

120. Степаненко С.П., д.т.н., с.н.с., Кузьмич А.Я., к.т.н., с.н.с., Волик Д.А., аспірант, Пападюк І.С. Інститут механіки та автоматики АПВ, смт. Глеваха, Київська обл., Україна

АНАЛІЗ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОРОВОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Природно-кліматичні умови України сприятливі для вирощування різних сортів пшениці з високим вмістом клейковини (25-32%), а також круп'яних культур, таких як горох, ячмінь, овес і гречка. Щорічно обсяги вирощування цих зернових культур зростають завдяки легкості їх реалізації на зерновому ринку [1-4].

Важливо не тільки виростити урожай, а й забезпечити якісне насіння для майбутніх посівів. Зібраний урожай потребує належного оброблення та зберігання. Оскільки виробництво насіння є сезонним, а споживання відбувається протягом усього року, збереження зерна має велике значення.

Зерно використовується для різних цілей, формуючи продовольчий, насінневий та фуражний фонди. До якості зерна висуваються певні вимоги залежно від його призначення. Стандарти якості зерна відображені у відповідних нормативно-технічних документах. Стандарт є основним державним документом, що містить обов'язкові норми за всіма ключовими показниками якості.

Був проведений аналіз існуючих стандартів з метою виявлення візуально визначуваних та найбільш трудомістких показників якості зерна та продуктів його перероблення. Аналіз показав, що візуально визначувані показники якості зерна до таких показників якості належать колір, розміри, ураженість зерна та продуктів його перероблення, склоподібність зерна пшениці, колір та розміри засмічувачів зерна тощо. Ці показники якості є важливими як для технологів (під час перероблення зерна на борошно та крупу), так і для споживачів готової продукції. Визначення цих показників вимагає від працівників виробничо-технічної лабораторії підвищеної уваги, напруги та викликає швидке перевтомлення зорових аналізаторів.

Результати досліджень дозволили зробити висновок: оцінка показників якості, що визначаються за візуальною характеристикою, є суб'єктивною. Точність такого аналізу залежить від багатьох чинників, таких як досвід та професійні навички лаборанта, умови освітлення та технічна досконалість лабораторного обладнання.

Для усунення суб'єктивного підходу до оцінки якості зерна, продуктів його перероблення та готової продукції, а також для скорочення часу на проведення лабораторних аналізів, запропоновано нові методи оцінки, що ґрунтуються на застосуванні сучасного зорового штучного інтелекту.

Нами розроблено програмно-апаратний комплекс [5-10], який включає програму "Аналіз зернових матеріалів", персональний комп'ютер та кольоровий планшетний сканер або цифрову відеокамеру.

Програма "Аналіз зернових матеріалів" забезпечує введення зображень, їхнє перетворення та проведення вимірювань. Статистична обробка результатів виконується за допомогою програми Python. Дана програма працює в операційній системі Linux та обробляє зображення різного формату.

Автоматичні вимірювання проводяться на зображеннях зерна пшениці та інших сипких продуктів. Об'єкти для вимірювання автоматично виділяються за алгоритмами аналізу зображення. Потім на кожному виділеному об'єкті здійснюються вимірювання, наприклад, визначається довжина, ширина та площа зернівки. Отримані результати вимірювань передаються до розробленої моделі для подальшої обробки.

За допомогою програмно-апаратного комплексу "Аналіз зернових матеріалів" були розроблені наступні методики оцінки якості зерна:

1. Вміст домішок у вихідному зерні.
2. Фракційний склад зерна.
3. Визначення вмісту неочищеного зерна в кінцевій продукції.
4. Визначення крупності зерна тощо.

З використанням розроблених методик була проведена частина експериментів. Отримані дані дозволили зробити такі висновки:

1. Стандартний ситовий аналіз зерна, виявив значні недоліки, такі як висока похибка отриманих результатів (до 20%), недосів продуктів та непряма оцінка деяких показників якості (наприклад, крупність та фракційний склад зерна оцінюються за масою кожної фракції у відсотках).

2. Необхідно систематизувати всі показники якості, що визначаються візуально або оцінюються за допомогою ситового аналізу (геометричні параметри), та розробити нові методики для їх оцінки із застосуванням програмно-апаратного комплексу "Аналіз зернових матеріалів".

3. Програмно-апаратний комплекс "Аналіз зернових матеріалів" дозволяє усунути монотонність праці лаборанта та суб'єктивність у підході до оцінки якості.

4. Завдяки програмно-апаратному комплексу "Аналіз зернових матеріалів" багато показників якості можуть бути визначені в кілька разів швидше і точніше.

5. Для проведення робіт немає потреби в розробці спеціального лабораторного обладнання, яке наразі є досить дорогим.

6. Статистична обробка експериментально отриманих даних підтвердила високу точність.

7. Спектр досліджень може бути значно розширений, а програмно-апаратний комплекс "Аналіз зернових матеріалів" може бути використаний для оцінки багатьох інших сипких продуктів.

Дослідження виконано в рамках проекту «Розробити систему аналізу та розпізнавання зернових матеріалів з використанням машинного зору» межах грантової тематики 2023.04/0040, що фінансується Національним фондом досліджень України.

