

Розділ 3

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ

УДК 005:631

ОБГРУНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОГОДНОСТІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ДОБОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ МАШИННО- ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ

*В. Тимочко, к. т. н., П. Луб, к. т. н., Р. Падюка, асистент
Львівський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Природно-кліматичні та агрометеорологічні фактори є суттєвим чинником впливу на землеробство. Цим рільничча галузь сільського господарства відрізняється від інших галузей народного господарства. Внаслідок дії природно-кліматичних та агрометеорологічних факторів виникають значні втрати продукції рослинництва. Запобігти цим втратам можна за рахунок прогнозування, планування і своєчасного виконання відповідних агротехнічних заходів, які диференційовані залежно від погодних умов.

Для планування сільськогосподарського виробництва у рільництві використовують агрометеорологічні прогнози, які істотно відрізняються від прогнозів погоди. Агрометеорологічні прогнози вивчають атмосферні умови та їх взаємозв'язок з об'єктами землеробства і процесами сільськогосподарського виробництва.

Якщо довгострокові прогнози погоди поки що не задовольняють вимоги практики сільськогосподарського виробництва, то агрометеорологічні прогнози внаслідок інерційності кількісних накопичень впливу в рослинах і ґрунті мають більшу вірогідність, що задовольняє вимоги планування [1]. Це зумовлює доцільність врахування метеорологічних і агрометеорологічних чинників під час прогнозування добової продуктивності машинно-тракторних агрегатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив погодних умов на функціонування виробничих процесів у рослинництві, зокрема виконання польових робіт, розглянуто у роботі [2]. Для характеристики метеорологічних умов пропонується використовувати коефіцієнт погодності, який визначається відношенням кількості днів, під час яких погодні умови не заважають виконанню польових робіт до кількості календарних днів. Цей коефіцієнт у [2] пропонується розраховувати за формулою

$$K_{\text{поз}} = \frac{D(O > O_{\text{дон}} \vee \rho > \rho_{\text{дон}} \vee \underline{t} < t < \bar{t})}{D_k}, \quad (1)$$

де O і $O_{\text{доп}}$ – кількість опадів відповідно фактичних і допустимих, мм;
 ρ і $\rho_{\text{доп}}$ – продуктивна вологість ґрунту відповідно фактична і допустима;
 t – фактична температура,

\underline{t} – нижня допустима температурна межа;

\bar{t} – верхня допустима температурна межа;

D_k – кількість календарних днів у досліджуваному періоді;

знак \vee - логічного додавання, який означає, що з кількості календарних днів необхідно відняти кількість днів, для яких хоча б один з параметрів виходить за допустимі межі.

Авторами визначено коефіцієнти погодності для умов Новосибірської області в результаті обробки статистичних даних всіх метеостанцій області за 15 років. Коефіцієнт погодності знаходиться в діапазоні від 0,52 до 0,84, причому найменшого значення він досягає раною весною (квітень) і восени (жовтень), а максимального значення – у травні та липні. У роботі також наводяться дані щодо допустимих умов виконання механізованих робіт. Значення максимально допустимих опадів коливається в межах 0...3 мм, а мінімально допустима температура – у межах 5...8 °С залежно від виду робіт. Зазначимо, що під час визначення коефіцієнтів погодності авторами не наведено даних щодо фактичної та допустимої продуктивної вологості ґрунту. Цей показник залежить від кількості опадів та фізико-механічних властивостей ґрунту. Оскільки поля сільськогосподарського підприємства можуть мати різні типи ґрунтів, то врахування показника продуктивної вологості ґрунту суттєво ускладнить визначення та використання на практиці коефіцієнта погодності. Коефіцієнт погодності залежить від кліматичної зони, тому для його визначення необхідно використовувати дані метеорологічної станції, що знаходиться в досліджуваній кліматичній зоні.

У роботах [3-6] узагальнено результати досліджень впливу агрометеорологічних умов на виконання робіт у проектах технологічних систем вирощування сільськогосподарських культур. Обґрунтовано диференціальні функції розподілів погожих та непогожих проміжків для основних видів механізованих робіт. Ці результати можуть бути застосовані для розроблення статистичних імітаційних моделей віртуальних проектів і оцінення на їх підставі ефективності управлінських рішень щодо реакцій на технологічний ризик. Однак отримані результати не можуть бути використані для річного календарного планування механізованих робіт у рослинництві.

Постановка завдання. Метою роботи є обґрунтування методики визначення коефіцієнта погодності за даними метеорологічних спостережень для прогнозування добової продуктивності машинно-тракторних агрегатів.

