

Список використаних джерел

1. Shebanina, O., Tyshchenko, S., Parkhomenko, O., Khylo, I., Krainii, V. (2025). Application of artificial intelligence to improve the economic efficiency of land use management in the agricultural sector. *Ekonomika APK*, 32(1), 82-90. <https://doi.org/10.32317/ekon.apk/1.2025.82>
2. Мельник, Л., Зубалій, К., Бурлакова, І., Кубатко, О. (2026). Економічні проблеми цифровізації підприємств аграрного сектору в умовах війни. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, (1 (105), 23-28.
3. Бурдяк, М., Томашук, І. (2023). Загальні аспекти застосування цифрових технологій у діяльності аграрних підприємств. *Управління змінами та інновації*, (7), 12-18.

Трофименко І. О.,

здобувач вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія»

Науковий керівник: Борян Л. О., старший викладач кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв

ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ МІКРОКЛІМАТУ В СУЧАСНИХ ЗЕРНОСХОВИЩАХ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВТРАТ ПРОДОВОЛЬСТВА

У роботі досліджено проблему значних втрат зернової продукції під час зберігання через порушення режимів мікроклімату. Обґрунтовано доцільність переходу від традиційного ручного моніторингу до автоматизованих систем управління. Проаналізовано ключові параметри контролю та висвітлено роль моніторингу CO₂ як раннього індикатора біологічного псування. Розглянуто алгоритми роботи програмованих логічних контролерів, основні режими вентиляції та переваги превентивного підходу до збереження зернової маси. Доведено технологічну та економічну ефективність впровадження автоматизації, що дозволяє суттєво мінімізувати втрати та забезпечити швидку окупність інвестицій.

Україна – одна з провідних аграрних держав світу з потенціалом орних земель близько 32 млн гектарів. Однак висока врожайність сама по собі не гарантує економічного успіху: за статистичними даними, через порушення умов зберігання втрати зерна становлять від 10% до 30%. Це означає, що кожна третя тонна зерна може бути втрачена ще до того, як потрапить на ринок.

Головна причина – недотримання мікроклімату у сховищах, що запускає ланцюг небажаних фізико-хімічних і біологічних процесів. Саме тому питання автоматизованого управління умовами зберігання є не технічною деталлю, а стратегічним завданням для аграрного сектору. Зерносховище — це спеціально обладнане приміщення для схову та зберігання зерна. Воно призначене для розміщення продовольчого і фуражного зерна основних сільськогосподарських

культур (пшениці, ячменю, кукурудзи тощо), які пройшли етап післязбиральної обробки на токах чи комплексах первинної очистки.

Якість зерна визначається трьома ключовими показниками, кожен з яких має чіткі порогові значення:

Параметр	Норма	Наслідки перевищення
Вологість зерна	13,5–14,5%	Вище 15–16% – виникає грибкова мікрофлора та вільна вода
Температура	+5...+10°C	Вище +20°C – активний розвиток шкідників
Концентрація CO ₂	0,04% (атмосферна норма)	0,5–1,0% – сигнал біологічної активності

Важливо підкреслити: концентрація CO₂ є раннім індикатором – її зростання сигналізує про початок небажаних процесів ще до помітного підвищення температури. Це робить CO₂ моніторинг особливо цінним інструментом для запобігання втрат врожаю.

Датчики температури та вологості розміщуються у зерновій масі з кроком 1,5-3 метри, що дозволяє отримати повну картину температурного поля всередині сховища. Підвищення температури навіть на 1-2°C за добу система розглядає як ознаку початку самозігрівання. Програмований логічний контролер (ПЛК) не просто реєструє відхилення, а оцінює: чи здатне повітря поглинути вологу без утворення конденсату (розрахунок «точки роси»), яка динаміка змін параметрів, який режим вентиляції є доцільним у конкретних умовах. Система реалізує три основні режими залежно від ситуації: охолодження (подача повітря 30-50 м³/(год·т)), підсушування при незначному перевищенні вологості та проморожування взимку до -2...-5°C для повного зупинення біологічних процесів. Використання частотних перетворювачів забезпечує енергоефективну роботу вентиляторів. Програмне забезпечення на комп'ютері оператора, у вигляді зручних графіків відображає весь процес і видає SMS/Push-сповіщення у разі аварійних ситуацій.

Щоб оцінити реальну цінність автоматизованих систем, варто розглянути, чим вони принципово відрізняються від традиційного підходу. За традиційного зберігання моніторинг температури здійснюється вручну як правило, раз на добу. Це означає, що між виникненням проблеми та її виявленням може минути до 24 годин, протягом яких процес самозігрівання або розвитку плісняви вже набирає обертів. Контроль вологості є епізодичним і залежить від ініціативи персоналу, а такі параметри, як концентрація CO₂ або точка роси, у більшості випадків взагалі не відстежуються. Головна проблема тут не в недбалості, а в самій природі ручного підходу – людина фізично не може забезпечити той рівень безперервності й точності, який вимагає зернова маса. Саме цю прогалину і закриває автоматизована система.

Практичний результат цієї різниці виражається у цифрах: якщо за традиційного підходу втрати сягають 10–30% як вже зазначено вище, то автоматизовані системи дозволяють скоротити їх до 5–15%. Фактично, це

означає збереження кожної п'ятої–шостої тонни зерна, яка інакше була б втрачена.

Автоматизовані системи управління мікрокліматом є економічно вигідним рішенням. Скорочення втрат зерна на 30–50% збільшує обсяг продукції для реалізації, зниження енергоспоживання досягається завдяки оптимізації роботи обладнання, а автоматичний моніторинг дозволяє зменшити витрати на ручну працю. Сукупність цих факторів забезпечує окупність інвестицій приблизно за два роки, після чого система стабільно знижує витрати та підвищує прибутковість підприємства.

В умовах сучасного агровиробництва України автоматизація контролю мікроклімату є критично необхідною умовою для збереження врожаю та забезпечення рентабельності галузі. Високий рівень втрат зерна (до 30%) не є технологічно обумовленим, а виникає внаслідок низької ефективності традиційного ручного моніторингу, що успішно вирішується впровадженням автоматизованих комплексів. Впровадження автоматизованих систем дозволяє перейти до превентивного управління. Замість усунення наслідків – запобігання самій проблемі.

Список використаних джерел

1. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі Матеріали VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції 03-28 листопада 2025 р. (Запоріжжя 2025)
2. Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства Монографія (Київ, аграрна наука, 2022)
3. Збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної інтернет конференції (24 червня 2025 року м. Полтава)
4. Міжнародної науково-практичної конференції «інноваційні розробки в аграрній сфері» (28-29 листопада 2018 року)

Урсу Д. О.,

здобувач вищої освіти спеціальності F3 «Комп'ютерні науки»

Науковий керівник: Пархоменко О. Ю., к.ф.-м.н., доцент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НЕВЗАЄМОДІЮЧИХ ДОКАЗІВ З НУЛЬОВИМ РОЗГЛОШЕННЯМ (ZERO-KNOWLEDGE PROOFS) ДЛЯ ЗАХИСТУ ДАНИХ ФЕРМЕРІВ У ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАННЯ

У сучасних умовах цифрової трансформації аграрного сектору України особливої актуальності набуває проблема захисту конфіденційної інформації фермерських господарств. Ланцюги постачання сільськогосподарської продукції охоплюють велику кількість учасників: виробників, логістичні компанії, переробні підприємства, торговельні мережі, сертифікаційні органи та державні