}} \quad (20)$$

де y_{i+1} - тенденція середньої по області урожайності на прогнозований рік;

$C_{\text{обл}}$ - середня по області оцінка умов формування у прогнозованому році розраховується за моделлю А.М. Польового .

Методика складання прогнозу. Для виконання розрахунків за моделлю необхідно підготувати вхідну середню по області агрометеорологічну інформацію, що поділяється на п'ять груп: 1) опис області; 2) характеристика початкового стану посівів;

3) середня багаторічна агрометеорологічна інформація; 4) поточна агрометеорологічна інформація конкретного року; 5) параметри моделі.

Після підготовки необхідних даних розрахунки очікуваного врожаю виконуються з використанням ПЕОМ за відповідною програмою.

Прогноз врожаю озимої пшениці за методом В.П.Дмитренка складається після відновлення вегетації (березень, квітень) та в період колосіння (травень, червень) за моделлю:

$$y = y_1 (1 - U) f(k) S(T, W, R)_{III-VIII} + \Delta \quad (21)$$

де y – очікуваний врожай озимої пшениці, ц/га;

y_1 – щорічний статистичний максимум врожаю, ц/га; U – показник зрідження посівів;

$f(k)$ – функція кущистості;

$S(T, W, R)$ – сумарний коефіцієнт продуктивності, розрахований за гідрометеорологічними показниками весняно – літнього періоду;

Δ – помилка розрахунків через невраховані фактори.

Основними факторами, які визначають щорічний статистичний максимум є сортовий склад культури, особливості ґрунтового покриття, клімат місцевості та показники культури землеробства. В моделі y_1 – відображає щорічне підвищення врожаю культури внаслідок поліпшення культури землеробства і розраховується за формулою

$$y_1 = y_c + At \quad (22)$$

де y_c – статистичний максимум врожаю з ймовірністю 99,9 % щодо початкового року; A – середньорічний приріст врожаю;

$t = t_I - t_c$ – відхилення даного року від реперного y_c , яке визначається кількістю років у статистичному рядку.

Як видно із формули щорічний статистичний складається із постійного значення статистичного максимуму урожайності за деякий реперний рік (y_I) та поправки At , яка враховує вплив інтенсифікації сільськогосподарського виробництва на врожай. Авторами методу були розраховані початкові дані для розрахунків за будь-який рік (табл. 1).

В зв'язку з тим, що сортовий набір посівів неоднаковий, необхідно також визначати середню вагову найбільшу кущистість:

$$K_0 = \frac{\sum K_{oi} S_i}{\sum S_i} \quad (23)$$

де K_{oi} – найбільша весняна кущистість даного сорту;

S_i – площа його посівів у відсотках або гектарах.

Оптимальна кущистість різних сортів озимої пшениці наводиться в табл. 2.

Для розрахунку середньозваженої оптимальної кущистості достатньо за відомостями ЦСУ врахувати 90 % посівних площ.

Таблиця 1 – Деякі постійні показники для розрахунку урожайності озимої пшениці по областях України

Області	Складові U_i ц/га		Середні оптимальні запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту навесні W_0 , мм
	Статистичний максимум урожайності на 1985 рік, U_c	Середньорічний приріст, A	
Вінницька	47,5	-0,042	201 ± 26
Волинська	41,5	0,06	185 ± 30
Дніпропетровська	44,5	-0,04	164 ± 26
Донецька	50,0	0,02	152 ± 21
Житомирська	32,5	0,01	181 ± 29
Запорізька	46,0	0,01	164 ± 25
Івано-Франківська	44,6	0,09	193 ± 38
Київська	40	0,02	166 ± 24
Кіровоградська	46,5	-0,06	174 ± 28
Львівська	38	0,04	180 ± 35
Миколаївська	38	-0,06	159 ± 32
Одеська	36	-0,06	168 ± 23
Полтавська	48,0	-0,01	202 ± 28
Рівненська	42,0	0,06	167 ± 34
Сумська	44,0	0,00	199 ± 32
Тернопільська	47,5	0,04	202 ± 46
Харківська	44,0	0,06	167 ± 22
Херсонська	42	-0,08	153 ± 20
Хмельницька	42,1	-0,04	166 ± 33
Черкаська	51	-0,06	205 ± 32
Чернівецька	51,7	0,01	195 ± 48
Чернігівська	42	0,00	183 ± 28

Кількісна оцінка впливу температури повітря, опадів та запасів продуктивної вологи у весняно – літній період розраховується за формулою

$$S(T, W, R)_{III-VIII} = \eta(W) a_3 + \sum \eta_i(T) \eta_i(R) a_i \quad (24)$$

де $\eta_i(T)$, $\eta_i(R)$, $\eta_i(W)$ – відповідно коефіцієнти продуктивності розраховані відносно температури повітря T , опадів R , запасів продуктивної вологи W навесні в i -ий період розвитку культури;

a_3, a_i – вагові коефіцієнти, які враховують вклад осінньо–зимового періоду (a_3) та наступних періодів розвитку (a_i) в урожай.

Значення вагового множника a_i для озимої пшениці наводиться в табл.6.10.

Таблиця 2 – Оптимальне значення кущистості різних сортів озимої пшениці

Сорт	Кущистість	
	весняна	продуктивна перед збиранням
Аврора	2,9	1,7
Безоста 1	3,0	1,8
Дніпровська 521	4,0	2,5
Кавказ	3,1	1,9
Миронівська 808	5,0	2,7
Миронівська ювілейна 50	3,2	2,2
Одеська	3,8	2,4
Іллічівка	4,5	3,2
Поліська 70	3,0	2,0

Коефіцієнт продуктивності по температурі розраховується за формулою

$$\eta_i(T) = \frac{y_i(T)}{y_i(T_0)} = \left[e^{a \left(\frac{T - T_0}{10} \right)^2} \right] \quad (25)$$

де $\eta_i(T)$ – числовий відносний вираз приросту продукції при температурі T_k до найбільш можливого $y_i(T_0)$ при оптимальній температурі T_0 ;

a - параметр (табл.3)

Оптимальні значення температури повітря наводяться в табл. 4.

Таблиця 3 – Значення вагового множника a за місяці вегетаційного періоду і в передпосівний період пшениці

Культура	Місяці	Значення вагового множника $a, \%$											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Озима пшениця	VII-VII	10	10	13	10	13	9	4/7	3	3	4	5	9

Вплив опадів на формування врожаю озимої пшениці визначається з формули

$$\eta_i(R) = \frac{y_i(R)}{y_i(R_0)} = \left[\left(1 + \frac{R - R_0}{R_0 - R_{\min}} \right)^{a_1} \left(1 - \frac{R - R_0}{R_{\max} - R_0} \right)^{a_2} \right]_i \quad (26)$$

де $\eta_i(R)$ – числовий відносний вираз приросту продукції $y_i(R)$ в i -тий період вегетації при сумі опадів R до найбільш можливого $\eta_i(R_0)$ при найбільш сприятливій сумі опадів R_0 ;

R_{\min}, R_{\max} – відповідно найменша та найбільша сума опадів в кожному період вегетаційного циклу. Оптимальні значення кількості опадів наводяться в табл. 4.

a_1, a_2 – параметри.

Таблиця 4 – Оптимальні значення температури повітря впродовж вегетаційного та передпосівного періоду

Культура	Місяці	Значення оптимальної температури за місяць, °C											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Озима пшениця	VII-VII	-4,5	-2,6	2,2	8,6	13,4	17,0	22,0/ 18,5	17,5	14,8	10,7	5,0	2,0
Озиме жито	VII-VII	-6,0	-5,5	0,0	9,6	14,0	18,0	20,0/ 18,0	17,2	13,8	9,6	2,0	-3,4

Для розрахунку коефіцієнтів продуктивності за опадами відповідні параметри моделі наведені у табл. 5

Визначення декадних значень коефіцієнтів продуктивності за температурою і опадами рекомендується проводити щомісячно і щодакдно впродовж всього вегетаційного періоду (табл. 6)

Розрахунок коефіцієнтів продуктивності $\eta_i(T, R)$ для кожного періоду вегетаційного циклу озимої пшениці доцільно вести з допомогою номограм або робочих таблиць.

Таблиця 5 - Оптимальні значення кількості опадів за місяці вегетаційного та передпосівного періоду

Культура	Місяці	Значення оптимальної кількості опадів за місяць, мм											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Озима пшениця	VII-VII	50	60	70	60	40	17	10/65	65	70	100	120	50
Озиме жито	VII-VII	50	70	57	58	65	70	40/65	65	75	65	50	50

Вплив вологості ґрунту на формування врожаю озимої пшениці визначається з формули

$$\eta(W) = \frac{y(W)}{y(W_0)} = 1 - \left(\frac{W - W_0}{W_0} \right)^2 \quad (27)$$

де $\eta(W)$ – числовий коефіцієнт відносного приросту продукції $y(W)$ при запасах вологи (W) навесні до найбільш можливого $y(W)$ при найбільш сприятливих вологи W_0 після відновлення вегетації.

Таблиця 6 - Параметри для розрахунку коефіцієнтів продуктивності за температурою повітря і опадами в період вегетації озимої пшениці

Місяць	T ₀ , °C	Параметри до рівняння 13.8		R ₀ , мм	R _{max} , мм	Параметри до рівняння 13.9		A
		T ≤ T ₀	T > T ₀			a ₁	a ₂	
VII – VIII	18	-1	-2	130	526	1/3	1	0.07
IX – X	13	-1	-2	170	411	1/3	1/2	0.07
XI	5	-1	-2	120	243	1/2	1/2	0.05
XII – II	-0.5	-1	-2	160	552	1/2	1	0.29
III – V	8	-1	-2	170	709	1/3	1	0.36
VI	17	-1	-2	17	224	0	2	0.09
VII	22	-1	-2	10	224	0	2	0.07

Для розрахунку коефіцієнтів продуктивності за вологістю ґрунту необхідні дані про НВ а також спостереження за вологістю ґрунту під озимою пшеницею навесні. Визначення проводиться за табл. 7.

Вихідна інформація для розрахунків очікуваного урожаю включає відомості про стан рослин, гідрометеорологічний режим на даній території, кількість пунктів спостережень. В залежності від розмірів території було визначено необхідну кількість пунктів спостережень за параметрами гідрометеорологічного режиму.

Відомості про необхідний мінімум обстежених полів встановлюється на основі розмірів посівних площ (табл. 8).

Після складання прогнозу посіви озимої пшениці можуть бути пошкоджені несприятливими гідрометеорологічними явищами, хворобами, шкідниками.

Таблиця 7 – Коефіцієнти продуктивності озимої пшениці, розраховані за даними запасів вологи метрового шару ґрунту навесні

Різниця між виміряними та найбільш сприятливими запасами вологи, мм	Найбільш сприятливі, середньозважені запаси вологи, мм							
	140	150	160	170	180	190	200	210
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
30	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98
40	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,96	0,96
50	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94
60	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92
70	0,75	0,78	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89
80	0,67	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85
90	0,59	0,64	0,68	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82
100	0,49	0,56	0,61	0,65	0,69	0,72	0,75	0,77

В цих випадках в прогноз вноситься поправка за формулою

$$Y = Y'(1 - S_n / S \cdot \delta), \quad (28)$$

де Y – уточнений прогноз урожайності; Y' – прогноз урожайності до настання несприятливих явищ; S_n – площа пошкодженого посіву S – загальна площа посіву озимої пшениці; δ – доля зменшення врожайності від несприятливих явищ.

1.1.2 Озиме жито

Метод прогнозу врожаю жита для території України розробили В.П. Дмитренко та А.Я. Короткова. Він засновується на використанні динаміко-статистичної моделі, розробленої в УкрГМІ

$$y = y_1(1 - U) S(T, R) (1 \pm S_n / S \cdot y), \quad (29)$$

де Y – прогнозована урожайність, т/га; y_1 – щорічний статистичний максимум, т/га; U – середня зрідженість посівів; $S(T, R)$ – сумарний коефіцієнт продуктивності, розрахований за температурою повітря T і

опадами R ; S_n , S – відповідно площі посівів, пошкоджені несприятливими явищами і загальна площа; Y – параметр, який характеризує збитки внаслідок несприятливих явищ.

Таблиця 8 – Необхідний мінімум кількості пунктів спостережень за метеорологічними параметрами

Площа території, для якої ведеться розрахунок		Мінімум пунктів спостережень					
		за опадами з похибкою		за температурою повітря з похибкою		за запасами вологи в шарі 0-100 см	
км ²	га	5 %	10 %	0,1°C	0,2 °C	5 %	10 %
менше 10	менше 1,0 тис.	15	4	1	1	9	3
11-200	1,1-20	16	4	1	1	9	3
200-500	20-50	17	5	2	1	9	3
500-3тис.	50-300	18	5	3	1	9	3
3 – 5	300-500	19	6	6	2	9	3
5 – 7	500-700	20	6	6	3	10	9
35 - 50	3,5–5,0 млн.	27	9	12	5	10	4

Щорічний статистичний максимум врожайності розраховується за формулою

$$Y_I = Y_c + At, \quad (30)$$

де Y_c – статистичний максимум врожайності із ймовірністю 99,9% на реперний рік, т/га;

At – середній річний приріст урожайності, т/га;

t – відхилення даного року t_i від реперного t_0 , яке виражене кількістю років.

Значення Y_c та A наводяться в табл.9.

Таблиця 9 – Статистичні характеристики урожайності озимого жита по областях України

	Статистичний максимум урожайності 1978 р, т/га (Y_c)	Середній річний приріст урожайності т/га, (A)	Допустима похибка розрахунку, т/га
Вінницька	2,82	0,081	0,28
Волинська	2,40	0,093	0,24
Дніпропетровська	3,26	0,062	0,35
Донецька	3,59	0,053	0,41

Продовження табл.9.

Закарпатська	3,46	0,020	0,35
Запорізька	3,68	0,076	0,40
Івано- Франківська	2,21	0,77	0,24
Київська	2,57	0,071	0,26
Кіровоградська	3,75	0,057	0,38
АР Крим	3,80	0,114	0,38
Луганська	3,30	0,085	0,36
Львівська	2,70	0,064	0,27
Миколаївська	3,10	0,070	0,39
Одеська	2,80	0,011	0,36
Полтавська	3,49	0,050	0,35
Рівненська	2,68	0,089	0,27
Сумська	2,60	0,057	0,26
Тернопільська	3,54	0,093	0,35
Харківська	3,71	0,059	0,40
Херсонська	3,23	0,093	0,40
Хмельницька	2,80	0,064	0,28
Черкаська	3,85	0,111	0,38
Чернівецька	3,40	0,104	0,34
Чернігівська	2,75	0,077	0,28

Часто зрідженість замінюється даними про оцінку стану посівів в балах. Переведення оцінки стану в показники зрідженості визначається з табл. 10.

Таблиця 10 – Зв'язок оцінки стану озимого жита із зрідженістю посівів

Оцінка стану, бали	Зрідженість посівів, в частках одиниці	Щільність посіву, $1 - u$
5,0 – 4,5	0,00 – 0,07	1,0 – 0,93
4,5 – 4,0	0,07 – 0,13	0,93 – 0,82
4,0 – 3,5	0,13 – 0,20	0,87 – 0,80
3,5 – 3,0	0,20 – 0,27	0,80 – 0,73
3,0 – 2,5	0,27 – 0,37	0,73 – 0,63
2,5 – 2,0	0,37 – 0,41	0,63 – 0,52
2,0 – 1,5	0,48 – 0,57	0,52 – 0,41
1,5 – 1,0	Більше 0,57	менше 0,41

В моделі вплив гідрометеорологічних факторів на урожайність відображений за допомогою температури повітря T та опадів R . Кількісна оцінка виконується за допомогою комплексного коефіцієнта продуктивності:

$$S(T, R) = \sum \eta_i(T), \eta_i(R) \cdot \dot{\alpha} \quad (31)$$

де $\eta_i(T), \eta_i(R)$ – відповідно коефіцієнти продуктивності, розраховані за температурою повітря та опадами; $\dot{\alpha}$ - ваговий множник, який враховує внесок кожного періоду розвитку в урожайність. Вплив температури повітря та опадів на формування врожайності описано формулами (25) та (26).

Параметри моделей і вагові коефіцієнти наводяться в табл.11

Таблиця 11 - Параметри для розрахунку коефіцієнтів продуктивності за температурою повітря і опадами в період вегетації озимого жита

Місяць	$T_0, ^\circ\text{C}$	Параметри до рівняння 25		$R_0, \text{мм}$	$R_{\text{max}}, \text{мм}$	Параметри до рівняння 26		ваговий множник $\dot{\alpha}, \%$
		$T \leq T_0$	$T > T_0$			$\dot{\alpha}_1$	$\dot{\alpha}_2$	
VII – VIII	18	-1	-2	130	520	0,250	0,750	7
IX – X	11	-1	-2	140	400	0,350	0,650	14
XI	3	-1	-2	50	360	0,139	0,861	6
XII – II	-3	-1	-2	170	550	0,309	0,691	27
III – V	10	-1	-2	170	720	0,236	0,764	32
VI	18	-1	-2	70	440	0,159	0,841	7
VII	21	-1	-2	40	320	0,125	0,875	7

За наявності суховіїв розраховується показник зменшення врожаю Y , який визначається за кількістю днів із суховіями, розрахованими за методом І.А. Цубербіллер (табл. 12).

Таблиця 12 – Зменшення врожаю озимого жита в області в залежності від кількості днів із суховіями за квітень – червень

Кількість днів із суховіями (за Цубербіллер)	25	30	35	40	45
Показник Y моделі (29)	0,05	0,09	0,17	0,26	0,33

Необхідний мінімум полів визначається із табл.8.

Комплексні коефіцієнти продуктивності із врахуванням показника α визначаються із табл. 13.

Таблиця 13 – Коефіцієнти продуктивності для прогнозу врожаю жита з врахуванням показника α

Область	Коефіцієнти продуктивності, розраховані за температурою і опадами за періоди							
	УІІ, УІІІ	ІХ-Х	ХІ	ХІІ-ІІ	ІІІ-У	УІ	УІІ	Сума
	0,07	0,11	0,06	0,16	0,23	0,05	0,07	0,75

1.1.3 Озимий ячмінь

В основі розробки прогнозу врожаю озимого ячменю була використана базова динамічна модель формування врожаю сільськогосподарських культур розроблена А.М. Польовим.

Середній по області урожай розраховується за виразом:

$$Y = 0,01y_{i+1} \cdot C_{\text{обл}} , \quad (32)$$

де y_{i+1} – тенденція середньої по області урожайності на прогнозований рік;

$C_{\text{обл}}$ – середня по області оцінка умов формування у прогнозованому році розраховується за моделлю А.М. Польового.

Методика складання прогнозу. Для виконання розрахунків за моделлю необхідно підготувати вхідну середню по області агрометеорологічну інформацію, що поділяється на п'ять груп: 1) опис області; 2) характеристика початкового стану посівів; 3) середня багаторічна агрометеорологічна інформація; 4) поточна агрометеорологічна інформація конкретного року; 5) параметри моделі.

1) Опис області

До складу цієї групи величин, що вводяться, входить:

φ – географічна широта центра області, для якої проводиться розрахунок (градуси з десятими);

KRN – код регіону: 1 – Полісся (Волинська, Рівненська, Житомирська, Чернігівська області); 2 – Лісостеп (Львівська, Тернопільська, Хмельницька, Вінницька, Київська, Черкаська, Сумська, Полтавська, Харківська області); 3. Північний Степ (Кіровоградська, Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Луганська області); 4 – Південний Степ (Одеська, Миколаївська, Херсонська області, Кримська АР); 5 – Закарпаття і Прикарпаття (Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька області);

KRNZ – код регіону для оцінки посухи: 1 – Полісся Закарпаття і Прикарпаття; 2 – Лісостеп; 3 – Степ (південний і північний);

W_{HB} – найменша вологомісткість, мм;

U_{\min} – мінімальна середня по області врожайність культури за період з 1986 року, ц/га;

U_{\max} – максимальна середня по області врожайність культури за період з 1986 року, ц/га.