Виклад основного матеріалу. Ефективність виробництва рільничої сільськогосподарської продукції значною мірою залежить від якості річного календарного планування механізованих сільськогосподарських робіт.

Побудова графіків механізованих робіт дає змогу визначити календарну потребу у тракторах та сільськогосподарських машинах, у пально-мастильних матеріалах, трудових та інших ресурсах, які необхідні для виконання механізованих робіт у технологічних процесах вирощування сільськогосподарських культур.

Під час побудови графіків механізованих робіт тривалість t_i виконання кожної технологічної операції з урахуванням кількості наявних технічних ресурсів визначається за формулою [3]:

$$t_i = \frac{Q}{W_v \cdot K_v \cdot n}, \quad (2)$$

де Q – обсяг робіт, га, т, м³;

W_v – продуктивність агрегату за зміну (норма виробітку агрегату), га/зм.;

K_v – коефіцієнт змінності,

n – кількість залучених до роботи агрегатів на даній операції.

Застосування формули (2) під час розробки календарного графіка робіт призводить до значної похибки у розрахунках, оскільки в ній не враховується вплив погодного чинника на можливості виконання технологічних операцій. Цей недолік можна усунути за рахунок врахування під час розрахунку тривалості виконання робіт коефіцієнта погодності K_n за формулою

$$t_i = \frac{Q}{W_v \cdot K_v \cdot n \cdot K_n}. \quad (3)$$

Для того, щоб отримати цей коефіцієнт для умов Західного Полісся, використали дані метеорологічних спостережень Яворівської метеорологічної станції впродовж 1970-2016 рр., які представлені у таблицях метеорологічних і агрометеорологічних спостережень (форма ТСХ-1).

Однак, для того щоб визначити цей коефіцієнт, потрібно обробити великий масив даних. Для автоматизації обробки даних ми розробили програму в середовищі Excel, блок-схему якої подано на рисунку.

На першому етапі було проведено введення даних форм ТСХ-1 у електронні таблиці Excel та проведено розрахунок середньодобового значення температури повітря t_{cp_i} та сумарного значення добової кількості опадів O_i для кожного i -го дня досліджуваного періоду спостережень. Отримані результати сформовано у табл.1.

На третьому етапі виконано ідентифікацію можливості виконання механізованих робіт за метеорологічними умовами a_i для всіх днів вибірки. Для цього було використано залежність:

$$a_i = \begin{cases} 1 \text{ за умови } O_{\text{сум}_i} < O_{\text{дон}} \wedge t_{\text{cp}_i} < t_{\text{дон}} \\ 0 \text{ за умови } O_{\text{сум}_i} > O_{\text{дон}} \vee t_{\text{cp}_i} < t_{\text{дон}} \end{cases} \quad (4)$$