Список використаних джерел

1. Степаненко С. П., Кузьмич А. Я., Борис А. М., Днесь В. І., Волик Д. А. Дослідження фізико-механічних та оптичних характеристик зернових матеріалів. Конструювання, виробництво та

- експлуатація сільськогосподарських машин. 2024. Вип. 54. С. 36-46. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2024.54.36-46>.
2. Stepanenko S., Kuzmych A., Kharchenko S., Borys A., Dnes V., Volyk D., & Kalinichenko R. (2025). A machine vision approach for grain quality control during separation. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 12(1), P. E9–E17. [https://doi.org/10.21272/jes.2025.12\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2025.12(1).e2).
 3. Степаненко С. П., Днесь В.І., Борис А.М., Кузьмич А.Я., & Волик Д.А. (2024) Алгоритм цифрової ідентифікації зернових матеріалів. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Вип. 54. С. 153-159. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2024.54.153-159>.
 4. Степаненко С. П., Кузьмич А.Я., Борис А.М., Днесь В.І., & Швидя В.О. (2024) Аналіз безконтактних методів контролю геометричних параметрів зернових матеріалів. *Механіка та автоматика агропромислового виробництва : загальнодержавний збірник / ІМА АПВ НААН*. Глеваха. Вип. 5 (119). - С. 105-116. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2024-2-11>.
 5. Serhii Stepanenko, Viktor Dnes, Viktor Shvydia, Andriy Boris, & Alvian Kuzmych (2024) Prerequisites for the application of machine vision in grain material identification. *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche: Raccolta di articoli scientifici «ΛΟΓΟΣ» con gli atti della VI Conferenza scientifica e pratica internazionale*, Bologna, 15 novembre, 2024. Bologna-Vinnitsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC, 2024. p. 131-136. <https://doi.org/10.36074/logos-15.11.2024.031>.
 6. Степаненко С. П., Кузьмич А.Я., & Швидя В.О. (2024). Інноваційні оптично-електронні технології швидкого аналізу зерна в галузі післязбиральної обробки. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ*. Запоріжжя: ТДАТУ. Вип. 14, т. 1. С.1-13. <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-5>.
 7. Степаненко С. П., Мироненко В.Г., & Погорілий С.П. (2024). Дослідження факторів пошкодження зерна в процесах сепарації. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ*. Запоріжжя: ТДАТУ. Вип. 14, т. 1. С.1-13. <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-1>.
 8. Kotov B., Stepanenko S., Tsurkan O., Hryshchenko V., Pansyr Y., Garasymchuk I., Spirin A., & Kupchuk I. (2023) Fractioning of grain materials in the vertical ring air channel during electric field imposition, *Przełąd Elektrotechniczny* 1, 100-104. <https://doi:10.15199/48.2023.01.19>.
 9. S. Stepanenko, B. Kotov, A. Kuzmych, I. Demchuk, V. Melnyk, & D. Volyk. (2024) Modelling of aerodynamic separation of grain material in a combined centrifugalpneumatic separator. *ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT. Proceedings*, Volume 23, May 22-24, 2024 Jelgava, Latvia. p. 1143-1149. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2024.23.TF236>.
 10. S. Stepanenko, V. Lukach, I. Demchuk, A. Kuzmych, R. Kalinichenko, V. Gerasymenko, & V. Vasylyuk. (2024) Study of the rotary cleaners of the holes of cylindrical sieves on a vibrocentrifugal separator. *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY*, ISSN 0033-2097, R. 100 NR 8/2024. p. 160-163. <https://doi.org/10.15199/48.2024.08.33>.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ



ЗБІРНИК ТЕЗ

XI Міжнародної науково-практичної конференції
**«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій
та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»**

<https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>



11 квітня 2025 року
м. Житомир

<https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>

УДК 631.2:621.017:615.281:340(477)

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь. PTDSTSAMT-2025» з нагоди 30-річчя започаткування підготовки ОС «Бакалавр» за спеціальністю «Агроінженерія». 11 квітня 2025 року. МОН України. Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Житомир. 2025. 333 с. <https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>.

Рекомендовано до друку методичною радою Житомирського агротехнічного фахового коледжу МОН України (протокол від 10.04.2025 р. № 6)

Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference "Prospects and Trends in Development of Structures and Technical Service of Agricultural Machinery and Tools. PTDSTSAMT-2025." on occasion of the 30th anniversary of the initiation of the preparation of the Bachelor's Entity in the specialty "AgroEngineering". April 11, 2025. Ministry of Education and Science of Ukraine. Zhytomyr Agrotechnical Professional College. Zhytomyr. 2025. 333 p. <https://doi.org/10.64165/proceeding-ptdstsamt.2025>.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів Житомирського агротехнічного фахового коледжу, провідних вітчизняних і закордонних закладів вищої освіти та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The collection presents abstracts of reports by scientific and pedagogical workers, researchers, postgraduates and students of the Zhytomyr Agrotechnical Professional College, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, which consider the completed stages of development.

Передрук або інше відтворення в будь-якій формі в цілому або частково матеріалів, опублікованих у цьому віданні, дозволено лише за посиланням на джерело і дотриманням вимог законодавства