Характеристика початкового стану посівів

Ця група величин, що вводяться, включає:

m^o_l , m^o_s , m^o_r – початкова маса листя, стебел, коренів на дату відновлення вегетації (сходів) одного пагона (рослини) за даними табл.14.;

LL^o – початкова площа листя одного пагона (рослини) .

G_s – кількість стебел на дату відновлення вегетації;

$W_0(0)$ – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок розрахунків (відновлення вегетації, сходи), мм.

Середня багаторічна агрометеорологічна інформація

До складу цієї групи входять середні по області дані:

Таблиця 14 – Початкові значення біомаси окремих органів і площі листя на дату відновлення вегетації

№ п/п	Культура	Початкова біомаса, г/пагін			Відносна площа листя, (м ² /пагін)×10
		m^o_l	m^o_s	m^o_r	
1.	Озима пшениця	0,010	0,0067	0,010	0,002
2.	Озимий ячмінь	0.010	0,0066	0,008	0,001
3.	Ярий ячмінь	0,09	0,010	0,007	0,003
4.	Горох	0,020	0,011	0,020	0,020
5.	Кукурудза	0,030	0,030	0,035	0,016
6.	Соняшник	0,025	0,17	0,025	0,050
7.	Цукровий буряк	0,030	0,030	0,030	0,011

Середні багаторічні фенологічні дані – дати настання фаз розвитку: відновлення вегетації (сходи), вихід у трубку, колосіння, цвітіння, воскова стиглість. На основі цієї інформації визначаються:

n – кількість розрахункових декад від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості;

nn – кількість днів у кожній розрахунковій декаді від відновлення вегетації (сходів) до настання воскової стиглості;

t_o – кількість днів від 1 січня (початок відліку) до дати сходів (відновлення вегетації);

$M1$ – дата відновлення вегетації (сходів)– дата місяця, коли настала фаза;

N_2 – порядковий номер місяця, коли настала фаза відновлення вегетації (сходів): 1 – січень, 2 – лютий; 3 – березень і т.д.;

$usl1$ – умовна величина за період – одна декада до настання фази вихід в трубку, декада виходу в трубку і одна декада після настання фази вихід в трубку – дорівнює 1, а в інші декади дорівнює 0. Якщо розрахунки починаються з першої декади вегетації, то декада настання фази вихід у трубку визначається за сумою ефективних температур $\inf(55)$;

$usl2$ – умовна величина, яка за декади періоду вихід у трубку – колосіння дорівнює 1, а в інші декади дорівнює 0. Приймається: декада відноситься до цього періоду, якщо розглянута фаза спостерігалася протягом п'яти і більше днів цієї декади. Вона визначається за сумою ефективних температур $\inf(55)$ плюс $\inf(48)$;

$usl3$ – умовна величина, яка за декади періоду колосіння – воскова стиглість дорівнює 1,0, а в інші декади дорівнює 0.

Примітка: одна і та сама декада може бути віднесена і як декада періоду вихід у трубку – колосіння, і як декада періоду колосіння – воскова стиглість.

$usl4$ – умовна величина, яка за декади періоду цвітіння – воскова стиглість дорівнює 1,0, а в інші декади дорівнює нулю.

Щодекадні за весь період вегетації культури середні багаторічні агрометеорологічні і метеорологічні дані:

W_p0 – запаси продуктивної вологи в орному (0–20 см) шарі ґрунту, мм;

W_m0 – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм;

ts – середня за декаду температура повітря, °C;

ss – середня за декаду (на один день) кількість годин сонячного сяйва;

os – сума опадів за декаду, мм;

$pnor$ – норма вегетаційного поливу за декаду, мм;

dww – середній за декаду дефіцит насичення повітря, мб;

hgr – середній за декаду рівень залягання ґрунтових вод, м;

Примітка: У зв'язку з можливою зміною початку та закінчення вегетації в той чи інший бік, щодекадні середні багаторічні дані вибираються також за три декади перед декадою початку вегетації і за три декади після декади настання воскової стиглості.

Поточна агрометеорологічна інформація конкретного року

До складу цієї групи – поточна агрометеорологічна інформація конкретного року – входить поточна середня по області агрометеорологічна інформація, яка щодекадно поповнюється за вегетаційний період конкретного поточного року (року складання прогнозу врожаю).

Інформація цієї групи цілком повторює всі дані, перераховані в підрозділі "Середня багаторічна агрометеорологічна інформація".

Алгоритм розрахунків очікуваного врожаю описано в розділі 1.1.1 та додатку А.

1.1.4 Прогнози урожайності ярого ячменю

Нечорноземна зона. Ярий ячмінь відносять до культур найбільш ранніх термінів сівби, тому що він має властивість проростати при низькій температурі. В будь-яких умовах спізнення з сівбою ячменю призводить до зменшення врожаю.

Для Нечорноземної зони метод прогнозування врожаю розроблено А.М. Польовим та Т.І. Мизіною. Автори вказують на те, що на формування врожаю ячменю впливають погодні умови років з ранніми та пізніми веснами. Детально в методиці розглядається не абсолютна величина очікуваного врожаю, а співвідношення фактичного врожаю до найбільшого у даному році (y/y_{\max}).

Авторами встановлено, що збільшення тривалості періоду сівби ярого ячменю з 10 – 12 днів до 20 – 25 спричиняє зменшення цього відношення. У період від сходів до виходу у трубку висока температура повітря спричиняє пересихання верхнього шару ґрунту і величина y/y_{\max} прямо залежить від запасів продуктивної вологи у шарі 0 – 20 см.

Висота рослин є інтегральним показником впливу навколишнього середовища на формування вегетативної маси рослин. Співставлення y/y_{\max} з висотою рослин показало, що у межах висоти рослин від 35 до 85 мм між ними існує прямий зв'язок.

Враховуючи ці дослідження автори розробили метод прогнозу урожайності ячменю у зоні нечорноземних ґрунтів з урахуванням середньої температури повітря та запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту за період сходи – вихід у трубку та вихід у трубку – колосіння, а також при цьому враховувалась висота рослин на дату колосіння. Окремо було отримане рівняння для ранніх, пізніх та нормальних весен:

для нормальних весен

$$y/y_{\max} = -0,0042 t_2 - 0,0077 t_3 + 0,0008W_1 + 0,0031W_2 + 0,0015 h + 0,5878 \quad (33)$$

для ранніх весен

$$y/y_{\max} = -0,0030 t_1 - 0,0052 t_2 - 0,007 t_3 + 0,001W_1 + 0,001W_2 + 0,0003 h + 0,71 \quad (34)$$

де враховується температура за період сівби;

для пізніх весен

$$y/y_{\max} = -0,008 t_2 - 0,0072 t_3 + 0,001W_1 + 0,0012W_2 + 0,0014 h - 0,0009d - 0,0040l + 0,80 \quad (35)$$

t_1 – середня температура періоду масової сівби;

t_2 – середня температура за період сходи – вихід у трубку;
 t_3 – середня температура періоду вихід у трубку – колосіння;
 W_1 – запаси продуктивної вологи за період сходи – вихід у трубку;
 W_2 – запаси вологи за період вихід у трубку – колосіння;
 – тривалість періоду сівби;
 d – кількість днів від першого травня до закінчення сівби;
 h – середня висота рослин на колосіння.

$$\begin{aligned}
 y/y_{\max} = & -0,0042 \cdot 13,5 - 0,0017 \cdot 15,3 + 0,0008 \cdot 32 + \\
 & + 0,0031 \cdot 16 + 0,0015 \cdot 60 + 0,5878 = 0,578
 \end{aligned}$$

Чорноземна зона. Метод прогнозу врожаїв ячменю для чорноземної зони був розроблений Н.Н. Жовтою. Для того щоб виявити більш чітку залежність врожайності від основних агрометеорологічних факторів чорноземна зона України поділена на дві зони:

- 1 – Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Одеська, Луганська та Херсонська області України та АР Крим;
- 2 – Вінницька, Кіровоградська, Миколаївська, Полтавська, Харківська та Черкаська області України, Саратовська, Пензенська обл.

Графічний аналіз залежностей врожайності ярого ячменю від основних агрометеорологічних факторів дозволив зробити висновок, що в усіх районах чорноземної зони найбільші і найменші врожаї відповідають майже однаковим значенням агрометеорологічних елементів, але рівень врожаїв при цьому різний і підвищується при просуванні зі сходу на захід.

Значення основних агрометеорологічних показників, які відповідають різним рівням врожаїв наводяться у табл. 15.

Кореляційний аналіз дозволив відокремити агрометеорологічні фактори, які найбільш суттєво впливають на формування врожаю. При цьому у різних регіонах це будуть різні фактори. Для України найбільш впливовими є опади другої половини вегетаційного періоду та кількість колосоносних стебел, висота рослин.

Були отримані багатофакторні прогностичні рівняння для розрахунку очікуваних врожаїв у кожному регіоні. За цими рівняннями прогноз очікуваного врожаю складається двічі: 1 – у період виходу рослин у трубку, другий – у фазу колосіння (табл. 16).

При складанні прогнозів середніх по області врожаїв інформативність початкових даних повинна складати не менше ніж по шести станціях.

Для ярого ячменю як і для багатьох інших культур розроблені динаміко-статистичні методи прогнозів урожаїв В.П. Дмитренко та А.М. Польового.

Таблиця 15 – Межові значення агрометеорологічних показників, які забезпечують найбільші та найменші врожаї ярого ячменю

Характеристика	Найбільш несприятливі умови	Найбільш сприятливі умови
1. Кількість опадів за перед вегетаційний період (P_0), мм	< 70	150 – 175
2. Кількість опадів за період сівба – колосіння (P_1), мм	< 30	120 – 150
3. Весняні запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (W_1), мм	< 80	160 – 180
4. Запаси вологи на дату масового колосіння (W_3), мм	< 40	110 – 130
5. Загальні витрати вологи за період сівба-колосіння (B_3), мм	< 70	180 – 200
6. Загальні витрати води за вегетаційний період (B_5), мм	< 110	220 – 250
7. Температура повітря в декаду масового колосіння, (t , °C)	> 23	17 – 19
8. Нестача насичення повітря в декаду масового колосіння, (d , гПа)	> 18	8 – 10
9. Кількість колосоносних стебел на 1м^2 на дату колосіння, (L_2)	< 250	600 – 700
10. Висота рослин на дату масового колосіння (h_1 , см)	< 35	65 – 80
11. Висота рослин на дату молочної стиглості, (h_2 , см)	< 45	80 – 90

Таблиця 16 – Рівняння для розрахунку врожаю ячменю

Райони	Рівняння
1	2
<i>Після виходу у трубку</i>	
1	$\delta = 0,326W_1 - 0,001W_1^2 + 0,288P_1 - 0,002P_1^2 +$ $+ 0,088L_2 - 0,0006L_2^2 - 48,2 \quad (36)$ $S = \pm 2,5 \text{ ц/га}$
2	$y = 0,240P_0 - 0,0007P_0^2 - 0,6P_1 - 0,006P_1^2 + 0,02L_2 + 28,7 \quad (37)$ $S = \pm 3,5 \text{ ц/га}$
<i>Після колосіння</i>	

Продовження табл. 16.

1	2
1	$y = 0,085P_0 - 0,0003P_0^2 + 0,038W_3 + 0,194h - 0,012d + 1,3 \quad (38)$ $S_y = \mp 3,9\sigma / \sigma a$
2	$\delta = 0,173P_3 - 0,001P_3^2 - 0,443h + 0,005h^2 + 0,02L_3 - 0,573d + 18,6$ $S_\delta = \mp 3,6\sigma / \tilde{a}\delta$ <p style="text-align: right;">(39)</p>

Примітка: позначка складових у рівняннях в табл. 17 така ж як у табл. 16.

За методикою В.П. Дмитренка розрахунок урожайності ярого ячменю виконується тричі: 1 – 1 травня, 2 – 1 червня, 3 – 1 липня. Розрахунки виконуються за моделлю В.П. Дмитренка, яка має вигляд для першого та другого терміну складання прогнозу

$$Y = Y_j (1-u) S(T, R)(1-\gamma_{cm}), \quad (40)$$

де u – очікуваний врожай озимої пшениці, ц/га;

Y_j – щорічний статистичний максимум врожаю, ц/га; U – показник зрідження посівів;

$S(T, R)$ – сумарний коефіцієнт продуктивності, розрахований за гідрометеорологічними показниками весняно – літнього періоду.

де U_c – статистичний максимум врожаю з ймовірністю 99,9 % щодо початкового року;

A – середньорічний приріст врожаю;

$t = t_1 - t_c$ – відхилення даного року від реперного u_c , яке визначається кількістю років у статистичному рядку;

$\eta_i(T), \eta_i(R)$, – відповідно коефіцієнти продуктивності розраховані відносно температури повітря T , опадів R в i -ий період розвитку культури;

a_i – ваговий коефіцієнт, який враховує вклад наступних періодів розвитку (a_i) в урожай. Розрахунки усіх показників подібні в розділі 1.1.1. Значення вагового множника a_i для різних сільськогосподарських культур наводиться в табл. 17.

Таблиця 17 – Значення вагового множника a за місяці вегетаційного періоду i в передпосівний період польових культур

Культура	Місяці	Значення вагового множника a , %											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ярий ячмінь	XII-VII	3	3	9	21	27	22	12					3

Оптимальні значення температури повітря, опадів та сонячного сйва представлені в табл.18.

Таблиця 18 – Оптимальні значення температури повітря, опадів, тривалості сонячного сйва, вагові множники і параметри до формул за кожний період вегетаційного циклу ярого ячменю

Місяці	$\eta_i(T) = e^{-a\left(\frac{T-T_o}{10}\right)^2}$				$\eta_i(R) = \left(1 + \frac{R-R_o}{R_o-R_{\min}}\right)^{a_1} \left(1 - \frac{R-R_o}{R_{\max}-R_o}\right)^{a_2}$					α
	Т факт.	Т _о , град	параметри до рівняння		R факт	R _о	R _{max}	параметри до рівняння		
			T ≤ T _о	T > T _о				a ₁	a ₂	
ХІІ-ІІ		-1	1	2		100	450	0,222	0,778	0,09
ІІІ-ІV		4	1	2		100	340	0,294	0,706	0,30
V		13	1	2		120	300	0,400	0,600	0,27
VI		18	1	2		90	430	0,209	0,791	0,22
VII		19	1	2		10	420	0,024	0,976	0,12

Розрахунок параметрів статистичного максимуму (Y_{cm}).

Для розрахунку статистичного максимуму потрібен ряд врожайності не менше, ніж 30 років. Для розрахунку вибирається урожайність за останні 30 років – Y.

- розраховується середнє значення врожаю за 30 років – Y_{cp};
- для кожного року розраховується (Y-Y_{cp});
- розраховується (Y-Y_{cp})²
- визначається сума $\sum(Y-Y_{cp})^2$
- розраховується середнє значення як $\sum(Y-Y_{cp})^2/30$;
- розраховується $\sigma = \sqrt{\sum(Y-Y_{cp})^2/30}$;
- розраховується 3σ;
- розраховується статистичний максимум Y_{cm} = Y_{cp} + 3σ.

Приклад розрахунку статистичного максимуму Y_{cm} в табл.19

Таблиця 19 - Розрахунок статистичного максимуму (Y_{cm})

Рік	Y	Y-Y _{cp}	(Y-Y _{cp}) ²
1	2	3	4
1975	29,6	-4,1	16,81
1976	34,9	1,2	1,44
1977	36,4	2,7	7,29
1978	39,7	6,0	36,00
1979	30,1	-3,6	12,96
1980	27,1	-6,6	43,56

Продовження табл. 19.

1	2	3	4
1981	30,2	-3,5	12,25
1982	29,5	-4,2	17,64
1983	31,0	-2,7	7,29
1984	31,8	-1,9	3,61
1985	30,6	-3,1	9,61
1986	37,8	4,1	16,81
1987	45,8	12,1	146,41
1988	37,6	3,9	15,21
1989	45,9	12,2	148,84
1990	40,7	7,0	49,00
1991	30,4	-3,3	10,89
1992	34,4	0,7	0,49
1993	45,8	12,1	146,41
1994	36,0	2,3	5,29
1995	35,0	1,3	1,69
1996	32,0	-1,7	2,89
1997	28,0	-5,7	32,49
1998	37,0	3,3	10,89
1999	25,0	-8,7	75,69
2000	27,0	-6,7	44,89
2001	30,6	-3,1	9,61
2002	34,0	0,3	0,09
2003	16,4	-17,3	299,29
2004	41,6	7,9	62,41
сума	1011,9	0,9	1247,75
середнє	33,7		41,59
Σ			6,45
3σ			19,35
У_{стат}			53,1

Розрахунок приросту за трендом:

A – щорічний приріст урожайності, ц/га ;

t – відхилення поточного року від реперного, визначеного кількістю років ($t = t_j - t_c$).

Для розрахунку щорічного приросту врожайності A_c використовуються дані урожайності за останні 11 років за формулою

$$y = \sum_{i=1}^n y_i / n, \quad (41)$$

Розраховується середня врожайність для цього відрізка часу і відхилення щорічно урожайності від середнього. Потім роки нумерують так, щоб середина інтервалу відповідала початку відліку. Потім перемножується відхилення врожайності від середнього на номер року і визначається їх сума $\sum(y - y_{cp})t$. Ця сума ділиться на суму квадратів номерів року t^2 , та розраховується A_c за формулою (табл. 20)

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2} \quad (42)$$

Таблиця 20 – Приклад розрахунку приросту врожаю за трендом (А)

Рік	У	У-У _{ср}	t	t ²	(У-У _{ср})t
1994	36,0	4,9	-5	25	-24,5
1995	35,0	3,9	-4	16	-15,6
1996	32,0	0,9	-3	9	-2,7
1997	28,0	-3,1	-2	4	6,2
1998	37,0	5,9	-1	1	-5,9
1999	25,0	-6,1	0	0	0,0
2000	27,0	-4,1	1	1	-4,1
2001	30,6	-0,5	2	4	-1,0
2002	34,0	2,9	3	9	8,7
2003	16,4	-14,7	4	16	-58,8
2004	41,6	10,5	5	25	52,5
сума	342,6	0,5	0	110	-45,2
середнє	31,1				
Ас					-0,41

Розрахунок зрідженості посіву ячменю u

$$u = 50 - 9c, \quad (43)$$

c – оцінка стану посівів ячменю на момент складання прогнозу.

Розрахунок коефіцієнтів продуктивності $\sum \eta_j (T) \eta_j (R) \alpha_j$

$$\eta_i(T) = e^{-a \left(\frac{T - T_0}{10} \right)^2}, \quad (44)$$

де T – фактична температура повітря в i -ий період вегетаційного циклу, °C;

T_o, a – дані визначаються з табл.18.

$$\eta_i(R) = \left(1 + \frac{R - R_o}{R_o - R_{\min}}\right)^{a_1} \left(1 - \frac{R - R_o}{R_{\max} - R_o}\right)^{a_2}, \quad (45)$$

де R – фактична сума опадів в i -ий період вегетаційного циклу, мм;

R_o, R_{\max} - береться із таблиці 6.28.

$R_{\min} = 0$.

α_i – ваговий коефіцієнт за i -ий період вегетаційного циклу, береться із табл.18.

Розрахунок складової рівняння (40) - $(1 - \gamma_{\text{ст}})$.

$$\gamma_{\text{ст}} = 0.01 (4 \sqrt{D_{\text{н.т.}} - D_{\text{к.сн}}} - 10), \quad (46)$$

де $\gamma_{\text{ст}}$ – зміна врожайності ярого ячменю, ц/га

$D_{\text{нт}}$ – дата початку стійкого переходу температури повітря через +5° C;

$D_{\text{ннт}}$ – дата закінчення стійкого переходу температури повітря через +0° C;

Дата стійкого переходу температури повітря через +5° C визначається за спостереженнями гідрометеорологічної станції, яка перша відзначила цей перехід.