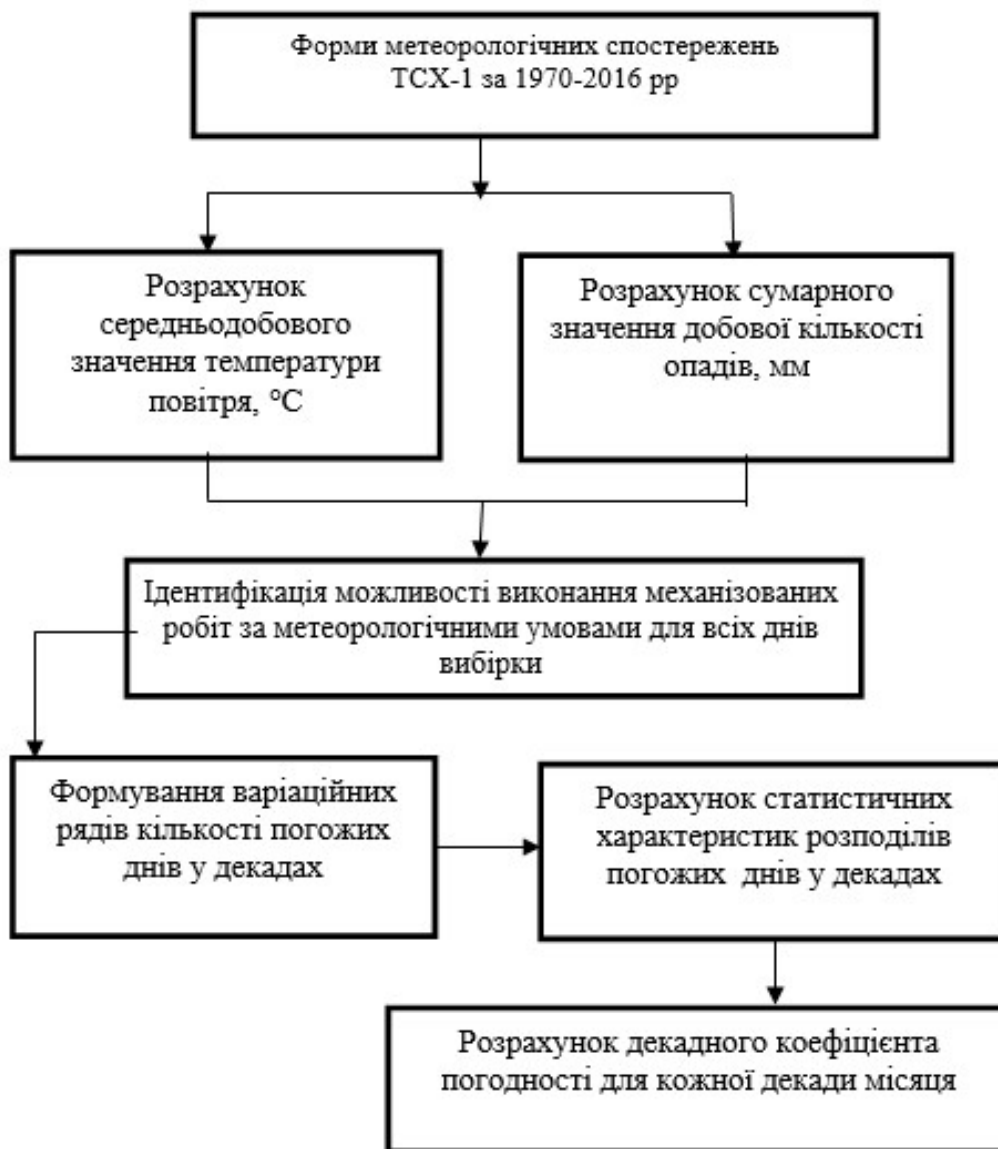


Рис. Схема алгоритму розрахунку декадного коефіцієнта погодності.

Таблиця 1

Параметри погодних умов та характеристики можливості виконання робіт

День декади	1970 р.			...	2016 р.		
	t_{cp}	$O_{сум}$	Х-ка можливості виконання роботи	...	t_{cp}	$O_{сум}$	Х-ка можливості виконання роботи
1	2	3	4	5	6	7	8
1	t_{cp1}	$O_{сум1}$	a_1	...	t_{cp1}	$O_{сум1}$	a_1
2	t_{cp2}	$O_{сум2}$	a_2	...	t_{cp2}	$O_{сум2}$	a_2
3	t_{cp3}	$O_{сум3}$	a_3	...	t_{cp3}	$O_{сум3}$	a_3
...
10	t_{cp10}	$O_{сум10}$	a_{10}	...	t_{cp10}	$O_{сум10}$	a_{10}

На наступному етапі для кожної j -ї декади було визначено кількість днів, у яких забезпечувалась можливість виконання механізованих робіт за метеорологічними умовами ($a_i = 1$) та проведено формування варіаційних рядів кількості погожих днів у декадах для кожного року спостережень $\langle n_{1j}, n_{2j}, \dots, n_{kj} \rangle$, де $n_{1j}, n_{2j}, \dots, n_{kj}$ – кількість погожих днів, відповідно у $1, \dots, k$ році досліджуваного періоду спостережень, для j -ї декади.

Опрацювання сформованих рядів емпіричних даних за допомогою методів математичної статистики дало змогу встановити статистичні характеристики розподілів цих випадкових величин, а саме: математичне сподівання, дисперсію, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт варіації.

Коефіцієнт погодності K_{nj} для кожної j -ої декади року розраховується за формулою

$$K_{nj} = \frac{n_{ej}}{D_k}, \quad (5)$$

де n_{ej} – математичне сподівання кількості погожих днів у j -й декаді року;

D_k – кількість календарних днів у досліджуваному періоді ($D_k = 10$).

Результати розрахунку коефіцієнтів погодності, які визначені для періоду з березня по листопад за даними метеорологічних спостережень у зоні Полісся подано у табл. 2.

Таблиця 2

Декадні коефіцієнти погодності.

