

Сергій Карашкевич, Ігор Пірко*

¹ НЛТУ України, Львів, Україна, 122.24karashkevych.s@nltu.lviv.ua

² НЛТУ України, Львів, Україна, pirko@nltu.edu.ua

**Рекомендаційна система прогнозування врожайності
сільськогосподарських культур на основі методів машинного навчання**

***Анотація.** Розроблено та реалізовано рекомендаційну систему для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур із застосуванням методів машинного навчання. Вона включає аналіз сучасних підходів та існуючих систем у галузі аграрних прогнозів, а також формулювання математичної моделі та алгоритмів роботи системи. Реалізована програмна модель пройшла тестування, що підтвердило її ефективність і можливість використання в практичних умовах. Застосування таких систем сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва та оптимізації прийняття рішень аграріями.*

***Ключові слова** – машинне навчання, рекомендаційна система, прогнозування врожайності, сільськогосподарські культури.*

Вступ. Використання сучасних методів машинного навчання дозволяє створити точні системи прогнозування, які враховують змінні зовнішні фактори, такі як кліматичні умови. Інтеграція рекомендаційних систем сприяє оптимізації агротехнічних заходів, що підвищує продуктивність та зменшує витрати ресурсів. Застосування штучного інтелекту у сільському господарстві сприяє швидкому аналізу великих об'ємів даних, таких як супутникові знімки та історичні дані, що є важливим фактором для сучасного агробізнесу. Врахування динамічних змін у кліматі дозволяє системам адаптувати свої рекомендації та прогнозування [1]. Розробка такої системи сприяє підвищенню рівня автоматизації аграрного сектору, що відповідає сучасним тенденціям цифровізації економіки. Впровадження інтелектуальних рекомендаційних систем допомагає аграріям приймати обґрунтовані рішення щодо вибору культур, термінів посіву та внесення добрив. Використання сучасних технологій та алгоритмів машинного навчання сприяє вирішенню проблем недостатньої точності традиційних методів прогнозування. Впровадження розробленої системи здатне значно під-

вищити конкурентноспроможність українського аграрного сектору на внутрішньому та світовому ринках.

Розробка інтелектуальної системи. Мета роботи – розробити та реалізувати рекомендаційну систему для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур на основі методів машинного навчання.

Для створення рекомендаційної системи прогнозування врожайності сільськогосподарських культур використовується широкий спектр інформаційних джерел, які містять дані про стан посівів, агрокліматичні умови та агротехнологічні процеси [2]. Одним із ключових джерел є метеорологічні дані, які включають інформацію про температуру повітря, кількість опадів, вологість, швидкість вітру та інші кліматичні параметри. Ці дані збираються як з місцевих метеостанцій, так і з глобальних мереж спостереження, що дозволяє отримувати як детальну локальну, так і широкомасштабну кліматичну інформацію.