Дата закінчення стійкого переходу температури повітря через +0° C в області визначається за спостереженнями гідрометеорологічної станції, яка останньою відзначила цей перехід.

Третій, уточнюючий прогноз урожаю складається 1 липня і розраховується теж за формулою 40, в яку додаються блоки $(1 - \gamma_{\text{сyx}})$ и $(1 - \gamma_z)$.

Блок розраховується $(1 - \gamma_{\text{сyx}})$ за формулою

$$\gamma_{\text{сyx}} = (n_{\text{VI-VI}} - n_0)_{\text{сyx}} \cdot 0,01, \quad (47)$$

де $n_{\text{VI-VI}}$ – число днів із суховіями в червні – липні.

Якщо суховії спостерігаються у квітні – травні, то розраховується очікувана кількість днів в червні – липні за формулою

$$n_{\text{VI-VI}} = 1,5 n_{\text{IV-V}} - 5, \quad (48)$$

де $n_{\text{VI-VI}}$ – число днів із суховіями в червні – липні;

$n_{\text{IV-V}}$ – число днів з відносною вологістю повітря менше або рівною 30% у квітні – травні;

n_0 – поправковий показник.

Значення поправкового показника n_0 за різних рівнів $S(T, R)$ з врахуванням температури повітря і опадів наводяться нижче (табл. 21).

Блок $(1-\gamma_3)$ враховується за допомогою формули

$$\gamma_3 = (5,5 \sqrt[3]{(n_{VI} - 8)^2} - 15) 0,01, \quad (49)$$

Таблиця 21 – Умови вибору поправкового показника n_0

$S(T, R)$	n_0
66-100	0
≤ 65	15

де γ_3 – показник зміни врожайності;

n_{VI} – середня по області кількість днів опадами більше за 1 мм за добу в червні.

1.1.5 Прогнози урожайності ярої пшениці

У більшості районів основної зони вирощування ярої пшениці на її врожайність найбільше впливає вологозабезпеченість посівів.

У зоні недостатнього зволоження спостерігається чітка залежність врожаїв ярої пшениці від вологозабезпеченості посівів (у відсотках від оптимальної), що розраховується за періоди сівба – вихід у трубку (U_1) та сівба – колосіння (U_2):

$$Y = 0,28U_1 - 1,40 \quad (50)$$

$$Y = 0,26U_2 - 3,10 \quad (51)$$

Прогноз врожаїв ярої пшениці у основній зоні вирощування складається двічі: у фазу виходу у трубку (з двомісячною завчасністю) та у фазу колосіння (завчасність 1 міс.).

Для складання прогнозу з 2-х та з місячною завчасністю використовуються дані за фазами розвитку та елементами продуктивності, фактичні і прогнозовані дані по температурі повітря, опадах та запасах продуктивної вологи. Якщо дані про запаси продуктивної вологи відсутні, то вони розраховуються за рівняннями або графіками С.О. Веріго.

Спочатку розраховуються значення факторів для окремих пунктів, потім розраховані величини визначаються як середні по території і тільки

після цього за відповідним рівнянням розраховується середній по області врожай.

Уточнюється прогноз з завчасністю 1 місяць у фазу колосіння і тут вже використовуються такі показники як кількість продуктивних стебел, кількість колосків у колосі, висота рослин на фазу колосіння та вологозабезпеченість посівів за період від сівби до колосіння.

Дослідженнями Плучек Л.С. встановлено, що у посушливих районах вирішальним інтегральним фактором майбутнього врожаю ярої пшениці є запаси продуктивної вологи в період сівби (W_c). Крім того існує тісний зв'язок урожаїв ярої пшениці з кількістю опадів за травень (R_5) та червень (R_6) і дефіцитом насичення повітря вологою (d_4) та травень (d_5). Встановлено також, що на формування врожаїв у посушливих районах впливають також опади попередньої зими та ранньої весни. Н.В. Гуліною встановлена чітка залежність врожаїв ярої пшениці від коефіцієнта зволоження, запропонованого нею ж. Він розраховується як відношення суми опадів (R_1) за осінньо-зимовий період (листопад – березень) з коефіцієнтом 0,5 і за весняний період (R_2) (квітень – травень) до суми дефіцитів насичення (d , гПа) за квітень – травень з коефіцієнтом 0,5.

$$K_e = (0,5 R_1 + R_2) / 0,5 \sum d \quad . \quad (52)$$

Л.С. Плучек були отримані багатофакторні статистичні рівняння для розрахунку очікуваного урожаю ярої пшениці з різною завчасністю.

з двомісячною

$$Y = 10,94 + 0,028 W_c - 0,716 d_5 + 0,046 R_6 \quad . \quad (53)$$

з місячною

$$Y = 29,58 - 0,271 d_5 - 0,758 d_6 - 413 t_7 \quad (54)$$

За вказаними вище рівняннями прогнози врожаю ярої пшениці складаються двічі: в період фази виходу у трубку – появи нижнього вузла соломини та в період фази колосіння – наливу зерна.

1.1.6 Прогнози урожайності вівса

Плучик С.Л. займався розробкою методу прогнозу вівса для основної зони вирощування вівса. В цілому територія вирощування вівса розділена на 2 зони: 1 – зона нечорноземних земель (Полісся України); 2 –

чорноземна зона. Найбільш поширені у виробництві сорти вівса Львовський, Ярославський, Фаленський, Надіжний, Орел та ін.

С. Л. Плучик встановив, що вирішальна роль у формуванні врожаю вівса у основній зоні вирощування належить зволоженню ґрунту у шарі 0 – 50 см у період викидання волоті. Крім того, величина врожаю вівса також залежить від висоти рослин у фазу викидання волоті. Якщо висота рослин на фазу викидання волоті становить 40 см, то врожай буде завжди менше 10 ц/га. Були розроблені статистичні залежності величини врожаю вівса від висоти рослин (h) та запасів продуктивної вологи у півметровому шарі ґрунту (W) для кожної з вищеназваних зон.

$$1. y = -1.08 + 0.19h + 0.09W_1 \quad (55)$$

$$2. y = -0.08 + 0.17h + 0.03W_1 \quad (56)$$

$$3. y = 0.69 + 0.13h + 0.09W_1 \quad (57)$$

$$4. y = -5.3 + 0.25h + 0.03W_2 \quad (58)$$

Ці залежності використовуються для розрахунку врожаю вівса з завчасністю півтора місяці після настання фази викидання волоті.

А.М. Польовий та Т.І. Мизіна проводили дослідження у Нечорноземній зоні. Ними бали встановлено, що у період проростання зерна вівса воно дуже чутливе до несприятливих умов - перезволоження ґрунту або його сухість, низькі температури повітря та ґрунту. Після виходу у трубку важливішими стають запаси вологи у півметровому шарі ґрунту. Нестача вологи і підвищені температури у цей період змінюють хід фізіологічних процесів та обміну речовин, що призводить до зменшення кількості колосків у колосі. Тому запаси вологи у шарі 0 – 50 см є найголовнішим фактором формування врожаю вівса. Іншим фактором є стан самої культури на дату викидання волоті, бо він є інтегральним показником всіх умов розвитку культури від появи сходів до викидання волоті. Тому у прогностичну схему розрахунку врожаю вівса були введені такі складові: середня температура повітря від сівби до виходу у трубку та від виходу у трубку до викидання волоті (t_1 та t_2); запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 50 см за ці ж періоди (W_1 та W_2) а також в дату викидання волоті (W_3); висота рослин на дату викидання волоті (h). Врожай розраховується після дати викидання волоті за рівнянням:

$$y/y_{mas} = -0.0011t_1 - 0.0125t_2 + 0.0021W_1 + 0.0012W_2 + \\ + 0.0010W_3 + 0.0018h + 0.54 \quad (59)$$

де y/y_{max} – відношення очікуваного врожаю до найбільшого врожаю у районі. Найбільший врожай визначається для кожної області окремо.

1.1.7 Прогнози урожайності гороху

Горох вважається цінним продуктом харчування, на корінні його збираються бульбочкові бактерії, які засвоюють азот з повітря. Він має могутню систему коріння, добуває поживні речовини з глибоких шарів і збагачує ними верхній орний шар ґрунту, не вимогливий до тепла, але любить вологу, період його вегетації складає від 60 до 100 днів.

В Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті А.А. Левенко розроблена методика прогнозу середніх по області значень врожайності і валового збору зерна гороху. Виробничі випробування методики проведені Українським УГКС. За їх результатами Технічною радою Українського УГКС рекомендовано використовувати запропонований метод прогнозу середньої врожайності і валового збору гороху в Україні як основний у Дніпропетровській, Кіровоградській, Одеській, Черкаській, Полтавській, Донецькій, Луганській, Харківській та Київській областях. В інших областях України – як орієнтовний. Справджуваність методу склала в середньому 84 %.

При розробці методу прогнозу вся територія України умовно розділена на три зони. В першу зону ввійшли: Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька, Хмельницька, Тернопільська, Рівненська та Волинська області; в другу зону – Житомирська, Вінницька, Черкаська, Сумська, Полтавська та Харківська області; в третю зону – Кіровоградська, Одеська, Миколаївська, Херсонська, АР Крим, Дніпропетровська, Донецька, Луганська і Запорізька області.

Середні обласні значення очікуваної врожайності (y_n) розраховується після 10 липня з завчасністю 40 – 50 днів до збирання за формулою

$$y_{\Pi} = y_T + \kappa_0^j \cdot k_u \quad , \quad (60)$$

де y_T – врожайність, отримана шляхом екстраполяції кривої тренда;
 κ_0^j – коефіцієнт, що враховує вплив метеорологічних умов на врожайність даного року по відношенню до врожайності еталонного року ($j = 1, 2, 3$ – номер зони);
 k_u – значення тренда модулів відхилення врожайності від її тренда в ц/га. За еталонний при розробці методики був вибраний 1984р.

В цій схемі коефіцієнт κ_o^j для кожної з названих вище зон розраховується за формулами:

для зони 1

$$\kappa_o^1 = \kappa_{ог}^1 + \Delta_{1г}^1 + \Delta_{2г}^1 + \Delta_{3г}^1 + \Delta_{4г}^1 + \Delta_{5г}^1, \quad (61)$$

для зони 2

$$\kappa_o^2 = \kappa_{ог}^2 + \Delta_{1г}^2 + \Delta_{2г}^2 + \Delta_{3г}^2 + \Delta_{4г}^2 + \Delta_{5г}^2, \quad (62)$$

для зони 3

$$\kappa_o^3 = \kappa_{ог}^3, \quad (63)$$

де $\kappa_o^1, \kappa_o^2, \kappa_o^3$ – середні значення коливання врожаю відповідно для зон 1, 2 і 3 в залежності від сум температур не менше 15 °С за період квітень – перша декада червня включно;

$\Delta_{1г}^1, \Delta_{2г}^1, \Delta_{3г}^1, \Delta_{4г}^1, \Delta_{5г}^1$ – помилки для зони 1 відповідно за рахунок середньої температури повітря за травень, першу декаду червня, за квітень, запасів продуктивної вологи в мм у шарі ґрунту 0 – 100 см за першу декаду червня і за травень;

$\Delta_{1г}^2, \Delta_{2г}^2, \Delta_{3г}^2, \Delta_{4г}^2, \Delta_{5г}^2$ – помилки для зони 2 відповідно за рахунок середньої температури повітря за травень, квітень, першу декаду червня, запасів продуктивної вологи в мм за квітень у шарі 0 – 20 см, за травень в шарі 0 – 100 см.

Значення $\kappa_{ог}^1, \kappa_{ог}^2, \kappa_{ог}^3$ – приведені в таблиці 22 і визначаються за сумами ефективних температур не менше 15° С за період квітень – перша декада червня, другі елементи формул (61 – 63) – з табл.22, 23, 24.

Таблиця 22 – Значення середніх коливань урожайності гороху $\kappa_{ог}^1, \kappa_{ог}^2, \kappa_{ог}^3$ в залежності від сум температур

Сума температур вище 15° С	$\kappa_{ог}^1$	$\kappa_{ог}^2$	$\kappa_{ог}^3$
1	2	3	4
10	1,8	1,8	
15	1,65	1,20	-
20	1,5	0,80	0,60
30	1,16	0,30	0,60
40	0,80	0	0,62
50	0,50	-0,22	0,78
60	0,20	-0,56	1,10

Продовження табл. 22.

1	2	3	4
70	0	-0,74	1,40
80	-0,20	-0,90	1,42
90	-0,38	-1,20	1,30
100	-0,48	-1,30	0,96
110	-0,60	-1,40	0,50
120	-0,70	-1,50	-0,20
130	-0,78	-1,60	-0,76
140	-0,80	-1,70	-1,30
150	-0,80	-1,75	-1,70
160	-	-1,82	-1,98
170	-	-1,94	-2,0
180	-	-2,0	-
190	-	-2,0	-
200	-	-2,0	-

Таблиця 23 – Значення поправок в залежності від середньої температури повітря

Температура повітря	Поправки	
	2	3
1		
Травень (t_2)	$\Lambda_{1г}^1$	$\Lambda_{1г}^2$
8	-2,50	-2,50
9	-2,50	-2,30
10	-2,28	-1,76
11	-1,90	-1,38
12	0,40	0,10
13	0,80	1,10
14	0,30	1,40
15	0,10	1,20
16	0	0,60
17	0	0,20
18	0	0
Червень (t_3) перша декада	$\Lambda_{2г}^1$	$\Lambda_{3г}^2$
13	-0,20	0
14	-0,20	0
15	0,20	0
16	0,60	0,14

Продовження табл. 23.

1	2	3
17	0,77	0,40
18	0,10	0,46
19	0,0	0,10
20	-	0,30
21	-	-0,40
Квітень (t_1)	$\Lambda_{3г}^1$	$\Lambda_{2г}^2$
5	-0,20	-
6	-0,38	-0,20
7	-0,18	-0,15
8	0	-0,06
9	0,26	0,10
10	0,40	0,20
11	0,40	0,20

Рівень врожаю з врахуванням тренду y_T і величина його коливання k_u визначаються з аналізу рядів динаміки врожайності так: врожайність відноситься до нестационарних випадкових величин, тобто з часом змінюється її рівень, а також значення відхилень від нього. Тому необхідно відокремлення як тренду врожайності y_T так і тренду цих відхилень k_u .

Таблиця 24 – Значення поправок в залежності від запасів продуктивної вологи в шарі 0 – 100 см в травні W_2 , квітні W_1 , червні W_3

Запаси вологи	Поправки $\Lambda_{5г}^1$	Запаси вологи	Поправки $\Lambda_{5г}^2$
1	2	3	4
Травень	Зона 1 W_2	Зона 2 W_2	
150	0	60	-0,20
160	0	70	-0,10
170	0,12	80	0,16
180	0,34	90	0,44
190	0,44	100	0,60
200	0,34	110	0,50
210	0,10	120	0,10
		130	-0,20
		140	-0,20
Червень W_3	$\Lambda_{4г}^1$	Квітень W_1	$\Lambda_{4г}^2$
50	-0,20	20	-0,20
60	-0,18	30	-0,20

Продовження табл. 24.

1	2	3	4
70	-0,12	40	-0,16
80	-0,04	50	0,25
90	0,06	55	0,40
110	0,20	60	-0,10
120	0,22	65	-0,20
130	0,24	70	-0,20
140	0,26	-	-
150	0,24		
160	0,22		

Для надійного визначення цих величин потрібні ряди врожайності не менше 15 років (табл. 25).

В першій строчці табл. 25 ряд врожайності y з 1994 до 2010 року. Для полегшення виділення тренду врожайності проводиться згладжування ряду за формулою

$$y_1^1 = \frac{y_1 + 2y_{1+1} + 4y_{1+2} + 2y_{1+3} + y_{1+4}}{10} \quad (64)$$

де $i = 1, 2, 3, \dots, n - 4$; n – число членів вихідного ряду;

$j = i + 2$ – порядкове місце запису згладжуваної величини в рядку врожайності з n елементів; де $j = 3, 4, \dots, n - 2$.

Якщо дати величині i значення 1, тоді перше згладжене значення

$$y_3^1 = \frac{8,8 + 8,6 \cdot 2 + 19,6 \cdot 4 + 8,8 \cdot 2 + 8,3}{10} \frac{\text{ц}}{\text{га}} = 13,0 \frac{\text{ц}}{\text{га}}$$

запишеться у стовпчик 1996 року. Потім $i = 2$ - отримаємо

$$y_4^1 = \frac{8,6 + 19,6 \cdot 2 + 8,8 \cdot 4 + 8,3 \cdot 2 + 14,7}{10} \frac{\text{ц}}{\text{га}} = 11,4 \frac{\text{ц}}{\text{га}}$$

i запишеться в стовпчик з даними за 1997 рік та т. ін. до $i = n - 4$

$$y_5^1 = \frac{19,1 + 22,8 \cdot 2 + 20,5 \cdot 4 + 4,1 \cdot 2 + 23,5}{10} \frac{\text{ц}}{\text{га}} = 17,8 \frac{\text{ц}}{\text{га}}$$

запишеться в стовпчик з даними за 1998 рік і так до кінця ряду.

Щоб не губилися два останні елемента в ряду y^1 , після визначення всіх згладжених значень, проводиться екстраполяція згладжування ряду на останні два елементи послідовно за формулами:

Таблиця 25 – Середні обласні значення врожайності гороху (Y) і розрахунок параметрів тренду: (y^l) – згладжені ряди урожайності; (y_m) – значення врожайності зняті з лінії тренду; (K_o та K_u) – відповідно відхилення врожайності від її тренду і тренд модулю цих відхилень (ц/га)

Величини	Роки																
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Одеська область																	
Y	15,3	18,9	18,7	17,0	11,7	21,5	23,6	14,6	16,7	19,1	18,2	16,9	16,8	24,9	19,3	8,3	26,1
y^l			13	11,4	11,7	12,9	13,4	12,1	11,9	13,0	14,6	13,4	17,2	17,9	17,8	20,0	20,4
y_m			10,6	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,6	14,0	14,6	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,0
K_o^i			8,5	-1,5	4,7	-3,2	7,0	-2,4	-5,0	0	5,7	-3,4	3,2	6,0	4,3	-9,4	2,7
K_u			1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
Полтавська область																	
Y	13,6	19,1	20,7	12,9	12,7	17,9	14,3	14,1	17,7	19,7	25,9	16,6	28,4	26,9	24,5	8,8	21,3
y^l			17,3	15,5	14,7	15,3	15,2	15,8	17,9	19,8	22,3	22,2	25,1	23,9	21,9	22,8	21,2
y_m			17,1	17,4	17,8	18,2	18,5	18,9	19,2	19,6	19,9	20,3	20,6	20,9	21,2	21,5	21,8
K_o^i			3,6	-4,5	-5,1	-0,3	-4,2	-4,8	-1,5	0,3	6,0	-3,7	7,8	6,0	3,3	-12,7	-0,5
k_u			2,7	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,5	4,8	5,0	5,4	5,7	6,0	6,4
Київська область																	
Y	15,2	24,9	17,4	16,1	24,6	15,0	21,0	21,1	22,6	22,8	27,3	28,2	30,9	29,9	30,2	14,4	18,5
y^l			17,5	18,1	17,1	19,8	18,8	20,4	21,4	23,7	26,2	28,2	29,6	28,6	25,9	26,1	24,2
y_m			18,2	18,8	18,9	19,4	19,9	20,6	21,4	22,4	22,8	23,7	24,0	24,7	25,1	25,4	25,7
K_o^i			-3,3	-1,1	-2,8	5,1	-4,9	0,4	-0,1	0,8	4,5	4,8	6,2	6,2	4,8	-11	-7,2
k_u			2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,7	5,2	5,8	6,5	7,2	8,2

$$y_{n-1}^1 = \frac{y_m^1 \cdot 2 + y^1 - y^1}{2}, \quad (65)$$

так як

$$y_n^1 = \frac{y_{n-1}^1 \cdot 2 + y_{n-2}^1 - y_{n-4}^1}{2}, \quad (66)$$

$$y_{16}^1 = \frac{17,8 \cdot 2 + 17,9 - 13,4}{2} \frac{ц}{га} = 20,0ц / га \quad i$$

$$y_{17}^1 = \frac{20,0 \cdot 2 + 17,8 - 17,2}{2} \frac{ц}{га} = 20,3ц / га,$$

потім Y_{16}^1 записується в стовпчик 2009 р., а Y_{17}^1 – в 2010р.