Декада	Місяць								
	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад
I	0,09	0,50	0,65	0,67	0,62	0,68	0,69	0,61	0,28
II	0,14	0,46	0,69	0,62	0,64	0,70	0,66	0,49	0,21
III	0,15	0,63	0,66	0,59	0,71	0,74	0,61	0,33	0,12

Упродовж періоду польових робіт коефіцієнт погодності може коливатися в значних межах, що свідчить про суттєву мінливість погодних умов. Коефіцієнт погодності коливається в діапазоні від 0,09 до 0,74. Найменшого значення він досягає у першій декаді березня та третій декаді листопада, а максимального значення в третій декаді серпня.

Висновки. Під час календарного планування механізованих сільськогосподарських робіт у рільництві необхідно враховувати вплив природно-кліматичних та агрометеорологічних факторів на тривалість виконання робіт. Тому для кожної природно-кліматичної зони потрібно визначати декадні коефіцієнти погодності для періоду виконання механізованих робіт у рослинництві.

Визначення коефіцієнта погодності за даними багаторічних спостережень метеорологічних станцій потребує виконання значного обсягу розрахунків. Тому для автоматизації цього процесу розроблено алгоритм розрахунку декадного коефіцієнта погодності з використанням середовища Excel.

Визначені декадні коефіцієнти погодності для умов Західного Полісся можуть бути використані для планування сільськогосподарського виробництва у рільництві, що дасть змогу уникнути значних втрат продукції рослинництва.

Бібліографічний список

1. Арютов Б. А., Важенин А. Н., Пасин А. В. Методы повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве : учеб. пособие / Академия естествознания. Москва, 2010. URL: <https://monographies.ru/ru/book/view?id=81>. (дата звернення: 27.11.2017)
2. Павлов Б. В., Пушкарева П. В., Щеглов П. С. Проектирование комплексной механизации сельскохозяйственных предприятий. 2-е изд., перераб. и дополн. Москва : Колос, 1982. С. 288.
3. Ільченко В. Ю. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. Київ : Урожай, 1993. С. 288.
4. Вплив агрометеорологічної складової на ризик проектів вирощування сільськогосподарських культур / О. В. Сидорчук та ін. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2012. №1/10 (55). С.49-51.

5. Тригуба А. М., Шолудько П. В., Михалюк М. А., Рудинець М. В. Моделі подій агрометеорологічної складової проектів хімічного захисту рослин обприскуванням. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2012. № 1/11 (55). С. 44-47.
6. Тригуба А. М., Луб П. М., Шарибура А. О. Результати дослідження агрометеорологічних причин ризику у проектах технологічних систем вирощування сільськогосподарських культур. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвідом. наук.-тех. зб.* Кіровоград : КНТУ, 2015. Вип. 45, ч. 2. С. 157-162.

Тимочко В., Луб П., Падюка Р. Обґрунтування коефіцієнта погодності для прогнозування добової продуктивності машинно-тракторних агрегатів

Обґрунтовано доцільність використання коефіцієнта погодності для календарного планування механізованих сільськогосподарських робіт. Розроблено методику обробки даних метеорологічних спостережень для розрахунку коефіцієнта погодності. Обґрунтовано значення коефіцієнта погодності, який дає змогу прогнозувати добову продуктивність машинно-тракторних агрегатів в умовах Західного Полісся.

Ключові слова: коефіцієнт погодності; продуктивність, машинно-тракторний агрегат, метеорологічні умови.

Tymochko V., Lub P., Padyuka R. Justification of the weathering factor for prediction of daily productivity of machine-tractor aggregates

The expediency of using the weathering factor for the scheduling of mechanized agricultural work is substantiated. The method of data processing of meteorological observations for calculating the weathering factor is developed. The value of the weathering factor, which allows to predict the daily productivity of machine-tractor aggregates in the conditions of western Polissya, is substantiated.

Key words: coefficient of weathering; productivity, machine-tractor unit, meteorological conditions.

Тымочко В., Луб П., Падюка Р. Обоснование коэффициента погодности для прогнозирования суточной производительности машинно-тракторных агрегатов

Обоснована целесообразность использования коэффициента погодности для календарного планирования механизированных сельскохозяйственных работ. Разработана методика обработки данных метеорологических наблюдений для расчета коэффициента погодности. Обосновано значение коэффициента погодности, который позволяет прогнозировать суточную производительность машинно-тракторных агрегатов в условиях Западного Полесья.

Ключевые слова: коэффициент погодности; производительность, машинно-тракторный агрегат, метеорологические условия.