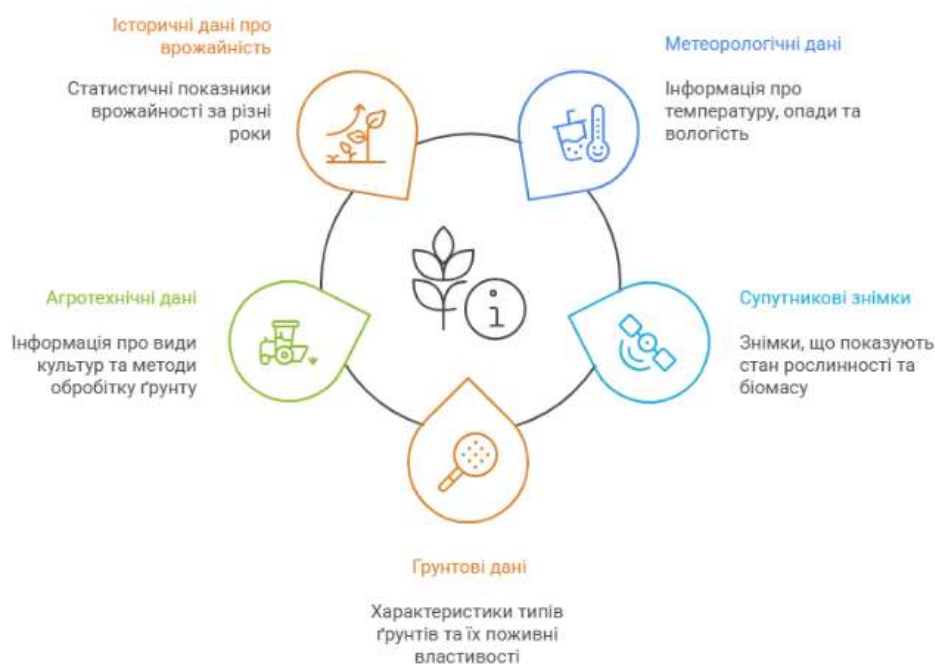


Рисунок 1. Фактори, що впливають на прогнозування врожайності

Важливою складовою є супутникові знімки, які надають інформацію дистанційного зондування Землі. Через обробку таких зображень можна оцінити вегетаційний індекс NDVI, що є показником стану рослинності, рівня біомаси та здоров'я посівів. Використання супутникових даних дає змогу здійснювати моніторинг великих площ у режимі реального часу.

Інформація, що використовується в рекомендаційній системі прогнозування врожайності, представлена різноманітними типами даних, кожен з яких має специфічну структуру та формат, що визначає методи їх обробки і аналізу. Основними типами даних є часові ряди, просторові дані, табличні дані та текстові інформаційні джерела [3].

Часові ряди - це послідовності значень, що фіксуються через рівні проміжки часу. Для агровиробництва це метеорологічні дані, такі як температура повітря, рівень опадів, вологість, інтенсивність сонячного випромінювання, які змінюються щоденно або щогодинно. Ці дані мають послідовну структуру з часовою позначкою для кожного виміру, що дозволяє відстежувати динаміку кліматичних факторів у часі та аналізувати їх вплив на стан посівів [4].



Рисунок 2. Етапи розробки рекомендаційної системи прогнозування врожайності

Експериментальна частина. Інтерфейс інтелектуальної системи представлено на рис. 3. Після вибору регуляторами необхідних значень вхідних змінних вибирають рік для прогнозування, середню кількість опадів, кількість використаних пестицидів, середню температуру. Далі з двох випадających списків вибирають країну та тип культури: кукурудзу, картоплю, рис, сорго, соєві боби, пшеницю. Після цього потрібно натиснути кнопку Передбачити урожай-

ність. Правіше в головному вікні з'явиться результат прогнозу урожайності сільськогосподарської культури.

Рисунок 3. Графічний інтерфейс інтелектуальної системи

Висновок. Розроблено рекомендаційну систему, яка дозволяє вводити дані та отримувати прогноз врожайності для ряду сільськогосподарських культур. Основною цільовою змінною обрана врожайність, яка залежить від ряду незалежних змінних – року, температури, опадів, пестицидів. Апробовано дві моделі лінійну регресію та Random Forest. Найкращі результати показала модель Random Forest, яка продемонструвала високу точність за метриками MAE та R^2 . Проведене тестування підтвердило стабільну роботу системи, її здатність адаптуватися до нових даних та формувати точні рекомендації. Реалізовано інтерфейс для цієї системи. Ця система має практичну цінність для аграріїв, які прагнуть знизити ризики втрат урожаю.

Список використаних літературних джерел

- [1] Lobell, D., Ortiz-Monasterio, J., & Gurrola, F. (2007). Identification of yield-limiting factors using crop simulation and geostatistical analysis. *Field crops research*, 103(3). P. 194-198.
- [2] Khaki, S., & Wang L. (2019). Crop yield prediction using deep neural networks. *Frontiers in plant science*, 10. P. 621-629.

- [3] You, J., Li, X., Lobell, D., & Ermon, S. (2017). Deep gaussian process for crop yield prediction based on remote sensing data. Proceedings of the aaai conference on artificial intelligence, 31(1). P. 4559-4566.
- [4] Pantazi, X., Moshou, D., Alexandridis, T., & Whetton, R. (2016). Wheat yield prediction using machine learning and advanced sensing techniques. Computers and electronics in agriculture, 121, P. 57-65.

Recommendation system for predicting crop yields based on machine learning methods

Serhiy Karashkevych, Igor Pirko

A recommender system for predicting crop yields using machine learning methods has been developed and implemented. It includes an analysis of modern approaches and existing systems in the field of agricultural forecasts, as well as the formulation of a mathematical model and algorithms for the system. The implemented software model has been tested, which confirmed its effectiveness and the possibility of use in practical conditions. The use of such systems contributes to increasing the efficiency of agricultural production and optimizing decision-making by farmers.