Таким чином, методом загладжуваної середньої (дивись формули (64) і розрахунки до них) отриманий загладжуваний ряд значень y^1 наноситься на графік часового ходу і з'єднується відрізками прямих. За загладженням часовим ходом врожайності y^1 проводиться плавна середня лінія (лінія тренду) таким чином, щоб площі, створені ломаною і плавною лінією, вище і нижче лінії були б приблизно однаковими (аналогічно проведенню гістограм часового ходу температури повітря). Значення, відповідні лінії тренду u_T , приводиться в 3-й строчці табл.25.

Різниця значень 1 і 3-ї строчок дає відхилення врожайності від її тренду, теж визначається із табл. 25, значення яких представлені в 4-й строчці табл. 24 Будується графік динаміки абсолютних відхилень врожайності від її тренду $|k_i|$, а потім для них аналогічно описаному вище, знаходиться тренд коливання k_T , його значення приведені в 5-й строчці табл.25.

$$k_i = y_i - u_{Ti}, \quad (67)$$

1.1.8 Прогнози урожайності кукурудзи

Круп'яні культури, до яких відносяться кукурудза, рис, просо, гречка, після озимих та ярих зернових культур займають значні посівні площі по всій території України. За вимогами до умов вирощування вони відносяться до теплолюбних культур. Провідне місце серед круп'яних займають посіви кукурудзи.

Більшість посівних площ кукурудзи на зерно зосереджені в районах нестійкого та недостатнього зволоження.

У зв'язку з цим забезпеченість вегетаційного періоду кукурудзи вологою та температурний режим відіграють значну роль у формуванні врожаю.

На врожай кукурудзи найбільше впливають: забезпеченість теплом ($\Sigma t > 10^\circ \text{C}$), запаси продуктивної вологи у шарі найбільшого розповсюдження коріння, кількість годин з фотосинтетично активною радіацією (ФАР) більше $0,03 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв.}$ на нижній межі середнього ярусу листя.

Метод прогнозу врожаїв кукурудзи для основних районів вирощування розроблений Ю.І. Чирковим дозволяє виконувати розрахунки очікуваної врожайності для окремих полів. Він засновується на залежностях врожаю кукурудзи від запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см на початок фази викидання волоті, та від площі листя, яка сформувалась до викидання волоті. Розмір площі листя на період утворення початків є інтегральним чинником стану рослин і одним із факторів, які обумовлюють їх врожайність.

Залежність врожайності зерна кукурудзи від площі листя і запасів продуктивної вологи отримана Ю.І. Чирковим в аналітичному вигляді (табл. 26).

За рівняннями (68 – 71) для спрощення розрахунків було побудовано графіки (рис. 1).

Таблиця 26 – Зв'язок врожайності (y) з запасами вологи (W) у шарі 0–50 см за різної площі листя (S)

Рівняння регресії	S тис.м ² /га	Поми лка ц/га ΔY ,	Ном ер р івняння
$y = -0,0071W^2 + 1,4W - 3,2$	30	$\pm 2,7$	(68)
$y = 1,006W^2 + 1,1W - 4,2$	20	$\pm 2,1$	(69)
$y = -1,003W^2 + 0,53W - 1,5$	10	$\pm 1,9$	(70)
$y = 0,191W^2 + 0,96W - 3,1$	5	$\pm 2,6$	(71)

Для розрахунку площі листя на дату викидання волоті у випадках відсутності прямих спостережень Ю.І.Чирков запропонував рівняння:

$$S_1 = 36,94h - 1682.8 \quad , \quad (72)$$

де S_1 – площа листя однієї рослини, см²; h – висота рослин, см.

Площа листя на гектар розраховується:

$$S_2 = S_1 \cdot N \quad , \quad (73)$$

де N – кількість рослин на га, шт.

Загальна площа листя S у тисячах метрів на 1 га знаходиться з формули:

$$S = S_2 / 10000 \quad (74)$$

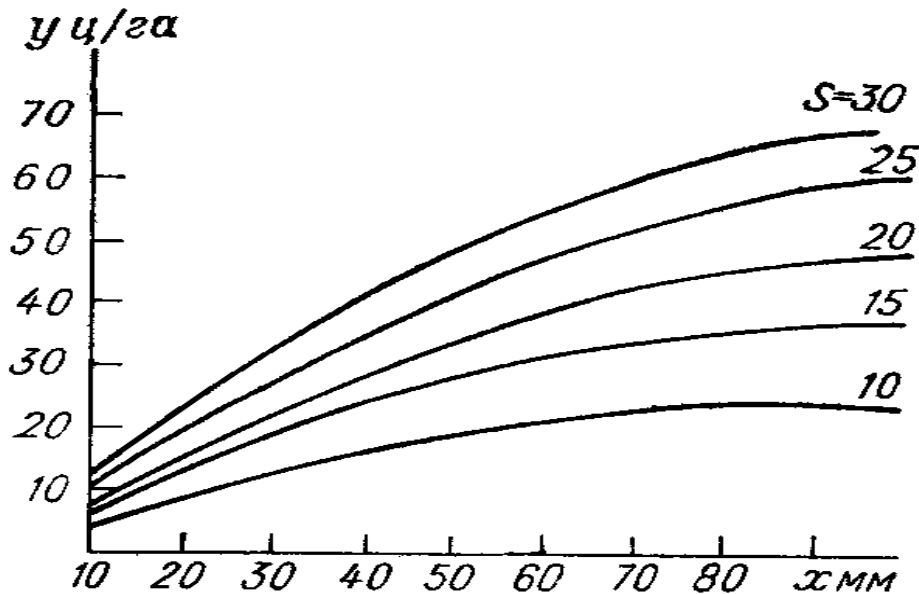


Рис. 1 – Залежність врожаю зерна кукурудзи у (ц/га) від запасів продуктивної вологи x (мм) в шарі ґрунту 0 – 50 см і від площі листової поверхні (тис. м²/га)

Оскільки на формування врожаю зерна кукурудзи значно впливає температура повітря, то Ю.І. Чирковим було розроблено поправковий коефіцієнт на значення температури повітря, яке відрізняється від оптимального. Поправки представлені у (табл.27).

Таблиця 27 – Значення поправки на температурні умови впродовж місяця після викидання волоті

Запаси продуктивної вологи, мм у шарі 0–50 см	Середня температура повітря, °С				
	16–17	18–19	20–21	22–23	>23
100	0,68	0,86	0,97	1,0	0,98
80	0,72	0,88	0,99	1,0	0,97
60	0,78	0,90	1,00	1,0	0,95
40	0,84	0,93	1,00	0,96	0,90
20	0,94	1,0	0,96	0,90	0,80

Метод дозволяє розраховувати врожай для будь-якої станції. Для складання прогнозу врожайності по області необхідно всі розрахунки виконати за даними окремих станцій, а потім осереднити дані по області.

Дослідженнями Г.І. Страшної встановлено, що в посушливих районах несприятливий вплив температури повітря співпадає з періодом викидання волоті, цвітіння, обпилювання та наливу зерна. На величину врожайності зерна кукурудзи мають умови зволоження, які характеризуються запасами вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см та сумами опадів за травень та червень.

Для південних областей отримана статистична залежність від вказаних величин, яка описується рівнянням:

$$Y = 0,170W_g - 1,564 t_{VII} - 0,770t_{VIII 1,2} + 65,288 \quad , \quad (75)$$

для областей Північного Степу використовується рівняння

$$Y = 0,44 h_b + 0,076 r_7 - 0,251 t_{VIII 1,2} + 11,26 \quad , \quad (76)$$

де W_g – середні по області запаси продуктивної вологи на дату викидання волоті, мм; t_{VII} – середня температура повітря за липень, °С;

$t_{VIII 1,2}$ – середня температура повітря за першу та другу декаду серпня, °С;

h_b – висота рослин на дату викидання волоті, см;

r_7 – сума опадів за липень, мм.

Метод прогнозу валового врожаю кукурудзи розробили для території України і Молдови В.П. Дмитренко та В.В. Свіріна і засновується він на використанні моделі.

$$y' = y_i S(T,R)(1 - U) (1 - \gamma). \quad (77)$$

де y' – розрахована врожайність, т/га; y_i – щорічний статистичний максимум урожаю, т/га; $S(T, R)$ – сумісний коефіцієнт продуктивності, розрахований за температурою повітря та опадами; $(1 - U)$ – зрідженість посівів кукурудзи; $(1 - \gamma)$ – зміна врожайності (в частках одиниці) за рахунок додаткових факторів.

Деякі чинники для розрахунку врожайності кукурудзи по областях України і Молдови наводяться у додатку В, табл.В.1. Оптимальні значення температури повітря та опадів для формування врожаїв кукурудзи - у табл.В.2.

Коефіцієнти продуктивності за температурою і опадами визначаються з розроблених авторами табл. В.3, В.4,

Зрідженість посівів являє собою різницю між оптимальною (N_0) та фактичною кількістю рослин (N) на одиницю площі, віднесена до оптимальної густоти при $N < N_0$

$$U = \frac{N_0 - N}{N_0} \quad (75)$$

У кукурудзи зрідженість посівів визначається після остаточного проріджування. Дані про зрідженість посівів замінюються баловою (В) оцінкою стану посівів за формулою

$$U = 50 - 9B \quad (76)$$

На формування врожайності впливають не тільки температура повітря та вологість ґрунту а і багато інших додаткових факторів (ДФ).

Додаткові фактори можуть впливати як позитивно, так і негативно. Такими додатковими факторами для кукурудзи є кількість днів із суховіями, терміни сівби, кількість днів з опадами 0,1 мм і т. ін.

Вплив додаткових факторів враховується за допомогою формули

$$y = y'(1 - \gamma) \quad (77)$$

де y – уточнена врожайність; y' – врожайність, розрахована без врахування впливу додаткових факторів; γ – чинник, який враховує вплив ДФ.

Залежність врожайності кукурудзи від кількості днів з суховіями за червень-липень визначається з формул:

$$\gamma_{\text{сух}} = \alpha(n_c - n_0) \nu_{\text{VI-VII}} \cdot 0,01 \quad (78)$$

$$y_{\text{сух}} = y'(1 - \gamma_{\text{сух}}) \quad (79)$$

де α – постійний множник, дорівнює 1,6; n_c – кількість днів з суховіями (всього інтенсивності, окрім слабких) за червень-липень; n_0 – поправка, яка відображує вплив суховіїв за допомогою сумісного коефіцієнта продуктивності $S(T,R)$ за червень – липень (значення з табл.28).

За несприятливих умов – $n_0 = 0,35 - 0,64$ самостійне значення суховіїв спостерігається у випадках, коли кількість днів з суховіями за 2 місяці становить більше 10.

Таблиця 28 – Умови вибору поправки n_0 до формул (103,104)

Сумісний коефіцієнт продуктивності за червень-липень $S(T,R)_{\text{VI-VII}}$	Поправка
0,65 – 1,00	0
0,35 – 0,64	10
< 0,35	20

При дуже несприятливих умовах $n_0 = <0,30$ кількість днів з суховіями враховується у тому випадку, якщо їх кількість > 20 .

Залежність врожайності кукурудзи від терміну сівби враховується за допомогою формул

$$y_{cc} = y'(1 - \gamma_{cc}), \quad (80)$$

$$\gamma_{cc} = 0,054 \frac{(D_{kc} - D_0)^3 - (D_{nc} - D_0)^3}{3(D_{kc} - D_{nc})} 0,01 \quad (81)$$

де y_{cc} – врожайність, розрахована з врахуванням впливу строків сівби в області; y' – врожайність, розрахована за формулою (77);

γ_{cc} – чинник, що відображує вплив на врожайність строків сівби в області; D_{nc} , D_{kc} – дати початку і кінця сівби в області відповідно; D_0 – оптимальна дата сівби визначається з табл. В.1. За дату початку сівби приймається дата, коли засіяно – 10 % площі, кінця – 90 % засіяної площі.

На врожайність кукурудзи також впливають дощові дні в період формування вегетативної маси, репродуктивних органів і дозрівання кукурудзи (червень – вересень). Враховується цей фактор через показник

$$\gamma_{дощ} = \alpha(n_{VI-IX} - n_0)0,01 \quad (82)$$

де α – постійний множник = 1,1; n_{VI-IX} – кількість днів з опадами більше 0,1 мм за червень-вересень; n_0 – поправка, яка для степу і Харківської обл., становить 30 днів; для Полісся і лісостепу – 50 днів, західних областей України – 55 днів. Кількість днів з опадами визначається з табл.В.5 додатку В.

1.1.9 Прогнози врожайності гречки

Статистичний метод прогнозу врожаїв гречки розроблено Н.З. Івановою-Зубковою. В основу методу покладена та закономірність, що за середньої температури повітря 17 – 20°C формування врожаїв гречки залежить від запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 20 см в декаду масового настання фази цвітіння та суми опадів за період від цвітіння до дозрівання. Ця комплексна величина умовно називається вологозабезпеченістю. При цьому використовується фактичне значення запасів продуктивної вологи на дату цвітіння та сума опадів за період цвітіння-дозрівання, яка визначається з прогнозу погоди. Для визначення суми опадів спочатку розраховується дата дозрівання за сумою ефективних температур 480 °C вище 5 °C.

Залежність величини середнього по області врожаю зерна гречки (Y) від середньої забезпеченості вологою періоду від цвітіння до дозрівання (x) для чорноземних областей

$$y = 0,54x + 3,4 \quad (83).$$

Для розрахунку вологозабезпеченості необхідно використовувати фактичні значення запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 20 см під гречкою у період цвітіння. Якщо таких даних нема або їх замало для отримання середніх значень по області, то вони розраховуються з табл. 29.

При відсутності спостережень за запасами продуктивної вологи під гречкою використовуються спостереження за запасами вологи під кукурудзою, цукровими буряками або картоплею.

Таблиця 29 – Розрахунок запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 20 см на кінець декади

Запаси вологи на початок декади плюс сума опадів за декаду, мм																		
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Період сівба – сходи, чорноземна зона																		
4	7	11	14	17	22	26	30	33	37	41	45	48	52	56	60	63	67	71
Період сходи – цвітіння, нечорноземна зона																		
3	6	9	11	14	16	20	23	25	28	31	34	37	40	43	46	48	51	54

Для чорноземної зони після сходів запаси вологи (W) на кінець декади розраховуються в залежності від запасів вологи на початок декади (W_1) та середньої за декаду температури повітря (t) за рівнянням:

$$W = 0,62W_1 - 0,99t + 13,5 \quad (84)$$

При розрахунках вологозабезпеченості окрім запасів вологи необхідно мати суму опадів за період цвітіння-дозрівання, тривалість якого розраховується за сумами ефективних температур вище 5 °С – 480 °С. Після розрахунків тривалості періоду з синоптичного прогнозу погоди визначається сума опадів за цей період. Значення запасів вологи на цвітіння та очікувана сума опадів за період цвітіння-дозрівання підсумовуються – таким чином розраховується вологозабезпеченість посівів, яка використовується для розрахунку очікуваного врожаю гречки.

При складанні прогнозу врожаю гречки спочатку виконуються розрахунки по усіх станціях території області, потім знаходяться середні по області значення елементів. Очікуваний врожай розраховується за рівнянням (83).

1.1.10. Прогнози врожайності проса

Просо значно менше вивчено ніж інші злакові культури. Найбільш відомі дослідження впливу агрометеорологічних умов на формування врожаю проса І.А. Пульмана, С.Р. Савдарг, С.І. Горіної, Н.З. Іванової-Зубкової, О.В. Безсонової, К.А. Кожемяченко, Є.С. Зарембо та А.Г. Просвіркиної.

Найбільш розповсюджені сорти: Саратовське 853, Подолянське, Весело-Подолянське 38, Оренбурзьке, Харківське, Миронівське, Янтарне.

Найбільш повні розробки виконані Н.З. Івановою-Зубковою. В її працях особлива увага звернута на дослідження залежності врожаю проса від агрометеорологічних умов у період формування і наливу зерна. Найбільш впливовими виявились опади. Тому Н.З. Іванова-Зубкова запропонувала для прогнозу середньої по області врожайності зерна проса таку залежність:

$$y = -45,4x^2 + 48,6x + 4,4 \quad , \quad (85)$$

де y – середня по області врожайність зерна, ц/га; x – сума опадів за період від виходу у трубку до викидання волоті, плюс 20 днів після викидання волоті.

Пізніше для уточнення прогнозу в рівняння були введені такі показники як лінійний приріст рослин на дату виходу у трубку та на дату дозрівання. У цьому випадку дата дозрівання визначається за сумами ефективних температур, які становлять від викидання волоті до дозрівання проса 390 – 420 °С.

Для районів Причорномор'я К.А. Кожемяченко встановлені статистичні залежності врожаю проса від середньої температури і суми опадів за міжфазний період вихід у трубку – викидання волоті:

$$\begin{aligned} y &= 0,04x_1 + 0,18x_2 - 3,0 \quad , \quad (86) \\ R &= 0,81 \quad S_y = 0,15 \text{ т/га} \end{aligned}$$

За рівнянням (86) можна розраховувати очікуваний урожай після настання фази викидання волоті.

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Техніка складання прогнозів

2.1 Озима пшениця

Складання прогнозу врожаю за моделлю А.М. Польового
Загальна підготовка вхідної агрометеорологічної інформації для виконання розрахунків

Для виконання розрахунків необхідно підготувати вхідну середню по області агрометеорологічну інформацію, що поділяється на п'ять груп:

- 1) опис області;
- 2) характеристика початкового стану посівів;
- 3) середня багаторічна агрометеорологічна інформація;
- 4) поточна агрометеорологічна інформація конкретного року;
- 5) параметри моделі.

Описання області

До складу цієї групи величин, що вводяться, входить:

φ – географічна широта центра області, для якої проводиться розрахунок (градуси з десятими);

KRN – код регіону: 1 – Полісся (Волинська, Рівненська, Житомирська, Чернігівська області); 2 – Лісостеп (Львівська, Тернопільська, Хмельницька, Вінницька, Київська, Черкаська, Сумська, Полтавська, Харківська області); 3. Північний Степ (Кіровоградська, Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Луганська області); 4 – Південний Степ (Одеська, Миколаївська, Херсонська області, Кримська АР); 5 – Закарпаття і Прикарпаття (Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька області);

$KRNZ$ – код регіону для оцінки посухи: 1 – Полісся Закарпаття і Прикарпаття; 2 – Лісостеп; 3 – Степ (південний і північний);

W_{HB} – найменша вологомісткість, мм;

U_{\min} – мінімальна середня по області врожайність культури за період з 1986 року, ц/га;

U_{\max} – максимальна середня по області врожайність культури за період з 1986 року, ц/га.

Характеристика початкового стану посівів

Ця група величин, що вводяться, включає:

m^o_b , m^o_s , m^o_r – початкова маса листя, стебел, коренів на дату відновлення вегетації (сходів) одного пагона (рослини) за даними табл. 30;

LL^o – початкова площа листя одного пагона (рослини) за даними табл.30;

Gs – кількість стебел на дату відновлення вегетації;

$W_0(0)$ – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок розрахунків (відновлення вегетації, сходи), мм.

