

**Володимир Хиленко**

Д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0003-3491-8621  
vkhilenko@nubip.edu.ua

**Олексій Степанов**

Старший викладач кафедри комп'ютерних наук  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-0939-6991  
stepanov@nubip.edu.ua

**Bence Ladóczy**

Assistant Research Fellow in the Department of Telecommunications and Media Informatics  
Budapest University of Technology and Economics. Budapest, Hungary  
ladoczy.bence@vbk.bme.hu

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ УПРАВЛІННЯ ВРОЖАЙНІСТЮ

**Анотація.** Стаття присвячена аналізу існуючих рішень щодо використання нейромережових моделей в системах підтримки прийняття рішень в агросекторі. Оптимізація управління розглядається застосовно до процесу вирощування озимої пшениці. Обрані математичні моделі передбачають формування систем звичайних диференціальних рівнянь для опису динаміки вегетаційного процесу. Запропоновано алгоритм прогнозування та управління вегетаційним процесом вирощування сільськогосподарської культури. Активація нейронів та прийняття рішень нейромережею приймається відповідно до заданої норми відстані поточного стану та планованих показників якості врожаю.

**Ключові слова:** системи підтримки прийняття рішень; нейромережеві моделі; прогнозування вирощування сільськогосподарської культури.

### 1. ВСТУП

У ряді досліджень [1, 2] для оцінки врожайності та якості врожаю пропонується використання нейромереж зі структурою багатошаровий перцептрон. Вхідними чинниками в моделі нейронної мережі були значення параметрів навколишнього середовища та енергоємність технології за роками. Такі моделі включають декілька нейронів вхідного шару та формують ряд вихідних величин що оцінюють якість та загальний результат вирощування сільськогосподарської продукції.

База даних для тренування моделі має бути побудована на підставі спостережень, проведених для конкретного регіону та конкретної культури. Це дозволить використовувати дані, що формувалися у природних умовах під впливом багатьох чинників, більшість із яких має випадковий характер.

Метою даної роботи є розвиток та вдосконалення існуючих нейромережових моделей у зв'язку з наступним.

1. Чинні моделі нейромережі не передбачають врахування впливу детермінованих управлінських параметрів, які дозволять вносити зміни в динаміку процесу дозрівання сільськогосподарської культури. Таким чином, нейромережева модель не враховує динаміку впливів, що управляють, наприклад, внесення добрив та ін. Відповідно не прораховується динаміка кінцевого результату і не формується алгоритм необхідної модифікації управління. У цій роботі розглядається рішення, яким чином при зміні вхідних впливів можна досягти необхідних показників цільової функції і як це зробити змінюючи значення управляючих впливів. Наприклад, використовуючи іригаційні процедури, внесення різних добрив та хімікатів, тощо. Як зазначалося в [2], вирішення цього завдання вкрай важливо для фермерських господарств на попередньому етапі -

для ухвалення рішення про доцільність або недоцільність вирощування цієї культури, зокрема озимої пшениці.

2. Модель, подана в [1], не враховує прогноз кореляційних зв'язків між стохастичними факторами, сукупні зміни яких, у свою чергу, можуть впливати на динаміку процесу та кінцевий результат. Для отримання прогнозних показників вхідних впливів передбачається використовувати кореляційні матриці, формуючи з допомогою системи диференціальних рівнянь. Такий підхід дозволяє використовувати добре розвинений апарат обчислювальних методів на вирішення завдання прогнозування.

Врахування стохастичних змін вхідних сигналів, а також коригування керуючих параметрів (внесення добрив, додатковий полив, відведення води тощо) дозволить прогнозувати діапазон очікуваних значень вихідних показників оцінки врожаю. Аналіз динаміки моделі нейромережі створить базу даних не тільки для оцінювання стану процесу вирощування врожаю, але дозволить побудувати систему підтримки прийняття рішень для управління даним процесом.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Рішення завдання управління, на відміну від завдання оцінювання стану та прогнозу результуючих показників вегетаційного процесу, потребує наявності динамічної моделі. Формування динамічної моделі у формі системи звичайних диференціальних рівнянь (СДР) дозволить прогнозувати динаміку змін взаємозв'язку входів та виходів нейромережі. Відповідно, алгоритм прогнозування та управління вегетаційним процесом вирощування сільськогосподарської культури, зокрема, без втрати загальності, озимої пшениці, можна записати у вигляді:

1. Ввівши значення випадкових факторів при  $t=0$ , що впливають і використовуючи нейромережу розраховуємо фіксовані значення вихідних параметрів і визначаємо підсумковий результуючий показник врожаю. Вважатимемо, що розраховані підсумкові значення мають відхилення від заданих цільових показників.

