

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Борчик Є.Ю., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Миколаївський національний аграрний університет
<https://orcid.org/0000-0003-0188-1471>

Анотація. В даній роботі розглядається задача прогнозування врожайності озимої пшениці в залежності від значень основних факторів, які визначаються в період весняного обстеження та терміну сівби зернової культури. У пакеті прикладних програм MATLAB розробляється нечітка система логічного прогнозування на основі моделі Мамдані. Результат розрахунку порівнюється з результатами розрахунку за регресійною моделлю.

Ключові слова: терм, нечітка модель, прогнозування, логічна змінна, функція приналежності.

В даній роботі розробляється нечітка модель прогнозування значення врожайності озимої пшениці в залежності від значень таких впливових на врожайність факторів як запаси вологи в метровому шарі ґрунту в період весняного обстеження (F_1) та кількість стебел на 1 м^2 у період весняного обстеження (F_2). Крім цього враховувався менш впливовий на врожайність озимої пшениці фактор – термін сівби (F_3).

За результатами експертних оцінок [2] у таблиці 1 наведений рівень значень факторів F_1 та F_2 , а у таблиці 2 наведена якісна оцінка урожайності пшениці озимої в залежності від строків сівби і запасів вологи на посівах весною.

Таблиця 1

Показники Фактори	низький	середній	високий
Запаси вологи, мм	< 100	100 - 150	150 - 200
Кількість стебел пшениці озимої на 1 м^2	< 800	800 - 900	900 - 1000

В даній роботі розробляється система прогнозування кількісних значень врожайності, в основу якої покладено нечітке логічне виведення за алгоритмом Мамдані з нечіткої бази знань [1], в якій значення вхідних та вихідної змінної задані нечіткими множинами. На основі даних, занесених в таблиці 1, 2 пропонується наступна нечітка база знань:

ПРАВИЛО 1: ЯКЩО $u_1 \in \text{"високий"}$ ТА $u_2 \in \text{"низький"}$ ТО $v \in \text{"низький"}$

ПРАВИЛО 2: ЯКЩО $u_1 \in \text{"високий"}$ ТА $u_2 \in \text{"середній"}$ ТО $v \in \text{"високий"}$

ПРАВИЛО 3: ЯКЩО $u_1 \in \text{"високий"}$ ТА $u_2 \in \text{"високий"}$ ТО $v \in \text{"високий"}$

.....

ПРАВИЛО 12: ЯКЩО $u_1 \in \text{"середній"}$ ТА $u_3 \in \text{"допустимий"}$ ТО $v \in \text{"середній"}$

ПРАВИЛО 13: ЯКЩО $u_1 \in \text{"середній"}$ ТА $u_3 \in \text{"пізній"}$ ТО $v \in \text{"низький"}$

ПРАВИЛО 14: ЯКЩО $u_1 \in \text{"низький"}$ ТО $v \in \text{"низький"}$

Таблиця 2

Запаси вологи весною	Термін сівби		
	оптимальний (20 вересня)	допустимий (5 жовтня)	пізній (15 жовтня)
високі	висока урожайність	висока урожайність	середня урожайність
середні	середня урожайність	середня урожайність	низька урожайність
низькі	низька урожайність	низька урожайність	низька урожайність

Тут через u_1 позначена лінгвістична змінна "рівень запасів продуктивної вологи"; через u_2 - "кількість стебел озимої пшениці на 1 м²", через u_3 - "строк сівби" а через V – лінгвістична змінна "врожайність озимої пшениці".

Для опису лінгвістичних змінних u_1 , u_2 , V використовується терм-множина {"низький", "середній", "високий"}; лінгвістичної змінної u_3 - терм-множина {"оптимальний", "допустимий", "пізній"}.

Функції приналежностей термів вказаних вище лінгвістичних змінних задаються у вигляді симетричної гаусівської функції.

Результати розрахунку в системі MATLAB показали, що нечітка модель якісно правильно прогнозує врожайність озимої пшениці.