Таблиця 30 – Початкові значення біомаси окремих органів і площі листової поверхні на дату відновлення вегетації (сходів) одного пагона

№ п/п	Культура	Початкова біомаса, г/пагін			Відносна площа листя, (м ² /пагін)×10
		m^o_1	m^o_s	m^o_r	
1.	Озима пшениця	0,010	0,0067	0,010	0,002
2.	Ярий ячмінь	0,009	0,010	0,007	0,003
3.	Горох	0,020	0,011	0,020	0,020
4.	Кукурудза	0,030	0,030	0,035	0,016
5.	Соняшник	0,025	0,170	0,025	0,050
6.	Цукровий буряк	0,030	0,030	0,030	0,011

Середня багаторічна агрометеорологічна інформація

До складу цієї групи входять середні по області дані:

– Середні багаторічні фенологічні дані – дати настання фаз розвитку: відновлення вегетації (сходи), вихід у трубку, колосіння, цвітіння, воскова стиглість. На основі цієї інформації визначаються:

n – кількість розрахункових декад від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості;

np – кількість днів у кожній розрахунковій декаді від відновлення вегетації (сходів) до настання воскової стиглості;

t_o – кількість днів від 1 січня (початок відліку) до дати сходів (відновлення вегетації);

$M1$ – дата відновлення вегетації (сходів)– дата місяця, коли настала фаза;

$M2$ – порядковий номер місяця, коли настала фаза відновлення вегетації (сходів): 1 – січень, 2 – лютий; 3 – березень і т.д.;

$usl1$ – умовна величина за період – одна декада до настання фази вихід в трубку, декада виходу в трубку і одна декада після настання фази вихід в трубку – дорівнює 1, а в інші декади дорівнює 0. Якщо розрахунки починаються з першої декади вегетації, то декада настання фази вихід у трубку визначається за сумою ефективних температур $\text{inf}(55)$;

$usl2$ – умовна величина, яка за декади періоду вихід у трубку – колосіння дорівнює 1, а в інші декади дорівнює 0. Приймається: декада відноситься до цього періоду, якщо розглянута фаза спостерігалася протягом п'яти і більше днів цієї декади. Вона визначається за сумою ефективних температур $\text{inf}(55)$ плюс $\text{inf}(48)$;

usl3 – умовна величина, яка за декади періоду колосіння – воскова стиглість дорівнює 1,0, а в інші декади дорівнює 0.

Примітка: одна і та сама декада може бути віднесена і як декада періоду вихід у трубку – колосіння, і як декада періоду колосіння – воскова стиглість.

usl4 – умовна величина, яка за декади періоду цвітіння – воскова стиглість дорівнює 1,0, а в інші декади дорівнює нулю.

Щодекадні за весь період вегетації культури середні багаторічні агрометеорологічні і метеорологічні дані:

W_p0 – запаси продуктивної вологи в орному (0–20 см) шарі ґрунту, мм;

W_m0 – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм;

ts – середня за декаду температура повітря, °C;

ss – середня за декаду (на один день) кількість годин сонячного сяйва;

os – сума опадів за декаду, мм;

pnor – норма вегетаційного поливу за декаду, мм;

dww – середній за декаду дефіцит насичення повітря, мб;

hgr – середній за декаду рівень залягання ґрунтових вод, м;

Примітка: У зв'язку з можливою зміною початку та закінчення вегетації в той чи інший бік, щодекадні середні багаторічні дані вибираються також за три декади перед декадою початку вегетації і за три декади після декади настання воскової стиглості.

Поточна агрометеорологічна інформація конкретного року

До складу цієї групи – поточна агрометеорологічна інформація конкретного року – входить поточна середня по області агрометеорологічна інформація, яка щодекадно поповнюється за вегетаційний період конкретного поточного року (року складання прогнозу врожаю).

Інформація цієї групи цілком повторює всі дані, перераховані в підрозділі "Середня багаторічна агрометеорологічна інформація".

Параметри моделі

До складу цієї групи величин, що вводяться, входять параметри моделі, числові значення яких визначені для всіх областей України.

Підготовка і введення вхідної інформації для виконання розрахунків на ПЕОМ

Для виконання розрахунків на ПЕОМ по кожній області створюються дві директорії:

1) середні багаторічні дані;

2) поточні дані – за рік складання прогнозу.

Зупинимось на більш детальному описі підготовки та введення вхідної інформації для виконання розрахунків по моделі для отримання оцінки агрометеорологічних умов формування продуктивності

сільськогосподарських культур (на прикладі озимої пшениці) та прогнозування їх врожайності.

Підготовка файлу "Середні багаторічні дані", що вводяться

Спочатку файл даних, які вводяться, створюється в директорії "Середні багаторічні дані". Файлу даних, що вводяться, присвоєне ім'я "ozimaj5.dat". Зупинимося більш докладно на формуванні робочого масиву "ozimaj5.dat". Він створюється таким чином:

Перший рядок з чотирьох чисел:

- 1) назва пункту, пишеться буквами, починаючи з другої позиції;
- 2) рік складання розрахунку (прогнозу), пишуться дві останні цифри року через одну позицію після назви пункту;
- 3) дата розрахунку, пишеться цифрами через одну позицію після року;
- 4) місяць розрахунку, пишеться цифрами через одну позицію після дати.

Другий рядок з п'яти чисел:

- 1) n – кількість розрахункових декад, число ціле, записується в трьох позиціях;
- 2) t_0 – кількість днів від 1 січня (початок відліку) до дня сходів (відновлення вегетації), число ціле, записується в трьох позиціях;
- 3) $N1$ – дата сходів (відновлення вегетації), число ціле, у трьох позиціях;
- 4) $N2$ – місяць сходів (відновлення вегетації), пишеться арабськими цифрами (1 – січень, 2 – лютий, 3 – березень, 4 – квітень, 5 – травень і т.д.), ціле число, у трьох позиціях;
- 5) φ – географічна широта пункту, хвилини виражені в частках градуса. Десяткове число в шести позиціях з двома знаками після коми.

Третій рядок: W_p0 – масив запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (мм), число ціле, у п'ятьох позиціях з одним десятковим знаком.

Четвертий рядок: W_m0 – масив запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту (мм), число ціле, у п'ятьох позиціях з одним знаком після коми.

П'ятий рядок: t_s – масив середніх декадних температур повітря ($^{\circ}\text{C}$), число ціле, у п'ятьох позиціях з одним знаком після коми.

Шостий рядок: ss – масив інформації про кількість годин сонячного сяйва в розрахункових декадах (середня за один день декади), число ціле в п'ятьох позиціях з одним знаком після коми.

Сьомий рядок: os – кількість (сума) опадів за декаду (мм), число ціле, у п'ятьох позиціях з одним знаком після коми.

Восьмий рядок: $usl1$ – умовна величина, дорівнює 1,0 за період: одна декада до настання фази вихід у трубку, декада фази виходу в трубку і одна декада після настання цієї фази, а в інші декади вона дорівнює 0.

Дев'ята декада: $usl2$ – умовна величина, дорівнює 1,0 за декади періоду вихід у трубку – колосіння, в інші декади дорівнює 0.

Десятий рядок: usl_3 – умовна величина, дорівнює 1,0 за декади періоду колосіння – воскова стиглість, а в інші декади дорівнює 0.

Одинадцятий рядок: usl_4 – умовна величина, дорівнює 1,0 за декади періоду цвітіння – воскова стиглість, а в інші декади дорівнює 0.

Дванадцятий рядок: dv – масив кількості днів у розрахункових декадах, ціле число, у трьох позиціях.

Тринадцятий рядок: – інформаційний масив (масив "inf"). Містить десять чисел, кожне число кодується у восьми позиціях із трьома знаками після коми:

$inf(1) - m_1^0$ – початкова маса листя одного пагона (рослини) на дату сходів (відновлення вегетації);

$inf(2) - m_s^0$ – початкова маса стебел одного пагона на дату сходів (відновлення вегетації);

$inf(3) - m_r^0$ – початкова маса коренів одного пагона на дату сходів (відновлення вегетації);

$inf(4) - LL^0$ – площа листя одного пагона на дату сходів (відновлення вегетації);

$inf(5) - BN$ – біологічний нуль культури, °C;

$inf(6) - \Sigma t_5$ – сума ефективних температур вище 5° C за період сходів (відновлення вегетації) – воскова стиглість;

$inf(7) - W_{HB}$ – найменша вологомісткість ґрунту в метровому шарі, мм;

$inf(8) - \Sigma t_{11}$ – нижня межа суми ефективних температур від сходів (відновлення вегетації), при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин – для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу, °C;

$inf(9) - \Sigma t_{13}$ – нижня межа суми ефективних температур від сходів (відновлення вегетації), при якій спостерігається максимальна інтенсивність дихання рослин – для розрахунку онтогенетичної кривої дихання, °C;

$inf(10) - \Sigma t_{12}$ – оптимальна сума ефективних температур для розрахунку ростової функції листя, °C;

Чотирнадцятий рядок: – інформаційний масив. Містить десять чисел, кожне число кодується у восьми позиціях із трьома знаками після коми:

$inf(11) - \Sigma t_{s2}$ – оптимальна сума ефективних температур для розрахунку ростової функції стебел;

$inf(12) - \Sigma t_{r2}$ – оптимальна сума ефективних температур для розрахунку ростової функції коренів;

$inf(13) - \Sigma t_{p2}$ – оптимальна сума ефективних температур для розрахунку ростової функції колосся;

$inf(14) - \Sigma t_p$ – сума ефективних температур, за якої починається ріст колоса (репродуктивних органів);

$\text{inf (15)} - \alpha^{\circ}_{\text{ф}}$ – початок онтогенетичної кривої фотосинтезу;
 $\text{inf (16)} - \alpha^{\circ}$ – початок онтогенетичної кривої дихання;
 $\text{inf (17)} - \Sigma t_{4}$ – верхня межа суми ефективних температур від сходів (відновлення вегетації), при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу;
 $\text{inf (18)} - \Sigma t_{5}$ – верхня межа суми ефективних температур сходів (відновлення вегетації), при якій спостерігається максимальна інтенсивність дихання рослин;
 inf (19) ; $\text{inf (19)} = 2,0$;
 $\text{inf (20)} - z_1$ – питома поверхнева щільність листа.

П'ятнадцятий рядок: – інформаційний масив. Містить десять чисел, у восьми позиціях із трьома знаками після коми:

$\text{inf (21)} - c_1$ – частка листа у рослині;
 $\text{inf (22)} - c_s$ – частка стебел у рослині;
 $\text{inf (23)} - c_r$ – частка коренів у рослині;
 $\text{inf (24)} - c_p$ – частка колосся (репродуктивних органів) у рослині;
 $\text{inf (25)} - \Phi_{\text{max}}$ – плато світлової кривої фотосинтезу, $\text{мг} \cdot \text{CO}_2 / \text{дм}^2 \cdot \text{год}$;
 $\text{inf (26)} - a_{\text{ф}}$ – нахил світлової кривої фотосинтезу, $\text{мг} \cdot \text{CO}_2 / \text{дм}^2 \cdot \text{год} / \text{калл} / \text{см}^2 \cdot \text{хв}$;
 $\text{inf (27)} - \Sigma t_4$ – сума ефективних температур вище 5°C за період сходи (відновлення вегетації) – молочна стиглість;
 inf (28) ; $\text{inf (28)} = 0$;
 inf (29) ; $\text{inf (29)} = 0$;
 inf (30) – параметр $a_{\text{хар}}$ у формулі Харченко для розрахунку випаровуваності; $\text{inf (30)} = 0,74$.

Шістнадцятий рядок: – інформаційний масив. Містить десять чисел, у восьми позиціях з трьома знаками після коми:

inf (31) – параметр $b_{\text{хар}}$ у формулі Харченко для розрахунку випаровуваності; $\text{inf (31)} = 60$;
 $\text{inf (32)} - t_{\text{Фmin}}$ – середня за декаду температура повітря, при якій починається фотосинтез;
 $\text{inf (33)} - t_{\text{Фmax}}$ – середня за декаду температура повітря, при якій припиняється фотосинтез;
 $\text{inf (34)} - \text{KRN}$ – код регіону: 1 – Полісся, 2 – Лісостеп, 3 – Північний степ, 4 – Південний степ, 5 – Закарпаття і Прикарпаття;
 $\text{inf (35)} - \text{KRNZ}$ – код регіону для оцінки посухи: 1 – Полісся і Закарпаття, 2 – Лісостеп, 3 – Степ (північний і південний);
 inf (36) ; $\text{inf (36)} = 0$;
 $\text{inf (37)} - \Sigma t_g$ – сума ефективних температур, при якій починається ріст зерна – початок перетікання "старих" асимілятів з листа, стебел і коренів (дорівнює Σt_3 – сумі температур за період сходи (відновлення вегетації) – цвітіння);

inf (38); inf (38) = 0;

inf (39) – ksl – критична величина зниження біомаси листя, відн.од.;

inf (40) – kss – критична величина зниження біомаси стебел;

Сімнадцятий рядок:

inf (41) – ksr – критична величина зниження біомаси коренів;

inf (42)– ksp –критична величина зниження біомаси колосового стрижня;

inf (43) – Σt_{g_2} – оптимальна сума ефективних температур для розрахунку ростової функції зерна;

inf (44) – cq_{pot} – потенційна частка зерна у масі колоса, відн. од.;

inf(45) – Σt_{per} – сума ефективних температур, при якій починається перетікання з колосового стрижня в зерно;

inf (46) – $W_0(0)$ – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на початок розрахунків (сходи, відновлення вегетації);

inf (47); inf (47) = 0;

inf (48) – Σt_{2-1} – сума ефективних температур за період вихід у трубку – колосіння;

inf (49) – nsr_{2-1} – розрахована по моделі середня багаторічна тривалість періоду вихід у трубку – колосіння, за середніми багаторічними даними;

inf (50) – $srmos_1$ – розрахована по моделі середня багаторічна кількість опадів на один день періоду вихід у трубку – колосіння, за середніми багаторічними даними.

Вісімнадцятий рядок:

inf (51) – Σt_{5-2} – сума ефективних температур за період колосіння – воскова стиглість;

inf (52) – nsr_{5-2} – розрахована по моделі середня багаторічна тривалість періоду колосіння – воскова стиглість;

inf (53) – $srmos_2$ – розрахована по моделі середня багаторічна кількість опадів на один день періоду колосіння – воскова стиглість, мм/д;

inf (54) – G_s – кількість стебел на дату відновлення вегетації (кількість рослин на дату сходів);

inf (55) – Σt_1 – сума ефективних температур за період відновлення вегетації – вихід у трубку;

inf (56); inf (56) = 0;

inf (57); inf (57) = 0;

inf (58) – Y_{max} – максимальна середня по області врожайність за період з 1986року, ц/га;

inf (59) – Y_{min} – мінімальна середня по області врожайність за період з 1986 року, ц/га.

Дев'ятнадцятий рядок: rпог – масив інформації про норму вегетаційних поливів за декаду вегетації (мм), число ціле в п'ятьох позиціях з одним десятковим знаком після коми.

Двадцятий рядок: dww – масив середніх за декаду значень дефіциту насичення повітря (мб), число ціле в п'ятьох позиціях з одним десятковим знаком після коми.

Двадцять перший рядок: hgr – масив інформації про середній за декаду рівень залягання ґрунтових вод (м), число ціле в п'ятьох позиціях з одним десятковим знаком після коми.

Підготовка файлу поточних агрометеорологічних даних конкретного року, що вводяться

З директорії "Середні багаторічні дані" файл "ozimaj5. dat" копіюється в директорію "Поточні дані". Головною особливістю внесення поточних даних конкретного року є та обставина, що початок вегетації (початок росту) і тривалість вегетації (число розрахункових декад) можуть змінюватися в той чи інший бік.

При внесенні поточних даних у файл "ozimaj5. dat" можливі три ситуації:

Перша ситуація – відновлення вегетації озимої пшениці (початок розрахунку) почалося раніше – у більш ранні календарні терміни, чим коли спостерігаються середні багаторічні строки відновлення вегетації.

У цьому випадку до вже наявної середньої багаторічної кількості розрахункових декад додається та кількість календарних декад, на скільки раніше почалася вегетація.

Наприклад: середня багаторічна дата початку вегетації 7 квітня. Кількість розрахункових декад 12. У поточному році вегетація почалася 12 березня, тоді до середньої багаторічної кількості розрахункових декад – 12 додається ще дві календарні декади (друга і третя декади березня). Загальна кількість розрахункових декад у поточному році буде 14.

Таким чином вносяться додатково всі необхідні дані для розрахунків відповідно за дві декади (другу і третю декади березня), вони вносяться за середніми багаторічними даними і за поточною інформацією конкретного року і розрахунки починаються з другої декади березня.

Друга ситуація – відновлення вегетації озимої пшениці (початок росту) почалося пізніше – у більш пізні календарні декади, чим за середніми багаторічними термінами. У цьому випадку визначають на скільки календарних декад затримався початок вегетації.

Наприклад: середня багаторічна дата початку вегетації 7 квітня. Дата настання воскової стиглості 22 липня. Кількість розрахункових декад 12. У поточному році вегетація почалася 25 квітня. Таким чином вегетація почалася пізніше на дві календарні декади, з третьої декади квітня. На початку вегетації в умовах невизначеності нам не відомо, коли настане дата воскової стиглості у поточному році. Вона може затягтися, щонайменше, на ту кількість декад, на яку змінився початок вегетації. Припускаємо, що вона затягнеться на дві календарні декади (першу і другу декади серпня). Тому розрахунки починаються з третьої декади квітня і

додаються дані двох календарних декад (першої і другої декад серпня). Кількість розрахункових декад залишається 12. У моделі ведеться підрахунок сум ефективних температур і коли накопичується сума ефективних температур, необхідна для настання фази воскової стиглості, розрахунки врожайності по моделі призупиняються, весь період, що залишився, і відповідно дані за цей період у розрахунках врожаю уже не будуть використовуватись. Дані цього періоду просто залишаються "зайвими".

Третя ситуація – відновлення вегетації почалося в ту ж календарну декаду, коли спостерігаються і середні багаторічні строки відновлення вегетації. У цьому випадку в міру надходження нової інформації йде заміна середніх багаторічних даних за календарні декади поточними даними за ці ж календарні декади конкретного року. Якщо дати відновлення вегетації усередині декади сильно відрізняються, можливе доповнення даними ще однієї декади за аналогією з другою ситуацією.

Примітка: Для другої і можливо третьої ситуації, коли виникає необхідність у додаванні нових декад наприкінці вегетації, основним критерієм необхідного доповнення новими декадами служить наступне. Поповнивши новими декадами файл "ozimaj5.dat", необхідно виконати розрахунок і порівняти суму ефективних температур, що накопичилася за вегетаційний період, із сумою $\sum t_5 - \text{inf}$ (6) у масиві "ozimaj5.dat". Якщо сума температур, що накопичилася за вегетаційний період, дорівнює чи перевищує задане значення $\sum t_5$, значить доповнення виконане правильно, якщо ні, то необхідно ще додатково ввести одну – дві декади.

Вихідна інформація – результати розрахунків

Вихідна інформація міститься у файлі "ozimaj5. res". Результати розрахунків виводяться у вигляді таблиць у наступному порядку. Спочатку видається вихідна (початкова) інформація для розрахунків. Потім послідовно за кожну декаду розрахункового періоду виводиться сім розрахункових таблиць .

Таблиця "R.1." містить значення абсолютно сухої біомаси (г/м^2) листя (ml), стебел (ms), коренів (mr), колосся (mp), зерна (mq) за декади (dek) вегетації.

Таблиця "R.2." містить значення площі листя ($LL, \text{м}^2/\text{м}^2$), середньої за декаду добової суми сумарної сонячної радіації ($q, \text{кал/дсм}^2 \cdot \text{д}$), середньої за декаду ефективної температури ($ts1, ^\circ\text{C}$), суми ефективних температур наростаючим підсумком ($ts2, ^\circ\text{C}$), середньої за декаду інтенсивності фотосинтезу при оптимальних умовах тепло- і вологозабезпеченості ($f01, \text{мг} \cdot \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{год}$), середньої за декаду інтенсивності фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища ($ft1, \text{мг} \cdot \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{год}$), приросту за декаду абсолютно сухої рослинної маси всього посіву ($DM, \text{г/м}^2 \cdot \text{декада}$).