2. Формуємо коваріаційну матрицю вихідних показників для моменту  $t_1$  і підбираємо керуючі впливи, при яких забезпечується найбільш близькі до оптимальних значення вихідних параметрів.

3. Використовуємо дані значення параметрів, що управляють (отримані в попередньому пункті) на інтервалі  $[t_0, t_1]$  у вегетаційному процесі.

4. Контролюємо протікання вегетаційного процесу до моменту  $t_1$  та знімаємо необхідні дані за вихідними показниками (проміжні значення для даного моменту) та значення випадкових впливів.

5. Проводимо зіставлення фактичних та очікуваних значень вихідних (результуючих) показників.

6. Формуємо коваріаційну матрицю випадкових впливів моменту  $t_1$  і розраховуємо їх прогнозні значення моменту  $t_2$ .

7. Формуємо коваріаційну матрицю вихідних показників для моменту  $t_2$  і підбираємо управляючі впливи, при яких забезпечується найбільш близькі до оптимальних значення вихідних параметрів.

8. Використовуємо дані значення параметрів, що управляють (отримані в попередньому пункті) на інтервалі  $[t_1, t_2]$  у вегетаційному процесі.

9. Повертаємось на п.5 і виконуємо наступні операції з циклу на наступному інтервалі часу.

10. Цикл обчислень повторюється по всьому інтервалі вегетаційного процесу до його завершення  $t_N$ .

Подальше удосконалення представленого алгоритму, що виходить за межі цієї статті, передбачає періодичний розрахунок кінцевих результатів всього вегетаційного процесу за допомогою нейромережевої моделі. Крім того, слід зазначити, що подальше уточнення нейромережевої моделі може використовувати введення вагових коефіцієнтів для різних параметрів вихідного шару нейромережевої моделі.

### **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Запропонований алгоритм прийняття оптимальних управлінських рішень для динамічного процесу вирощування агропродукції використовує нейромережу, що доповнена динамічною моделлю у вигляді диференціальних рівнянь. Практичною цінністю даного алгоритму є можливість більш точно відповісти на питання про можливість досягнення необхідного результату, тобто вирішення оптимізаційної задачі.

### **ПОСИЛАННЯ**

[1] Dolia, M., Lysenko, V., Lendiel, T., Nakonechna, K., & Humeniuk, L. (2024). Neuron network prediction of damage of E. integriceps bug on winter wheat in Ukraine. Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 20(4),96-105. <https://doi.org/10.31548/dopovidi/3.2024.96>

[2] Lysenko, V., Lendiel, T., Bolbot, I., & Nakonechnyy, I. (2022, October). Neural Network Structures for Energy-efficient Control of Energy Flows in Greenhouse Facilities. In 2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T) (pp. 21-26). IEEE.

MINISTRY OF EDUCATION  
AND SCIENCE OF UKRAINE

NATIONAL UNIVERSITY  
OF LIFE AND ENVIRONMENTAL  
SCIENCES OF UKRAINE

FACULTY OF INFORMATION  
TECHNOLOGY

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ

## **PROCEEDINGS**

XIII International scientific  
and practical conference

**GLOBAL AND  
REGIONAL PROBLEMS OF  
INFORMATIZATION IN  
SOCIETY AND  
NATURE USING  
'2025**

13-14 November 2025

Kyiv, NULES of Ukraine

Kyiv 2025

## **МАТЕРІАЛИ**

XIII Міжнародної науково-  
практичної конференції

**ГЛОБАЛЬНІ ТА  
РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В  
СУСПІЛЬСТВІ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ  
'2025**

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## **МАТЕРІАЛИ**

XIII Міжнародної науково-практичної конференції

# **ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В СУСПІЛЬСТВІ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ '2025**

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

УДК 004

Рекомендовано до друку вченою радою факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 18.12.2025).

Укладач: д.т.н., доцент Шкарупило В.В.

Збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної конференції "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2025", 13–14 листопада 2025 року, НУБіП України, Київ. – К.: НУБіП України, 2025. – 206 с.

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

© Національний університет біоресурсів  
і природокористування України, 2025