Для оцінки спроможності нечіткої моделі правильно кількісно прогнозувати врожайність результати розрахунку врожайності u за нечіткою моделлю порівнюються з відповідним обчисленням врожайності V за регресійною моделлю, запропонованою в [2]:

$$V = 0.059 \cdot x_1 + 0.024 \cdot x_2 + 2.97 \text{ (ц/га)}$$

Порівнюючи графіки врожайності (рис.6), обчислені за регресійною та нечіткою моделями при значенні параметра $x_2 = 900$ можна відмітити, що в

області середніх та високих значень запасів продуктивної вологи ($x_1 > 100$ мм) результати розрахунків по різних моделях слабо відрізняються (до 12 %). В області низьких значень запасів продуктивної вологи ($x_1 < 100$ мм) результати розрахунків по різних моделях відрізняються суттєво (рис. 1). Така розбіжність результатів розрахунків по різних моделях можна пояснити:

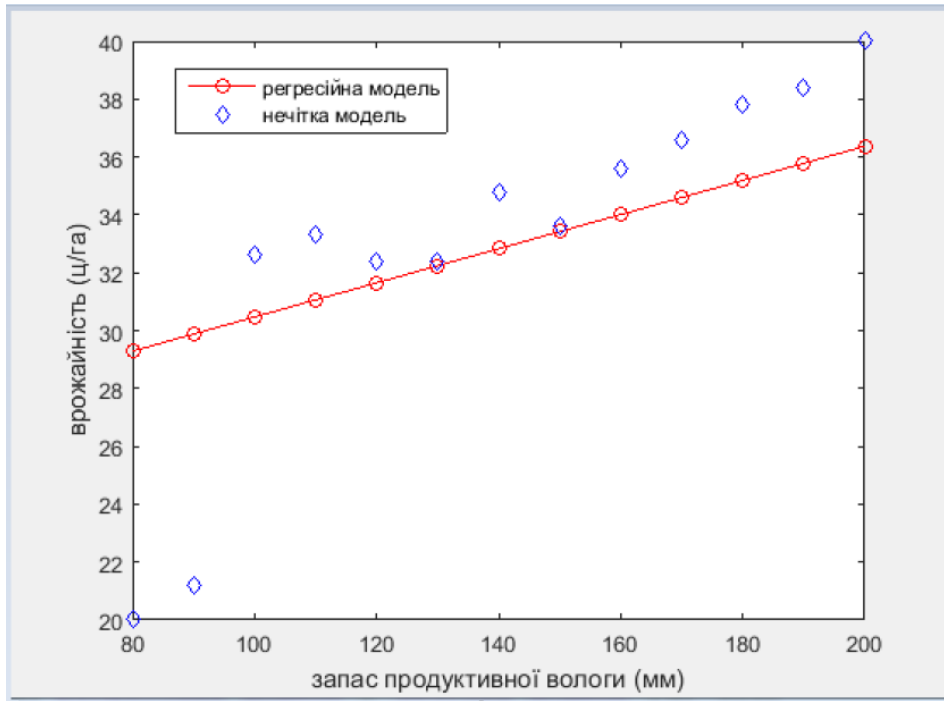


Рисунок 1 – Графіки врожайності за регресійною та нечіткою моделями

- 1) формула (5) дає значення врожайності в області значень $x_1 < 100$ мм з суттєвою помилкою [2];
- 2) за відсутністю даних про врожайність за минулі роки не було проведено навчання нечіткої системи.

Список використаних джерел

1. Кирик В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019, 224с.
2. Яценко А.О., Полторецький С.П., Терещенко Ю.Ф. Прогнозування і програмування врожаїв сільськогосподарських культур: методичні вказівки для виконання практичних завдань студентами факультету агрономії за спеціальністю 201 Агрономія. Умань: Редакційновидавничий відділ УНУС, 2018, 40 с.

Abstract. The article examines the problem of forecasting the yield of winter wheat depending on the value of the main factors determined during the spring stem formation of the grain crop, as well as depending on the timing of sowing the crop. A fuzzy logic forecasting system based on the Mamdani model is developed in the MATLAB application package. The calculation result is compared with the calculation results based on the regression model.

Key words: term, fuzzy model, prediction, logical change, membership function.