Таблиця "R.3." містить характеристики вологозабезпеченості і функції впливу факторів навколишнього середовища на фотосинтез: сумарне випаровування (e_{akt} , мм), випаровуваність (e_{pot} , мм) та їх відношення ($otwlag$), величину ГТК (ГТК, відн.од.), узагальнену функцію впливу вологозабезпеченості на фотосинтез ($obob. funkz. vl. wlagi$, відн. од.), першу узагальнену функцію впливу термічного режиму і вологозабезпеченості на фотосинтез (F_{tw1} , відн. од.), другу узагальнену функцію впливу термічного режиму і вологозабезпеченості на фотосинтез з урахуванням корекції на рівень температури повітря (F_{tw2} , відн. од.).

Таблиця "R.4." містить значення середньої за декаду температури повітря (t_s , °C), значення нижньої ($TOP1$, °C) і верхньої ($TOP2$, °C) межі оптимальних для фотосинтезу температур і оцінку впливу температури на фотосинтез ($ksifl$, відн. од.), розраховані значення запасів вологи в метровому шарі ґрунту (W_0 , мм) і значення верхньої (W_{opv} , мм) і нижньої (W_{opn} , мм) межі оптимальної для фотосинтезу вологості ґрунту, оцінку впливу вологості ґрунту на фотосинтез, визначену на основі розрахованих значень вологозапасів (q_{amf} , відн. од) і фактичних вологозапасів (q_{amf1} , відн. од.).

Таблиця "R.5." містить зведення про оцінку впливу агрометеорологічних умов різних періодів вегетації, а також екстремальних факторів на формування врожаю: оцінка впливу умов періоду відновлення вегетації – вихід у трубку на формування кількості зерен (символ друку – "form. chisl. zeren", відн.од.), оцінка по тривалості періодів вихід у трубку – колосіння ("vixod trubk – kolos", відн. од.) і колосіння – воскова стиглість ("kolos – vosk. spel.", відн. од.), оцінку впливу умов зволоження по ГТК за періоди вихід у трубку – колосіння ("ozenka GTK trubk.– kolos", відн. од.) і колосіння – воскова стиглість ("ozenka GTK kolos – vsk. sp.", відн. од.), оцінку вологозабезпеченості посівів ("wлагоobespechennost", відн. од.), оцінку виникнення і впливу посухи ("zasuxa", відн. од.), полягання посівів ("poleganie posev", відн. од.) і "стікання" зерна ("stekanie zerna", відн. од.).

Таблиця "R.6." містить підсумкові оцінки агрометеорологічних умов формування врожаю і прогноз врожайності: підсумкову оцінку умов формування врожайності за періоди від відновлення вегетації до виходу в трубку ("v.v. – tr.", відн. од.), від виходу в трубку до колосіння ("tr. – kol.", відн. од.), від колосіння до воскової стиглості ("kol. – v.sp.", відн. од.), підсумкову очікувану оцінку умов формування врожайності в період від відновлення вегетації до воскової стиглості ("Itogovaj", відн. од.), розраховану без врахування зазначених вище комплексних оцінок врожайність (U_{r0} , ц/га), прогнозовані значення врожайності з урахуванням комплексних оцінок агрометеорологічних умов періоду вегетативного росту (U_{r13a} , ц/га), прогнозовані значення врожайності з урахуванням комплексних оцінок впливу несприятливих умов періоду репродуктивного

росту (Ur14a, ц/га), прогнозоване значення врожайності зерна за обліком підсумкової комплексної оцінки умов формування врожаю за весь період вегетації (Ur15b, ц/га).

Таблиця "R.7." містить зведені дані про оцінку умов формування врожаю за основні періоди вегетації культури і прогнозовані значення врожайності.

Приклад складання прогнозу врожайності озимої пшениці

Розглянемо приклад складання прогнозу врожайності озимої пшениці в Одеській у 2009 році на 20 травня. Підготуємо вхідну агрометеорологічну інформацію для виконання розрахунків (табл. 31, 32, 33). Робочий масив "ozimaj5.dat" для середніх багаторічних значень створюється табл. 32, 33, 34, 35 (для кожної області цей файл уже створений і знаходиться в директорії "Середні багаторічні дані"). Файл "ozimaj5.dat" з директорії "Середні багаторічні дані" копіюється в директорію "Поточні дані".

Внесемо у файл "ozimaj5.dat", що знаходиться в директорії "Поточні дані", на основі даних табл. 36 та 37 необхідні дані. Перший прогноз складається нами в третій декаді травня. Тому в табл. 33 до другої декади травня включно вводяться дані поточного року, а решта даних з третьої декади травня і далі – середні багаторічні. У зв'язку з цим у файл "ozimaj5.dat" вводяться тільки дані по другу декаду травня включно, інші дані залишаються незмінними.

Після цього курсор ставиться на файл "ozimaj5.exe" і виконується розрахунок. Результати розрахунків наведені в табл. 33.

Таблиця 31 – Опис Одеської області

№ п/п	Показники			
	умовна позначка	найменування	числове значення	розмірність
1.	φ	географічна широта центра області	46,30	град. з дес...
2.	KRN	код регіону	3	
3.	KRNZ	код регіону для оцінки посухи	3	
4.	W_{HB}	найменша волого місткість у метровому шарі ґрунту	182	Мм
5.	Y_{min}	мінімальна середньообласна врожайність за період з 1986 р.	19	ц/га
6.	Y_{max}	максимальна середньообласна врожайність за період з 1986 р.	42	ц/га

Таблиця 32 – Характеристика початкового стану посівів у 2009 році

№ п/п	Показники			
	Умовна позначка	найменування	числове значення	розмірність
1.	m_1^o	початкова маса листя	0,010	г/пагін
2.	m_s^o	початкова маса стебел	0,0067	г/пагін
3.	m_r^o	початкова маса коренів	0,010	г/пагін
4.	LL^o	початкова площа листя	0,0002	м ² /пагін
5.	Gs	Кількість стебел на дату відновлення вегетації	813	Шт..
6.	W0(0)	запаси вологи у метровому шарі грунту на початок відновлення вегетації	189	Мм

Таблиця 35 – Середня багаторічна агрометеорологічна інформація по Одеській області (частина I)

№ п/п	Показники		
	Умовна позначка	Найменування	Числове значення
1.	фаза розвитку	дата відновлення вегетації	26.III
2.	фаза розвитку	дата виходу в трубку	20.IV
3.	фаза розвитку	дата колосіння	27.V
4.	фаза розвитку	дата цвітіння	2.VI
5.	фаза розвитку	дата воскової стиглості	30.VI
6.	N	кількість розрахункових декад	10
7.	t_o	кількість днів від 1 січня до дати відновлення вегетації	84
8.	N1	дата місяця, коли настало відновлення вегетації	26
9.	N2	порядковий номер місяця, коли настала дата відновлення вегетації	3

Таблиця 33 – Середня багаторічна агрометеорологічна інформація по Одеській області (частина II)

№ п/п	Показники		М І С Я Ц Ь																	
	умовне позначення	Розмір- ність	Березень			Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	nn(dv)	Д			6	10	10	10	10	10	11	10	10	9						
2	usl1	ум.вел.			0	0	0	1	1	1	0	0	0	0						
3	usl2	ум.вел.			0	0	0	0	1	1	1	0	0	0						
4	usl3	ум.вел.			0	0	0	0	0	0	0	1	1	1						
5	usl4	ум.вел.			0	0	0	0	0	0	0	1	1	1						
6	W _{p0}	Мм			35	30	28	25	22	16	14	13	10	9						
7	W _{m0}	Мм			130	125	120	115	110	98	80	64	56	46						
8	T _s	°С			2,9	5,6	8,6	11,5	14,1	16,0	17,4	18,7	19,8	20,9						
9	S _s	Год			5,2	5,8	6,3	7,2	7,7	8,3	9,2	9,6	10,0	10,4						
10	O _s	Мм			10,0	11,0	10,0	13,0	12,0	18,0	19,0	15,0	20,0	18,0						
11	P _{nor}	Мм			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
12	D _{ww}	Мб			2	2	4	6	8	8	9	10	10	11						
13	H _{gr}	М			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						

Таблиця 34 – Поточна агрометеорологічна інформація по Одеській області за 2008 рік (частина II)

№ п/п	Показники		М І С Я Ц Ь																	
	Умовне позначення	розмір- ність	Березень			Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	nn (dv)	д				9	10	10	10	10	11	10	10	9						
2	usl1	ум.вел.				1	1	0	0	0	0	0	0	0						
3	usl2	ум.вел.				1	1	1	1	1	0	0	0	0						
4	usl3	ум.вел.				0	0	0	0	1	1	1	1	1						
5	usl4	ум.вел.				0	0	0	0	0	1	1	1	1						
6	W _{p0}	мм				26	24	38	30	18	14	13	10	9						
7	W _{m0}	мм				189	133	157	146	109	80	64	56	46						
8	Ts	°C				11,5	12,0	11,3	16,4	15,5	17,4	18,7	19,8	20,9						
9	Ss	ГОД				7,0	4,2	8,0	8,0	6,5	9,2	9,6	10,0	10,4						
10	Os	мм				0	14,4	19,4	15,0	15,7	19,0	15,0	20,0	18,0						
11	Pnor	мм				0	0	0	0	0	0	0	0	0						
12	Dww	мб				5	5	5	7	8	9	10	10	11						
13	Hgr	м				10	10	10	10	10	10	10	10	10						

Таблиця 36 – Поточна агрометеорологічна інформація по області за 1998 рік (частина I)

№ п/п	Показники		
	Умовна позначка	Найменування	Числове значення
1.	Фаза розвитку	дата відновлення вегетації	2.IV
2.	Фаза розвитку	дата виходу в трубку	
3.	Фаза розвитку	дата колосіння	
4.	Фаза розвитку	дата цвітіння	
5.	Фаза розвитку	дата воскової стиглості	
6.	N	кількість розрахункових декад	9
7.	t ₀	кількість днів від 1 січня до дати відновлення вегетації	92
8.	N1	дата місяця, коли настало відновлення вегетації	2
9.	N2	порядковий номер місяця, коли настала дата відновлення вегетації	4

Розрахунок очікуваного врожаю озимої пшениці за методом Є.С. Уланової.

Прогнози складаються тричі: з трьохмісячною, двохмісячною та місячною завчасністю. (Розрахункові матеріали видаються викладачем кожному студентові особисто).

а з трьохмісячною завчасністю:

1. Виписати в робочу таблицю необхідну інформацію з усіх станцій території;
2. Розрахувати майбутній урожай згідно відповідних рівнянь.
3. Проаналізувати метеорологічну та агрометеорологічну інформацію і скласти текст прогнозу.

б – з двохмісячною завчасністю:

1. Виписати із щорічників по станціях фази розвитку озимої пшениці до виходу у трубку включно;
2. Виписати дані про запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту від відновлення вегетації до виходу у трубку та гущину рослин або кількість стебел на метр квадрат.
3. Розрахувати очікуваний урожай для окремих станцій, використовуючи рівняння.

в – із завчасністю I місяць:

1. Виписати із щорічників дати відновлення вегетації, колосіння, запаси вологи на весняне обстеження, кількість колосоносних стебел, висоту рослин.
2. Розрахувати тривалість періоду відновлення вегетації – колосіння та сумарне випарування за цей же час.
3. Використовуючи рівняння розрахувати майбутній урожай для кожної станції, проаналізувати наслідки і скласти текст.

Техніка складання середнього по області врожаю озимої пшениці з різною завчасністю подібна до розрахунків врожаю на окремих полях.

1. Виписати із щорічника необхідну інформацію для кожної станції.
2. Розрахувати середні для області значення метеорологічної і агрометеорологічної інформації.
3. Розрахувати з рівнянь 30 – 39 середній по області урожай з різною завчасністю, проаналізувати наслідки, скласти текст прогнозу.

Техніка складання прогнозу врожаю озимої пшениці в Україні за методом В.П. Дмитренка.

Прогноз складається в період колосіння озимої пшениці. Для складання прогнозу необхідна середня по області інформація відносно сортів, площі посіву, запасів вологи в ґрунті на весну, найменша вологомісткість (НВ), кущистість весною, найбільш сприятливого кущіння K_0 , зрідженості посівів весною, середнього для області врожаю за 20 і більше років, значення середньої декадної температури повітря, сум опадів за період березень – липень в рік складання прогнозу.

Послідовність розрахунків

1. Підготувати відповідно з моделлю необхідну робочу таблицю.
2. Підготувати необхідну метеорологічну та агрометеорологічну інформацію.
3. Розрахувати середню температуру повітря та суму опадів за період березень – травень, червень, липень.
4. Розрахувати коефіцієнти продуктивності відносно температури повітря, суми опадів (за табл.6). Розрахувати сумарний коефіцієнт продуктивності $S(R, T, W)$. Для розрахунку продуктивності щодо запасів вологи на весну, доцільно при цьому використовувати табл. 8, в якій в залежності від НВ і різниці між весняними запасами вологи та НВ визначається коефіцієнт продуктивності $\eta(W)$. Ваговий коефіцієнт α щодо запасів вологи дорівнює 0.48. Перемножують одержаний з табл. 3 $\eta(W)$ на ваговий коефіцієнт одержується $\eta(W)_a$. Сумарний коефіцієнт продуктивності $S(R, T, W)$ дорівнює сумі $\eta(W)_a$ та $\eta(R, T)_{III-VII}$.

5. Оцінити вплив стану рослин на врожай з допомогою весняної зрідженості посівів, тобто розрахувати пункти 1 – 4 (весняна зрідженість) та визначити в долях одиниці.
6. Розрахувати $f(k)$. Для цього визначається різниця між k та k_0 , з табл. 2 визначається $f(k)$.
7. Розрахувати щорічний статистичний максимум врожаю озимої пшениці.

Для розрахунку u_c статистичного максимуму необхідні відомості про врожай озимої пшениці за 20 – 25 років. Визначення проводиться в такій послідовності:

- а) натуральний ряд значень врожаю випишується в зростаючому порядку від першого до останнього номеру (I до 20) незалежності від порядкового номеру року;
- б) для кожного номеру року розраховується забезпеченість врожаю з формули:

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100 \quad , \quad (87)$$

де P – забезпеченість цього номеру врожаю, %;

m – порядковий номер; n – кількість років.

в) одержані відомості нанести на клітку ймовірностей (ось – ординат – врожай, ось абсцис – забезпеченість);

г) згідно нанесених крапок проводиться пряма лінія до зрізу клітки ймовірностей ;

д) з цього графіку знімається статистичний максимум згідно забезпеченості 99.9%.

8. Розрахунок середньорічного приросту врожаю A . Для цього використовуються дані про врожай за Π останніх років з приведенного натурального ряду (табл. 37).

Таблиця 37 – Розрахунок середньорічного приросту врожаю озимої пшениці

Роки	Y_i	$Y - \bar{Y}$	X_i	X_i^2	$(Y - \bar{Y}) \cdot X_i$
.					
.					

де Y_i – фактичний врожай, ц/га; \bar{Y} – середній врожай II річного ряду, ц/га; X_i – номер року, але нумерація проводиться так, що середина інтервалу відповідає початку розрахунку (0) і рані роки зі знаком "-", пізніші – зі знаком "+".

Середньорічний приріст розраховується з формули:

$$A = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y}) \cdot X_i}{\sum X_i^2} \quad (88)$$

9. Після підготовки вищевказаних показників шляхом їх перемноження розраховується очікуваний врожай, порівнюється з фактичним та оцінюється виправданість прогнозу.

Зауваження: якщо спостерігаються несприятливі умови (зливи, град, суховії та ін.) прогноз коректується згідно з формулою:

$$Y = Y' \left(1 - \frac{S_{\Pi}}{S} \cdot \gamma \right) \quad (89)$$

де Y – скоректований прогноз врожаю; Y' – прогнозований врожай до наступу несприятливих явищ; S_{Π} – площа посіву, пошкоджена несприятливими явищами; S – загальна площа посіву озимої пшениці; γ – доля зниження врожаю через несприятливі явища.

2.2 Техніка розрахунку очікуваного врожаю жита

Прогноз урожайності озимого жита складається двічі – після відновлення вегетації (березень, квітень) і в період колосіння (травень, червень). Для кожного із термінів підготовляється початкова інформація, яка складається із даних про зрідженість посівів, спостереження за температурою повітря та опадами та прогнози на наступний місяць, а також про кількість днів із суховіями. Розраховуються середні по області значення даних спостережень та середніх багаторічних величин. Для розрахунків визначений необхідний мінімум полів (табл.14). Розрахунки краще виконувати в робочих таблицях (табл. 37).

Приклад. Розраховується сумарний коефіцієнт продуктивності. В передпосівний період озимого жита (серпень) температура повітря становила 18,1°C, сума опадів 173 мм. З табл. 12 визначається коефіцієнт продуктивності за температурою = 0,99, за опадами 0,97.

Потім ці коефіцієнти продуктивності перемножуються на значення α , (табл.12) яке становить 0,068. Так визначаються коефіцієнти продуктивності за усі періоди вегетації жита, потім вони підсумовуються і отримується сумарний коефіцієнт продуктивності $S(T,R)$.

$$S(T,R) = 0,07 + 0,11 + 0,06 + 0,16 + 0,23 + 0,05 + 0,07 = 0,75$$

Таблиця 37- Початкові дані для розрахунків врожаю жита

Об-ласть	Відомості про обстеження посівів				Середня температура повітря за періоди, °С					
	Необхідний мінімум полів, $N_{\text{мін}}$	Фактична кількість полів, $N_{\text{ф}}$	$N_{\text{ф}}/N_{\text{мін}}$	Зрідженість, %	VII-VIII	IX, X	XI	XII-II	III-V	VI
	105	108	1,0	12	18,6	13,0	2,9	-0,8	11,1	21,5
Обл.	Температура повітря		Сума опадів, мм							
	VII	VII- VIII	IX, X	XI	XII-II	III-V	VI	VII	К-ть пунктів спостережень	
	20,1	173	84	58	61	96	74	37	9	

Таблиця 38 – Коефіцієнти продуктивності для прогнозу врожаю жита з врахуванням показника α

Область	Коефіцієнти продуктивності, розраховані за температурою і опадами за періоди							
	VII, VIII	IX-X	XI	XII-II	III-V	VI	VII	Сума
	0,07	0,11	0,06	0,16	0,23	0,05	0,07	0,75

Для розрахунку врожайності необхідні значення статистичного максимуму. Він розраховується за формулою (30).

$$Y_c = 3.42 \text{ т/га}$$

Далі враховується зрідженість посівів (табл.18), вона становить 12%, щільність посіву 88% (100-12) або в долях одиниці 0,88. Сумарний коефіцієнт продуктивності = 0.75 тоді урожай з врахуванням зрідженості буде $Y = 3.42 \cdot 0,88 \cdot 0,75 = 2,26 \text{ т/га}$.

Кількість днів із суховіями за квітень – червень складала 27. Із табл.13 $Y = 0,07$. Тоді очікуваний урожай $Y = 3,42 \cdot 0,88 \cdot 0,75 (1 - 0,07) = 2,1 \text{ т/га}$.

2.3 Методика складання прогнозу врожаю озимого ячменю.

Очікуваний врожай озимого ячменю розраховується за моделлю А.М. Польового. Для виконання розрахунків за моделлю необхідно підготувати вхідну середню по області агрометеорологічну інформацію, що поділяється на п'ять груп:

- 1) опис області;

- 2) характеристика початкового стану посівів;
- 3) середня багаторічна агрометеорологічна інформація;
- 4) поточна агрометеорологічна інформація конкретного року;
- 5) параметри моделі.

1) *Опис області*

До складу цієї групи величин, що вводяться, входить:

φ – географічна широта центра області, для якої проводиться розрахунок (градуси з десятими);

KRN – код регіону: 1 – Полісся (Волинська, Рівненська, Житомирська, Чернігівська області); 2 – Лісостеп (Львівська, Тернопільська, Хмельницька, Вінницька, Київська, Черкаська, Сумська, Полтавська, Харківська області); 3. Північний Степ (Кіровоградська, Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Луганська області); 4 – Південний Степ (Одеська, Миколаївська, Херсонська області, Кримська АР); 5 – Закарпаття і Прикарпаття (Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька області);

$KRNZ$ – код регіону для оцінки посухи: 1 – Полісся Закарпаття і Прикарпаття; 2 – Лісостеп; 3 – Степ (південний і північний);

W_{HB} – найменша вологомісткість, мм;

U_{min} – мінімальна середня по області врожайність культури за період з 1986 року, ц/га;

U_{max} – максимальна середня по області врожайність культури за період з 1986 року, ц/га.

