

УДК 633.1:681.78

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА

С. П. СТЕПАНЕНКО, доктор технічних наук, старший науковий співробітник,
А. Я. КУЗЬМИЧ, кандидат технічних наук, старший дослідник,
Д. А. ВОЛИК, аспірант
Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України
E-mail: stepanenko_s@ukr.net

Контроль якості процесів очищення зерна є важливим елементом агропромислового виробництва, який безпосередньо впливає на економічну ефективність, безпеку харчових продуктів та конкурентоспроможність продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках. Якість зерна визначає його придатність для подальшого використання у харчовій та переробній промисловості, а також впливає на терміни зберігання та транспортування.

Україна є одним із найбільших експортерів зернових у світі, і стан аграрного сектора має істотний вплив на економіку країни. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), у 2021 році Україна експортувала 19,395 млн тонн пшениці, що становило приблизно 9,7% від загального світового експорту. Це робить Україну одним із ключових постачальників пшениці на міжнародному ринку, особливо для країн Близького Сходу, Північної Африки та Азії.

Мета дослідження полягає в оцінюванні перспектив використання системи машинного зору для розпізнавання зернових матеріалів за допомогою аналізу та обробки зображень, що дасть змогу здійснення ефективного контролю процесів очищення зерна.

Аграрні компанії стикаються з численними проблемами під час контролю якості зерна використовуючи традиційні методи. Такі методи здебільшого базуються на фізичних та хімічних тестах, що потребують людської участі.

Незважаючи на те, що ці методи вважаються надійними та використовуються протягом тривалого часу, вони мають низку обмежень та є непридатними для розроблення систем автоматизації процесів очищення зерна.

Розробка інноваційних технологій дозволяє створювати ефективні системи для автоматичного виявлення рівня засміченості та оцінки якості зернових культур, значно перевершуючи традиційні методи в точності, швидкості та об'єктивності.

Системи комп'ютерного зору є ще одним передовим інструментом, який дозволяє автоматизувати процес візуальної оцінки, використовуючи алгоритми обробки зображень і машинного навчання для розпізнавання та класифікації об'єктів. Такі системи забезпечують стабільні результати, мінімізуючи вплив людського фактора, і дозволяють стандартизувати контроль якості продукції.

Комп'ютерний зір у поєднанні з нейронними мережами базується на сучасних методах обробки зображень та алгоритмах машинного навчання, що дозволяє досягати високих показників точності та швидкості оцінки. Камери високої роздільної здатності використовуються для захоплення детальних зображень зразків, з якими працюють алгоритми комп'ютерного зору. Типова роздільна здатність камер для такого аналізу становить не менше 5 мегапікселів, що дозволяє отримувати зображення, достатні для виявлення мікроскопічних дефектів або дрібних частинок домішок.

На етапі обробки зображень використовуються конволюційні нейронні мережі (CNN), архітектура яких включає кілька згорткових (convolutional) та згладжувальних (pooling) шарів. Згорткові шари аналізують зображення, виділяючи в них ключові ознаки – краї, текстури, форми, – що дозволяє ідентифікувати зерна та домішки. Для підвищення точності виявлення дефектів використовуються архітектури на зразок ResNet або MobileNet, що забезпечують високу точність класифікації навіть на великих обсягах даних. Для навчання CNN зазвичай потрібен великий набір анотованих даних – зображень зерен із маркованими домішками та дефектами. В результаті, після етапу навчання модель може автоматично розпізнавати та виділяти різні типи домішок, надаючи точність до 95% при достатньому обсязі навчальних даних.

Використання графічних процесорів (GPU) прискорює обробку зображень та аналіз до 5–10 мс на один зразок, що дозволяє системі працювати зі швидкістю понад 10 000 зразків на годину. Також часто застосовуються нейронні процесори та FPGA-платформи, які оптимізовані для швидкої обробки та споживають менше енергії, що особливо важливо для моніторингу у виробничих умовах.

Висновки. Традиційні методи контролю, такі як ручний розбір та механічне сортування, мають певні обмеження у швидкості, точності та об'єктивності, особливо при роботі з великими обсягами продукції.

Сучасні підходи до контролю якості зерна, зокрема із застосуванням технологій комп'ютерного зору та нейронних мереж, є перспективними та мають суттєві переваги перед традиційними методами. Вони дозволяють забезпечити об'єктивність, високу точність та швидкий контроль якості, що є

важливим для створення систем контролю та автоматизації процесів очищення зерна.

Список використаних джерел

1. Квашук Д. М., Єрохін Р. О. Огляд можливостей застосування машинного зору в сільському господарстві. Агросвіт. 2019. № 12. С. 60–64. DOI: 10.32702/2306-6792.2019.12.60
2. Грицик В.В., Дунас А.Я. Дослідження методів розпізнавання образів для систем комп'ютерного зору роботів майбутнього. Інформаційні технології. Вісник ХНТУ №3(62), 2017. том 1. С. 297-301.
3. Жеребух О., Фармага І. Використання нейронних мереж для визначення об'єктів на зображенні. Computer design systems. Theory and practice Vol. 6, No. 1, 2024. С. 232–240.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
118-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***20-21 лютого 2025 року
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



PROCEEDINGS

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated
to the 118th anniversary of the birth of
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Vice President of the UAAS
KRAMAROV
Volodymyr Savovych
(1906-1987)*

«KRAMAROV'S READINGS»

*February 20-21, 2025
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceeding of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;
Тонха О. Л. – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Ружило З. В. – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Мельник В. І. – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;
- Члени організаційного комітету:**
- Автухов А. К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
Адамчук В. В. – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;
Альмейда А. – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);
Аулін В. В. – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;
Арак М. – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);
Банний О. О. – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
Бєлоєв Х. – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);
Борак К. В. – заступник директора ЖАТФК;
Братішко В. В. – декан МТФ НУБіП України;
Будяй О. В. – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;
Булгаков В. М. – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;
Василенко М. О. – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;
Васильковський О. М. – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;
Войтюк Д. Г. – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;
Герук С. М. – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;
Джеонг Ілля – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);
Домейка Р. – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);
Захарчук О. В. – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;
Іванишин В. В. – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;
Ковалишин С. Й. – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;
Коренко М. – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

Тін Ю Чен - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

Фіндура П. – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

Шарибура А. О. – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

Яковенко І. А. – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.