

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗЕРНОВОЇ МАСИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЗБЕРІГАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто проблему прогнозування температури зерна у сховищах для забезпечення безпеки зберігання. Проаналізовано та порівняно кілька підходів до цієї проблеми, в яких відмінності в методах та моделях впливають на швидкість та точність прогнозування.

Ключові слова: прогнозування температури, зберігання зерна, опорний вектор регресії, ряди Фур'є, механізм уваги.

Abstract

The paper considers the problem of grain temperature forecasting in storage facilities to ensure storage safety. Several approaches to this problem are analyzed and compared, in which differences in methods and models affect the speed and accuracy of forecasting.

Keywords: temperature forecasting, grain storage, regression support vector, Fourier series, attention mechanism.

Вступ

Зерно відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та економічної стабільності. Однак, зберігання зерна вимагає контролю температури зернової маси, що є важливим аспектом для забезпечення якості та тривалості зберігання. Сучасні технології, такі як Інтернет речей та штучний інтелект, використовуються для поліпшення процесу прогнозування температури зернової маси.

Аналіз наукових статей, що досліджують методи прогнозування температури зернової маси, містить підходи, які включають використання погодних факторів та методу опорного вектора регресії (SVR), моделі кодера-декодера з механізмом уваги, а також моделі на основі рядів Фур'є. Огляд статей допомагає визначити переваги та недоліки кожного із методів.

Результати дослідження

Перша стаття присвячена дослідженню прогнозування температури зернової маси з використанням погодних факторів за допомогою підходу опорного вектора регресії (SVR). Автори починають з аналізу кореляції між збереженими даними температур в зернохранищах та метеорологічними даними, отриманими з мережі метеорологічних станцій. Для цього вони використовують коефіцієнт кореляції Пірсона, що дозволяє встановити зв'язок між цими двома наборами даних [1].

Автори використовують методи виявлення викидів та нормалізації даних для попередньої обробки. Виявлення викидів дозволяє виявити нетипові значення в даних, які можуть впливати на точність моделі. Нормалізація даних потрібна для того, щоб привести їх до одного масштабу, що допомагає уникнути проблеми нестабільності в моделі [1].

Використовується модель опорного вектора регресії (SVR) для прогнозування температури зернової маси на основі погодних даних. Вони включають різні функції ядра в модель SVR для досягнення кращої точності. Зокрема, вони досліджують використання ядерної функції радіальної базисної функції Гауса (RBF) і порівнюють її з іншими варіантами [1].

У результаті дослідження автори приходять до висновку, що запропонований підхід є дієвим для прогнозування температури зернової маси з використанням погодних даних. Вони також зауважують, що використання ядерної функції RBF дозволяє досягти найкращих результатів, що свідчить про її відповідність для цієї задачі прогнозування.

Друга стаття пропонує новий підхід до прогнозування температури зерна, використовуючи модель кодера-декодера з механізмом уваги. Автори визначають, що контроль температури є ключовим для забезпечення якості зерна під час зберігання, і що ефективне керування температурою є важливим для забезпечення безпечного зберігання зерна [2].

У статті описується застосування оператора Собеля для вилучення локальних характеристик цільової точки, оскільки точки на градієнтному напрямку температурної поверхні мають значний

вплив на температуру цільової точки. Крім того, враховуючи кореляційну структуру в сенсорних даних, використовується механізм уваги для виділення глобальних характеристик цільової точки [2].

Для отримання інформації про довготривалий стан просторових факторів використовується мережа довгострокової короткочасної пам'яті (LSTM), що обробляє витягнуті просторові характеристики. Блок LSTM і згортова нейронна мережа використовуються для кодування просторових характеристик цільових точок. Також використовується механізм тимчасової уваги та блок LSTM для декодування і прогнозування температури зерна в майбутньому [2].

Результати дослідження з використанням реальних даних зберігання зерна показують, що запропонована модель перевершує кілька інших, включаючи модифікований Калманом оператор найменшого абсолютного усадки та відбору (LASSO), згортову мережу часових графів (T-GCN), LSTM, CNN-LSTM, і згортковий LSTM (Conv-LSTM), і має значні переваги в точності прогнозування температури зерна.

У третій статті автори використовують модель прогнозування на основі рядів Фур'є, що базується на методі найменших квадратів, для опису руху середньої температури зерна та добової температури повітря. Ця модель, відома як модель гістерезисного циклу (HCM), використовує аналіз Фур'є та метод найменших квадратів для прогнозування температури зерна на основі добової температури повітря [3].

Основною ідеєю HCM є встановлення співвідношення між температурою повітря та зернової маси, що будується на основі аналізу Фур'є, з оптимальним порядком моделі, визначеним за допомогою критеріїв інформативності Akaike. Цей метод може відображати затримку часу зміни температури зернової маси відносно зміни температури повітря, використовуючи лише одну змінну (температуру повітря). Метод вказує на ефективність та працездатність моделі яка має високу точність прогнозування [3].

Усі три підходи мають свої переваги та недоліки. Підхід SVR може бути ефективним для прогнозування на основі погодніх даних, але вимагає попередньої обробки та аналізу кореляції. Модель кодера-декодера з механізмом уваги може бути корисною для врахування просторових та тимчасових характеристик, але може вимагати складнішої обробки даних. Модель на основі рядів Фур'є може бути простою та ефективною, але може бути менш точною у визначенні довгострокових тенденцій.

Загалом, дослідження показують, що різні підходи можуть бути ефективними для прогнозування температури зерна в приміщеннях зберігання, і вибір конкретного підходу може залежати від конкретних умов та обмежень задачі.

Висновки

У результаті аналізу трьох наукових статей, присвячених прогнозуванню температури зернової маси, було виявлено різні підходи та методи. Перша стаття використовує погодні фактори та метод SVR, друга - модель кодера-декодера з механізмом уваги, а третя - модель на основі рядів Фур'є. Всі вони спрямовані на підвищення точності прогнозування температури зернової маси.

Цей огляд підкреслює важливість використання сучасних технологій у сільському господарстві та зберіганні зерна. Подальше дослідження в цьому напрямку може призвести до розробки більш точних та ефективних методів прогнозування, що в свою чергу сприятиме підвищенню якості та безпеки зберігання зерна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. S. Duan, W. Yang, X. Wang, S. Mao and Y. Zhang, "Grain Pile Temperature Forecasting from Weather Factors: A Support Vector Regression Approach," 2019 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC), Changchun, China, 2019, pp. 255-260.
2. S. Duan, W. Yang, X. Wang, S. Mao and Y. Zhang, "Temperature Forecasting for Stored Grain: A Deep Spatiotemporal Attention Approach," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 23, pp. 17147-17160, 1 Dec.1, 2021
3. Qiyang Wang, Jiachang Feng, Feng Han, Wenfu Wu & Shucheng Gao (2020) Analysis and prediction of grain temperature from air temperature to ensure the safety of grain storage, International Journal of Food Properties, 23:1

Лішук Андрій Романович – студент групи 174-23а, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : a.r.lishchuk@gmail.com

Lishchuk Andrii R. – student of 174-23a group, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : a.r.lishchuk@gmail.com