Характеристика початкового стану посівів

Ця група величин, що вводяться, включає:

m^o_b , m^o_s , m^o_r – початкова маса листя, стебел, коренів на дату відновлення вегетації (сходів) одного пагона (рослини)(табл.39);

LL^o – початкова площа листя одного пагона (рослини) за даними табл.39.

G_s – кількість стебел на дату відновлення вегетації;

Таблиця 39- Початкові значення біомаси окремих органів і площі листя на дату відновлення вегетації

№ п/п	Культура	Початкова біомаса, г/пагін			Відносна площа листя, (м ² /пагін)×10
		m^o_l	m^o_s	m^o_r	
1.	Озима пшениця	0,010	0,0067	0,010	0,002
2.	Озимий ячмінь	0.010	0,0066	0,008	0,001
3.	Ярий ячмінь	0,09	0,010	0,007	0,003
4.	Горох	0,020	0,011	0,020	0,020
5.	Кукурудза	0,030	0,030	0,035	0,016
6.	Соняшник	0,025	0,17	0,025	0,050
7	Цукровий буряк	0,030	0,030	0,030	0,011

$W_0(0)$ – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок розрахунків (відновлення вегетації, сходи), мм.

Середня багаторічна агрометеорологічна інформація

До складу цієї групи входять середні по області дані:
– середньобагаторічні фенологічні дані – дати настання фаз розвитку: відновлення вегетації (сходи), вихід у трубку, колосіння, цвітіння, воскова стиглість.

На основі цієї інформації визначаються:

n – кількість розрахункових декад від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості;

nn – кількість днів у кожній розрахунковій декаді від відновлення вегетації (сходів) до настання воскової стиглості;

t_o – кількість днів від 1 січня (початок відліку) до дати сходів (відновлення вегетації);

N_1 – дата відновлення вегетації (сходів)– дата місяця, коли настала фаза;

N_2 – порядковий номер місяця, коли настала фаза відновлення вегетації (сходів): 1 – січень, 2 – лютий; 3 – березень і т.д.;

usl_1 – умовна величина за період – одна декада до настання фази вихід в трубку, декада виходу в трубку і одна декада після настання фази вихід в трубку – дорівнює 1, а в інші декади дорівнює 0. Якщо розрахунки починаються з першої декади вегетації, то декада настання фази вихід у трубку визначається за сумою ефективних температур $\text{inf}(55)$;

usl_2 – умовна величина, яка за декади періоду вихід у трубку – колосіння дорівнює 1, а в інші декади дорівнює 0. Приймається: декада відноситься до цього періоду, якщо розглянута фаза спостерігалася протягом п'яти і більше днів цієї декади. Вона визначається за сумою ефективних температур $\text{inf}(55)$ плюс $\text{inf}(48)$;

usl_3 – умовна величина, яка за декади періоду колосіння – воскова стиглість дорівнює 1,0, а в інші декади дорівнює 0.

Примітка: одна і та сама декада може бути віднесена і як декада періоду вихід у трубку – колосіння, і як декада періоду колосіння – воскова стиглість.

usl_4 – умовна величина, яка за декади періоду цвітіння – воскова стиглість дорівнює 1,0, а в інші декади дорівнює нулю.

Щодекадні за весь період вегетації культури середні багаторічні агрометеорологічні і метеорологічні дані:

W_p0 – запаси продуктивної вологи в орному (0–20 см) шарі ґрунту, мм;

W_m0 – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм;

t_s – середня за декаду температура повітря, °С;

ss – середня за декаду (на один день) кількість годин сонячного сяйва;

os – сума опадів за декаду, мм;

$pnor$ – норма вегетаційного поливу за декаду, мм;

dww – середній за декаду дефіцит насичення повітря, мб;
hgr – середній за декаду рівень залягання ґрунтових вод, м;

Примітка: У зв'язку з можливою зміною початку та закінчення вегетації в той чи інший бік, щодакадні середні багаторічні дані вибираються також за три декади перед декадою початку вегетації і за три декади після декади настання воскової стиглості.

Поточна агрометеорологічна інформація конкретного року

До складу цієї групи – поточна агрометеорологічна інформація конкретного року – входить поточна середня по області агрометеорологічна інформація, яка щодакадно поповнюється за вегетаційний період конкретного поточного року (року складання прогнозу врожаю).

Інформація цієї групи цілком повторює всі дані, перераховані в підрозділі "Середня багаторічна агрометеорологічна інформація".

Алгоритм розрахунків очікуваного врожаю описано в розділі 1.1 та додатку А.

2.4 Техніка складання прогнозів урожаїв ярої пшениці

Прогноз врожаїв ярої пшениці у основній зоні вирощування складається двічі – після виходу у трубку (з завчасністю два місяці) та після наступу фази колосіння (завчасність один – півтора місяці).

При складанні прогнозу з двохмісячною завчасністю необхідно:

1. Підготувати вихідну інформацію для усіх станцій області - дати настання фаз розвитку включно до фази виходу у трубку, середню температуру повітря по декадах, нестачу насичення повітря вологою (дефіцит), від сівби до виходу у трубку, суму опадів за той же період, запаси продуктивної вологи також за той же період.

2. Виконати критичний аналіз вихідної інформації з точки зору їх надійності шляхом порівняння даних окремих станцій із спостереженнями сусідніх станцій, біологічними показниками, притаманними даному виду , сорту, з наслідками в попередні роки.

3. Розрахувати середні по області значення дат настання фаз розвитку, температури повітря і нестачі насичення вологою повітря, суми опадів, запаси продуктивної вологи в ґрунті у шарі 0-100 см від сівби до виходу у трубку. Всі дані занотовуються у робочу таблицю (видається у кожному випадку викладачем) в якій виконуються розрахунки.

4. Розрахувати по декадах фактичне сумарне випарування за формулою водного балансу ($E_{\phi} = W_1 - W_2 + r$). Розрахувати оптимальне випарування (випарність) за формулою Алпатева.

5. Розрахувати вологозабезпеченність (%) за кожен декаду за формулою С.О Веріго за період сівба – вихід у трубку.

6. Розрахувати середню вологозабезпеченість рослин за період сівба – вихід у трубку (як середнє арифметичне усіх декад, які увійшли в розрахунок за вказаний міжфазний період).

7. Розрахувати середню по області врожайність ярої пшениці, використовуючи рівняння 33.

Розрахунки врожаю пшениці з місячною завчасністю.

1. По всіх станціях виписати дані про кількість колосоносних стебел, кількість колосків у колосі та дату настання фази колосіння, висоту рослин та запаси продуктивної вологи в декаду колосіння.

2. Розрахувати середні по області усі вище вказані величини.

3. Розрахувати очікувану врожайність, використовуючи середні по області показники та рівняння 34.

4. Проаналізувати виконані розрахунки та скласти текст прогнозу.

2.5 Розрахунок очікуваного врожаю ярого ячменю у Нечорноземній зоні.

При складанні прогнозу очікуваного врожаю ячменю необхідно:

1 – визначити тип весни. Для цього порівнюється дата переходу температури повітря через 5° С навесні з середньою багаторічною. Якщо відхилення складає не більше 9 днів, то прогноз складається за головним рівнянням (для нормальної весни). Якщо ж ця дата відзначається на 10 днів і більше раніше, то використовуються рівняння: для ранньої весни. Якщо ж пізніше – то використовується рівняння для пізньої весни;

2 – у роки з аномальними веснами визначається середня температура повітря за період сівби та тривалість сівби;

3 – визначаються середні по області значення усіх елементів;

4 – визначається середнє по області значення відношення y/y_{\max} ;

5 – розраховується очікуваний врожай шляхом перемноження відношення на максимальний врожай.

Максимальний врожай по області визначається за даними багаторічних спостережень (не менше, ніж за 5 років).

Чорноземна зона. Метод прогнозу врожаїв ячменю для чорноземної зони був розроблений Н.Н. Жовтою. Для того щоб виявити більш чітку залежність врожайності від основних агрометеорологічних факторів чорноземна зона України поділена на дві зони:

1 – Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Одеська, Луганська та Херсонська області України та АР Крим;

2 – Вінницька, Кіровоградська, Миколаївська, Полтавська, Харківська та Черкаська області України, Саратовська, Пензенська обл.

Графічний аналіз залежностей врожайності ярого ячменю від основних агрометеорологічних факторів дозволив зробити висновок, що в

усіх районах чорноземної зони найбільші і найменші врожаї відповідають майже однаковим значенням агрометеорологічних елементів, але рівень врожаїв при цьому різний і підвищується при просуванні зі сходу на захід.

Значення основних агрометеорологічних показників, які відповідають різним рівням врожаїв наводяться у табл. 17.

Кореляційний аналіз дозволив відокремити агрометеорологічні фактори, які найбільш суттєво впливають на формування врожаю. При цьому у різних регіонах це будуть різні фактори. Для України найбільш впливовими є опади другої половини вегетаційного періоду та кількість колосоносних стебел, висота рослин.

Були отримані багатофакторні прогностичні рівняння для розрахунку очікуваних врожаїв у кожному регіоні. За цими рівняннями прогноз очікуваного врожаю складається двічі: 1 – у період виходу рослин у трубку, другий – у фазу колосіння (табл. 18).

При складанні прогнозів середніх по області врожаїв інформативність початкових даних повинна складати не менше ніж по шести станціях.

Техніка складання прогнозу врожаю ячменю у чорноземній зоні.

1. Підготувати необхідну агрометеорологічну інформацію по станціях області – дати сівби, виходу у трубку, колосіння, висоту рослин на фазу колосіння, середню температуру повітря, нестачу насичення повітря вологою, суму опадів, запаси продуктивної вологи по декадах від сівби до колосіння, кількість колосоносних стебел.

2. Підготувати дані про опади за період від дати переходу температури повітря через 0 °С восени до дати масової сівби ярого ячменю і розрахувати середню по області суму опадів.

3. Розрахувати середню по області суму опадів за період сівба – вихід у трубку та вихід у трубку – колосіння.

4. Розрахувати середнє по області значення дефіциту насичення повітря вологою та середню по області висоту рослин на дату колосіння.

5. Розрахувати очікувану врожайність ярого ячменю, використовуючи формули з табл. 18. Проаналізувати виконані розрахунки та скласти текст прогнозу.

Для ярого ячменю як і для багатьох інших культур розроблені динаміко-статистичні методи прогнозів урожаїв В.П. Дмитренко та А.М. Польового. За методикою В.П. Дмитренка розрахунок урожайності ярого ячменю виконується тричі: 1- 1 травня, 2 – 1 червня, 3 – 1 липня. Розрахунки виконуються за моделлю В.П. Дмитренка, яка має вигляд для першого та другого терміну складання прогнозу формули 44 – 46. Значення вагового множника a_i для різних сільськогосподарських культур наводиться в табл. 40.

Оптимальні значення температури повітря, опадів та сонячного сяйва представлені в табл.20.

Таблиця 40 – Значення вагового множника a за місяці вегетаційного періоду і в передпосівний період ярого ячменю

Культура	Місяці	Значення вагового множника a , %											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ярий ячмінь	XII- VII	3	3	9	21	27	22	12					3

Розрахунок параметрів статистичного максимуму (Y_{cm}).

Для розрахунку статистичного максимуму потрібен ряд врожайності не менше, ніж 30 років. Для розрахунку вибирається урожайність за останні 30 років – Y .

- розраховується середнє значення врожаю за 30 років – Y_{cp} ;
- для кожного року розраховується $(Y - Y_{cp})$;
- розраховується $(Y - Y_{cp})^2$
- визначається сума $\sum(Y - Y_{cp})^2$
- розраховується середнє значення як $\sum(Y - Y_{cp})^2 / 30$;
- розраховується $\sigma = \sqrt{\sum(Y - Y_{cp})^2 / 30}$;
- розраховується 3σ ;
- розраховується статистичний максимум $Y_{cm} = Y_{cp} + 3\sigma$.

Приклад розрахунку статистичного максимуму Y_{cm} див. розділ 1.1.5.

Розрахунок приросту за трендом:

A – щорічний приріст урожайності, ц/га ;

t – відхилення поточного року від реперного, визначеного кількістю років ($t = t_j - t_c$).

Для розрахунку щорічного приросту врожайності A_c використовуються дані урожайності за останні 11 років за формулою

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad (90)$$

Розраховується середня врожайність для цього відрізка часу і відхилення щорічно урожайності від середнього. Потім роки нумерують так, щоб середина інтервалу відповідала початку відліку. Потім перемножується відхилення врожайності від середнього на номер року і визначається їх сума $\sum(y - y_{cp})t$. Ця сума ділиться на суму квадратів номерів року t_i^2 та розраховується A_c за формулою

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2} \quad (91)$$

Приклад розрахунку приросту за трендом (A) див. у розділі 1.5

Розрахунок зрідженості посіву ячменю u

$$u = 50 - 9c, \quad (92)$$

c – оцінка стану посівів ячменю на момент складання прогнозу.

Розрахунок коефіцієнтів продуктивності $\sum \eta_j (T) \eta_j (R) \alpha_j$

$$\eta_i(T) = e^{-a\left(\frac{T-T_o}{10}\right)^2}, \quad (93)$$

де T – фактична температура повітря в i -ий період вегетаційного циклу, °C;

T_o, a – дані визначаються з табл.20.

$$\eta_i(R) = \left(1 + \frac{R - R_o}{R_o - R_{\min}}\right)^{a_1} \left(1 - \frac{R - R_o}{R_{\max} - R_o}\right)^{a_2}, \quad (94)$$

де R – фактична сума опадів в i -ий період вегетаційного циклу, мм;

R_o, R_{\max} – береться із таблиці 20.

$R_{\min} = 0$.

α_i – ваговий коефіцієнт за i -ий період вегетаційного циклу, береться із табл.19.

Розрахунок складової рівняння (40) – $(1 - \gamma_{ст})$.

$$\gamma_{ст} = 0.01 (4 \sqrt{D_{н.т.} - D_{к.сн}} - 10), \quad (95)$$

де $\gamma_{ст}$ – зміна врожайності ярого ячменю; ц/га

$D_{нт}$ – дата початку стійкого переходу температури повітря через +5° C;

$D_{ннт}$ – дата закінчення стійкого переходу температури повітря через +0° C;

Дата стійкого переходу температури повітря через +5° C визначається за спостереженнями гідрометеорологічної станції, яка перша відзначила цей перехід.

Дата закінчення стійкого переходу температури повітря через +0° C в області визначається за спостереженнями гідрометеорологічної станції, яка останньою відзначила цей перехід.

Третій, уточнюючий прогноз урожаю складається 1 липня і розраховується теж за формулою 45 в яку додаються блоки $(1 - \gamma_{сyx})$ і $(1 - \gamma_3)$.

Блок розраховується $(1 - \gamma_{сyx})$ за формулою

$$\gamma_{сyx} = (n_{VI-VII} - n_0)_{сyx} \cdot 0,01, \quad (96)$$

де n_{VI-VII} – число днів із суховіями в червні – липні.

Якщо суховії спостерігаються у квітні – травні, то розраховується очікувана кількість днів в червні – липні за формулою

$$n_{VI-VII} = 1,5 n_{IV-V} - 5, \quad (97)$$

де n_{VI-VII} – число днів із суховіями в червні – липні;

n_{IV-V} – число днів з відносною вологістю повітря менше або рівною 30% у квітні – травні;

n_0 – поправковий показник.

Значення поправкового показника n_0 за різних рівнів $S(T, R)$ з врахуванням температури повітря і опадів наводяться нижче (табл. 41).

Таблиця 41 – Умови вибору поправкового показника n_0

$S(T, R)$	n_0
66-100	0
≤ 65	15

Блок $(1-\gamma_3)$ враховується за допомогою формули

$$\gamma_3 = (5,5 \sqrt[3]{(n_{VI} - 8)^2} - 15) 0,01, \quad (98)$$

де γ_3 – показник зміни врожайності; n_{VI} – середня по області кількість днів опадами більше за 1 мм за добу в червні.

2.6 Техніка складання прогнозів врожайів кукурудзи .

Метод Ю.І. Чиркова. Для складання прогнозу очікуваного врожаю кукурудзи по області необхідно виписати не менш як по 6 станціях дані:

а) дати настання фази викидання волоті;

б) густоту посівів (кількість рослин на га);

в) висоту рослин, см;

г) запаси продуктивної вологи у шарі 0 – 50 см на декаду викидання волоті;

д) температуру повітря після фази викидання волоті. Вона визначається з синоптичного прогнозу погоди.

Після підготування необхідних даних виконуються розрахунки:

– площі листя 1 рослини, S_1 , см²; – площі листя на га, S_2 , см²;

– площі листя на га, S , тис. м²/га; – з графіка (рис. .2) або за відповідним рівнянням (табл.32) визначається очікувана врожайність для кожної станції;

– з табл. 33 визначається поправка на температуру; – розраховується очікувана врожайність з врахуванням поправки; – розраховується середня врожайність по області, як середнє арифметичне

$$y_{обл} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} \quad (99)$$

Приклад. Скласти прогноз врожаю зерна кукурудзи для Дніпропетровської області. Розрахунки проводяться за описаною вище схемою для окремих станцій (Чапліне). Висота рослин на фазу викидання волоті становить 160 см. Площа листя однієї рослини розраховується за рівнянням (72).

$$y = 36,94 \cdot 160 - 1632,8 = 42 \text{ см}^2.$$

Розраховується площа листя на 1 га, для цього площу листя 1 рослини треба перемножити на густоту рослин: $42 \text{ см}^2 \cdot 420 \cdot 10000 = 17,6 \text{ м}^2 / \text{га}$. Далі розраховується врожай зерна по рис.2. У нашому випадку врожай становить 16,7 ц/га.

Розрахунок очікуваних врожаїв кукурудзи в Степовій зоні України.

Для складання прогнозу необхідно виписати із щорічника дані та розрахувати середні по області значення вказаних елементів.

W_8 – середні по області запаси продуктивної вологи на дату викидання волоті, мм;

t_{VII} – середня температура повітря за липень, °С;

$t_{VIII 1,2}$ – середня температура повітря за першу та другу декаду серпня, °С;

h_B – висота рослин на дату викидання волоті, см;

r_7 – сума опадів за липень, мм.

Використовуючи рівняння 97 та 89 розраховується очікуваний врожай кукурудзи для відповідної території.

Техніка складання прогнозу валового врожаю кукурудзи для території України (метод Дмитренко, Свіріної).

Прогноз складається з завчасністю три місяці, два і місяць, відповідно наприкінці червня; – наприкінці липня; – наприкінці серпня.

Для виконання розрахунків необхідні дані:– щорічні врожаї; – фактична зрідженість посівів; – фактичні, прогнозовані і середні багаторічні значення температури повітря і опадів; - дати початку і кінця сівби; – кількість днів з суховіями за червень-липень; – кількість днів з опадами більше 0,1 мм.

Розрахунок врожайності виконується за формулою (74). Спочатку визначається щорічний статистичний максимум врожаїв кукурудзи з табл. 42.

Таблиця 42 – Показники для розрахунку врожайності кукурудзи по областях України та в цілому по Молдові

Області	Статистичний максимум врожайності на 1990 р., U_c , т/га	Щорічний приріст врожайності A , т/га/рік	Агрокліматична оптимальна дата сівби, $-D_0$	Середня багаторічна зрідженість, \bar{U} , %	Середнє багато річне число днів з суховіями в липні за критерієм Цубербілер, \bar{n}_{VII}	Мінімальна площа посіву на якій застосовується метод S_{min} , тис/га
1	2	3	4	5	6	7
Вінницька	5,08	0,051	26.IV	11	1	3,8
Волинська	4,63	0,001	30.IV	13	1	1,9
Луганська	4,40	0,046	26.IV	12	7	3,2
Дніпропетровська	4,89	0,049	24.IV	10	6	3,9
Донецька	4,66	0,041	24.IV	9	6	3,6
Житомирська	4,74	0,057	28.IV	17	0	2,4
Запорізька	4,33	0,041	26.IV	11	6	4,2
Івано-Франківська	5,64	0,038	26.IV	9	0	1,5
Київська	4,75	0,000	28.IV	13	2	2,7
Кіровоградська	6,18	0,056	25.IV	11	4	4,3
Кримська АР	7,56	0,000	18.IV	15	12	2,5
Львівська	5,16	0,046	27.IV	13	0	2,1
Миколаївська	5,80	0,052	22.IV	10	6	4,2
Одеська	5,33	0,060	22.IV	11	4	3,6
Полтавська	4,44	0,019	27.IV	10	4	3,6
Рівненська	5,10	0,022	29.IV	16	1	1,7
Сумська	4,04	0,023	30.IV	11	1	3,4
Тернопільська	4,80	0,038	27.IV	13	0	3,8
Харківська	4,12	0,025	27.IV	10	4	3,6
Херсонська	5,70	0,151	21.IV	11	9	3,6
Хмельницька	5,14	0,065	26.IV	12	0	3,7
Черкаська	5,70	0,068	27.IV	10	3	3,5
Чернівецька	5,87	0,072	24.IV	10	0	2,3
Чернігівська	5,89	0,055	30.IV	15	1	2,7
Молдова	5,70	0,072	22.IV	10	3	3,6

Потім розраховуються значення коефіцієнтів продуктивності за температурою $S(T)$ і опадами $S(R)$. Для їх розрахунку необхідно визначити середнє значення температури і опадів за три інтервали: 1) з грудня по червень, за липень (прогноз), за серпень – вересень (середні багаторічні). Сумарний коефіцієнт продуктивності визначається (з табл.42).

Зрідженість посівів (U) визначається безпосередньо з аеровізуальних спостережень або враховується середня багаторічна (табл. 42).

Після цього за формулою (74) розраховується очікуваний врожай (завчасність 3 міс.).

Прогноз уточнюється. Наприкінці липня із завчасністю 2 місяці. Для уточнення використовуються дані про кількість днів з суховіями. Дні з суховіями визначаються за критерієм І.А. Цубербіллер (табл. 43).

Таблиця 43 – Характеристика суховіїв різної інтенсивності (за І.А. Цубербіллер)

Суховії	Нестача дефіциту насичення повітря водяною парою о 13 год і швидкість вітру	
	≥ 8 м/с	≤ 8 м/с
Середні	20 – 29,9	30 – 39
Інтенсивні	30 – 39,9	40 – 49
Дуже інтенсивні	≥ 40	≥ 50

Потім за формулою (80) визначається показник, який оцінює вплив суховіїв на врожай ($\gamma_{\text{сх}}$).

За рівнянням (81) розраховується очікуваний врожай з врахуванням впливу суховіїв.

Розрахунок валового збору зерна кукурудзи Валовий збір зерна кукурудзи з будь-якою завчасністю визначається як:

$$Y_{\text{в}} = y \cdot V \quad (100)$$

де $Y_{\text{в}}$ – валовий збір, тис. т; y – врожайність, т/га; V – площа посіву, тис.га.

У зв'язку з тим, що площі посіву під кукурудзою можуть змінюватись через збирання на зелену масу, перед складанням прогнозу валового збору розміри площі посіву уточнюються.

Приклад розрахунку очікуваного врожаю кукурудзи в Одеській області у 2013 році наводиться в табл.44.

Таблиця 44 – Приклад розрахунку врожаю зерна кукурудзи в Одеській області

Дата початку сівби – 18.IV, дата закінчення сівби – 8.V, оптимальна дата сівби – 22.IV.

Статистичний максимум урожаю 36 ц/га

Місяці	Температура повітря, °С	Кількість опадів, Мм	Коефіцієнти продуктивності					Зрідженість (1-U)	Врахування додаткових факторів			Ваговий множник a
			$\eta(T)$	$\eta(R)$	$\eta(T, R)$	$\eta(T, R)a$	$S(T, R)$		суховіїв 1- $y_{\text{сух}}$	термінів сівби 1 - y_{cc}	днів з опадами >0,1мм $Y_{on}=a(n_{VI-IX} - n_o)$	
ХІІ-ІІІ	0,5	204	0,91	1,00	0,91	0,14		11%				0,15
ІV - V	15,6	42	0,43	0,64	0,28	0,07		1-11 =0,89		1-0,04 = 0,96		0,26
VI – VII	20,4 21,7	112 192	0,79 0,58	0,84 1,00	0,66 0,58	0,25 0,22						
VІІІ	20,8	42	0,73	0,98	0,72	0,10	0,59					0,14
ІХ	16,5	41	0,44	1,0	0,44	0,03	0,56					0,07

$$y_{cc} = 0,054 \cdot (8.V - 22.IV)^3 = (18.IV - 22.IV)^3 \cdot 0,01 / 3 \cdot (8.V - 18.IV) = 0,04;$$

$$y_{cc} = 1 - 0,04 = 0,96; \text{ Очікуваний урожай із завчасністю 3 місяці: } y' = y_i S(T, R) (1 - U) (1 - \gamma) = 5,2 \cdot 0,59 \cdot 0,89 \cdot 0,9 = 2,6 \text{ т/га};$$

$$\text{Із завчасністю 2 місяці: } y' = y_i S(T, R) (1 - U) (1 - \gamma) = 5,2 \cdot 0,56 \cdot 0,89 \cdot 0,96 = 2,49 \text{ т/га}$$

2.7. Розрахунок середніх по області врожайів гречки.

Для виконання розрахунків із щорічника виписуються по станціях області дані: 1- дата настання фази цвітіння гречки по станціях; 2 – запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-20 см на дату цвітіння; 3 – з синоптичного прогнозу визначається очікувана температура повітря та сума опадів за декілька декад після цвітіння. Потім розраховується вологозабезпеченість посівів гречки за період від дати цвітіння до дати дозрівання. Дата дозрівання розраховується за сумою ефективних температур, яка становить за цей період 480 °С (біологічний мінімум 5°С).

Для розрахунку вологозабезпеченості необхідно використовувати фактичні значення запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 20 см під гречкою у період цвітіння. Якщо таких даних нема або їх замало для отримання середніх значень по області, то вони розраховуються з табл. 29.

При відсутності спостережень за запасами продуктивної вологи під гречкою використовуються спостереження за запасами вологи під кукурудзою, цукровими буряками або картоплею.

Для чорноземної зони після сходів запаси вологи (W) на кінець декади розраховуються в залежності від запасів вологи на початок декади (W_1) та середньої за декаду температури повітря (t) за рівнянням 84.

При розрахунках вологозабезпеченості окрім запасів вологи необхідно мати суму опадів за період цвітіння-дозрівання. Після розрахунків тривалості періоду з синоптичного прогнозу погоди визначається сума опадів за цей період. Значення запасів вологи на цвітіння та очікувана сума опадів за період цвітіння-дозрівання підсумовуються – таким чином розраховується вологозабезпеченість посівів, яка використовується для розрахунку очікуваного врожаю гречки.

При складанні прогнозу врожаю гречки спочатку виконуються розрахунки по усіх станціях території області, потім знаходяться середні по області значення елементів. Очікуваний врожай розраховується за рівнянням (83).

Приклад. Скласти прогноз середнього по області врожаю зерна гречки. Всі фази розвитку гречки по станціях області краще записувати у робочу таблицю.

З синоптичного прогнозу визначається очікувана температура повітря та сума опадів. Фаза дозрівання розраховується по сумі ефективних температур. Потім розраховується для кожної станції вологозабезпеченість посівів як сума запасів вологи у шарі 0 – 20 см та опадів за період цвітіння-дозрівання. Середня вологозабезпеченість по області за період цвітіння-дозрівання розраховується як середня арифметична з усіх станцій:

$$X = \frac{46 + 66 + 25 + 31 + 71}{5} = 48 ,$$

тоді середня врожайність гречки буде: $y = 0,054 \cdot 48 + 3,4 = 6,0$ ц/га. Слід пам'ятати, що у разі зниження очікуваної температури повітря до 15 °С та нижче за

останню декаду перед дозріванням, опади цієї декади при розрахунках не враховуються.

2.8 Техніка складання прогнозу очікуваного врожаю проса

Розроблено два методи прогнозу середньої по області врожайності зерна проса : метод Н.З. Іванової–Зубкової для всієї Європейської частини та метод Кожемяченко К.А. для районів Причорномор'я.

За методом Іванової–Зубкової прогноз очікуваного врожаю складається після настання фази викидання волоті. Для складання очікуваного врожаю необхідно підготувати таку інформацію по станціях області:

- 1- дати настання фази викидання волоті;
- 2- суму опадів від дати виходу у рубку до дати викидання волоті;
- 3- із синоптичного прогнозу визначити суму опадів впродовж двадцяти днів після настання фази викидання волоті;
- 4- знайти загальну суму опадів за вказані два періоди
- 5- із синоптичного прогнозу погоди визначити очікувану температуру повітря після настання дати викидання волоту;

6.-визначити дату дозрівання проса. Дата дозрівання визначається за сумами ефективних температур, які становлять від викидання волоті до дозрівання проса 390 – 420 °С.

7-. Визначити середні по області всі розраховані величини.

8- За рівнянням 85 розрахувати очікуваний врожай проса. Скласти текст.

Для прогнозу очікуваного врожаю проса за методом К.А. Кожемяченко для областей Причорномор'я необхідно виписати із щорічників такі матеріали:

- 1) – дати настання фаз виходу у трубку та викидання волоті по усіх станціях області;
- 2) Середню за декаду температуру повітря за період від виходу у трубку до викидання волоті;
- 3) Суму опадів по декадах за такий же період;
- 4) Розрахувати середню по області температуру повітря за період від виходу у трубку до викидання волоті. Спочатку середня температура розраховується по кожній станції, потім визначається середня температура по області як середнє арифметичне.
- 5) за рівнянням 86 розрахувати очікуваний врожай проса і скласти текст прогнозу.

2.9. Техніка складання прогнозу середнього по області врожаю рису

Методи прогнозу врожаю рису: для України розроблені В.М. Просунко.

Рис дуже теплолюбна культура. Біологічний мінімум його становить 15 °С. Рис вирощується на затоплених полях і на формування врожаю мають найбільший вплив прихід сумарної радіації та температура повітря. Спостерігається тісний зв'язок врожайів рису з середньою температурою повітря у будь-який міжфазний період. Рівняння зв'язку наводяться у табл.45.

Таблиця 45 – Залежність врожайності рису (у) від середньої температури повітря за міжфазні періоди

Міжфазний період	Рівняння регресії	Коефіцієнт кореляції	Похибка рівняння (т/га)
Сходи – вихід у трубку	$y = 0,318t - 1,456$	0,55	±0,84
Вихід у трубку – викидання волоті	$y = 0,429t - 3,874$	0,73	±0,68
Викидання волоті – воскова стиглість	$y = 0,391t - 2,999$	0,78	±0,63
Сходи – викидання волоті	$y = 0,559t - 6,622$	0,67	±0,65

В.М. Просунко досліджував зв'язок врожайності рису із середньою величиною ФАР за період сходи-викидання волоті. Зв'язок врожайності з ΣQ_{ϕ} прямолінійний має вигляд:

$$y = 0,07Q_{\phi} - 3,165 \quad . \quad (90)$$

і характеризується коефіцієнтом кореляції $0,81 \pm 0,04$.

В.М. Просунко також були отримані рівняння множинної залежності врожаю (у) від площі листя, температури повітря за період від сходів до виходу у трубку:

$$y = 0,297L + 0,182t_1 - 0,192 \quad , \quad (91)$$

і за період від виходу у трубку до викидання волоті:

$$y = 0,358L + 0,1107t_1 - 0,3328t_2 - 6,89 \quad , \quad (92)$$

де L – площа листа, $\text{м}^2/\text{м}^2$, на дату виходу у трубку; t_1 – середня температура повітря за період сходи-вихід у трубку; t_2 – середня температура за період від виходу у трубку до викидання волоті.

Виходячи з того, що врожай рису – це сумарний результат фотосинтетичної діяльності посіву, було отримано зв'язок врожаю рису з площею листа (L) на фазу викидання волоті і сумою ФАР (ΣQ_ϕ) за період сходи – викидання волоті:

$$y = 0,588L + 0,0113\Sigma Q_\phi - 5,96 \quad . \quad (93)$$

$$R = 0,82 \pm 0,07 \quad S_y = \pm 0,34 \text{ т/га}$$

Всі рівняння використовуються при розрахунках очікуваного врожаю рису на окремих полях. При цьому завчасність розрахунків за рівняннями (91 та 92) складає 3 місяці, за рівнянням (93) – 2 місяці.

Оскільки спостереження за величинами, що необхідні для розрахування ФАР, дуже обмежені, то розраховувати очікуваний врожай рису на окремому полі з 2-місячною завчасністю краще за рівнянням:

$$y = 0,216t + 0,047h + 0,001N - 5,23 \quad , \quad (94)$$

де t – середня температура повітря від сходів до викидання волоті, $^\circ\text{C}$;

h – висота рослин, см;

N – кількість стебел з волоттю на 1 м^2 після наступу фази викидання волоті.

Для розробки методу довгострокового прогнозу врожаю рису по території областей, В.М. Просунко було використано значення статистичного максимуму врожайності, яке становить для Одеської та Миколаївської областей – 5,1 т/га, Херсонської – 6,1 т/га, Криму – 6,5 т/га, а також вплив середньомісячних температур повітря на врожай за червень, липень, серпень і вересень. Це дало змогу розрахувати очікуваний врожай рису з завчасністю 4 місяці:

$$y_1 = y_c(0,038t_{VI} + 0,033t_{VII} - 85,86) \quad , \quad (94)$$

з завчасністю 3 місяці:

$$y_2 = y_c(0,033t_{VI} + 0,026t_{VII} - 0,02t_{VIII} - 1,68) \quad (95)$$

з завчасністю 2 місяці:

$$y_3 = y_c(0,032t_1 + 0,008h - 0,68) \quad , \quad (96)$$

де y_1, y_2, y_3 – очікуваний врожай рису на початку червня (y_1), липня (y_2), серпня (y_3); y_c – статистичний максимум врожайності, т/га;
 $t_{VI}, t_{VII}, t_{VIII}$ – відповідно середня за місяць температура за червень, липень, серпень, °С; t_I – середня температура повітря за період від сходів до викидання волоті, °С; h – висота рослин на дату масового викидання волоті, см.

Як встановлено В.М. Просунко, нестача сум температур впродовж вегетаційного періоду призводить до того, що дозрівання зерна і збирання затримується і тому спостерігається втрата врожаю. Була розроблена шкала поправок у відсотках від розрахованої врожайності на оцінку стану посівів (табл.46).

Таким чином середня по області врожайність рису $y_{обл}$ розраховується за рівняннями із врахуванням поправки (Δy) з різною завчасністю.

$$y_{обл.} = y_{розн.} - \Delta y \quad (97)$$

$$\Delta y = \frac{y_{розн.} \sum (\Delta_1 + \Delta_2)}{100} \quad (98)$$

Перший прогноз, завчасність якого 4 місяці, складається на початку липня. Для розрахунку врожаю необхідно із агрометеорологічного щорічника виписати: дати настання фаз розвитку рису; статистичний максимум врожайності по області; температуру повітря за червень; прогноз температури повітря на липень; середню багаторічну температуру за липень.

Потім розрахувати: середню за місяць температуру липня шляхом внесення поправки на прогноз; середні по області значення температури червня і липня як математичні середні з даних усіх станцій; за рівнянням (95) розрахувати очікуваний врожай.

Другий прогноз складається на початку серпня і для його складання необхідні ті ж складові, що і для першого прогнозу. Різниця в тому, що для цього прогнозу температури за червень і липень використовуються фактичні, за серпень – прогнозовані. Розрахунки виконуються за рівнянням (96).

Для складання останнього прогнозу, який виконується після настання фази викидання волоті, необхідно виконати такі розрахунки:

- розрахувати середню температуру повітря за період від сходів до викидання волоті по кожній станції;
- розрахувати середню по області температуру повітря за період від сходів до викидання волоті, °С;
- розрахувати середню по області висоту рослин на дату викидання волоті як середнє арифметичне даних усіх станцій;

- розрахувати очікуваний врожай за рівнянням (95);
- розрахувати поправки Δ_1 та Δ_2 . Поправки розраховуються у тому випадку, якщо оцінка стану посівів на дату складання прогнозу становить 2 бали і менше;
- розрахувати Δ_u до очікуваної врожайності за формулою (97);
- розрахувати очікуваний по області врожай з врахуванням поправки. Якщо є площі посіву, то розраховується валовий збір зерна.

Таблиця 46 – Поправки Δ_1 та Δ_2 до очікуваної врожайності рису (у %)

Чинники зниження врожаю	Поправки, %	
	Δ_1	Δ_2
Середня по області оцінка стану посівів на дату складання прогнозу:		
2 бали	10	–
1 бал	30	–
Середня по області оцінка засмічення чеків на дату складання прогнозу		
3 бали	–	5
4 бали	–	10

Після закінчення розрахунків складається текст прогнозу.

Розроблений метод прогнозу врожайності рису може бути використаний і в інших зонах рисосіяння. Для цього тільки необхідно визначити щорічні статистичні максимуми і виконати перевірку точності розрахунків на фактичному матеріалі. Слід зазначити при цьому, що статистичний максимум врожайності на 8 – 10 % більше фактичного найбільшого значення середнього по області не враховується.

3. Критерії оцінки знань при виконанні практичних занять

Виконання практичних робіт на тему «Прогнози врожаїв зернових культур» сприяє закріпленню теоретичних знань та надає студентам можливість набути практичні навички у виконанні розрахунків.

На оцінку практичних занять відводиться 40 балів, тобто 4 бали за кожне завдання. Після виконання завдання студент повинен його захистити. При оцінці відповідей враховується правильність виконання розрахунків та їх аналізу, повнота відповіді на контрольні питання.

Оцінювання виконується за вказаними показниками: «розрахунки виконані вірно, відповіді повні – 4 бали; «розрахунки з невеликою

кількістю помилок, відповіді на питання повні – 3 бали»; «розрахунки виконані з грубими похибками, відповіді неповні – 2 бали»; «розрахунки невірні, відповіді правильні, але неповні» – 1 бал.

Список літератури

Основна

1. Польовий А.М., Божко Л.Ю. Довгострокові агрометеорологічні прогнози. Підручник. – Київ: КНТ, 2007. – С.33 – 76.
2. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Адаменко Т.І. Агрометеорологічні прогнози. – Одеса, ТЕС, 2017. – 508 с.

Додаткова

1. Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975.
2. Куперман Ф.М., Моисейчик В.А. Выпревание озимых культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977.
3. Личикаки В.М. Засухи и суховеи. –Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 214 с.
4. Винтер А.К. Заморозки и их последствия на растения. – Новосибирск: Наука, 1981. – 150 с.
5. Генкель П.А., Кушниренко С.В. Холодостойкость растений и термические способы ее повышения. – М.: Наука, 1966. – 222 с.
6. Цубербиллер Е.А. Суховеи, их агрометеорологическая сущность и пути борьбы с ними. – М.: Колос, 1966. – 110 с.
7. Петунин И.М. Методика составления прогноза условий перезимовки озимой пшеницы и ржи. Сборник методических указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. – Л.: Гидрометеоиздат, 1957.
8. Окушко А.А. Ледяная корка и перезимовка озимых культур на Европейской территории СССР. – Труды ЦИП, 1957. – Вып. 53.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт
«Прогнози врожаїв зернових культур»

з дисципліни «Довгострокові агрометеорологічні прогнози»

Рівень підготовки – магістр
Спеціальність –103 Науки про Землю
Спеціалізація «Агрометеорологія»

Укладачі:

к.геогр. н., доц. Божко Л.Ю.

к.геогр. 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
