

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

VI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



ITT2025

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 6-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Харків 2025

6-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 24–26 листопада 2025 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2025. – 300 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирьма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2025

УДК 004.9:531.7:658.5

ЦИФРОВІ ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ РОЛЬ У ПІДВИЩЕННІ ТОЧНОСТІ ВИРОБНИЦТВА В ЕПОХУ ІНДУСТРІЇ 4.0

DIGITAL MEASUREMENT SYSTEMS AND THEIR ROLE IN IMPROVING MANUFACTURING ACCURACY IN THE ERA OF INDUSTRY 4.0

**к.т.н., доц. Г.Л. Комарова¹, проф. (PhD) М. Руцький², Д.М. Сергєєв³,
І.В. Приміський⁴, к.е.н. С.Б. Крамаренко⁵**

¹Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

²Технологічно-гуманітарний університет імені Казимира Пуласького в Радомі (Польща)

³ПНВП "МІКРОТЕХ" (м. Харків)

⁴НТУУ КІП ім. Ігоря Сікорського (м. Київ)

⁵Приватна наукова установа «Міжгалузева науково-дослідна установа цифровізації та технологій штучного інтелекту» (м. Київ)

**PhD (Tech.) G. Komarova¹, Prof. (PhD) M. Rucki², D. Sergeev³, I. Prymiskyi⁴,
PhD S. Kramarenko⁵**

¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

²Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom (Poland)

³"MIKROTECH" (Kharkiv)

⁴Igor Sikorsky KPI (NTUU "KPI") (Kyiv)

⁵Private scientific institution "Inter-branch scientific research institution of digitalization and artificial intelligence technologies" (Kyiv)

У сучасних умовах швидкого розвитку промисловості та впровадження концепцій Індустрії 4.0 цифровізація виробничих процесів стає ключовим фактором підвищення ефективності та якості продукції. Одним із центральних елементів цифрової трансформації виробництва є цифрові вимірювальні системи (ЦВС), які забезпечують високоточний збір, обробку та аналіз метрологічних даних у реальному часі. Ці системи дозволяють підвищити точність вимірювань, забезпечити відтворюваність результатів та інтегрувати метрологію безпосередньо у виробничий цикл.

Цифровізація метрологічних процесів включає впровадження сенсорів для автоматизованого збору даних у реальному часі, інтеграцію з MES/ERP-системами для централізованого управління вимірюваннями, використання цифрових моделей і віртуальних калібрів для зниження витрат та підвищення точності, а також застосування аналітики й штучного інтелекту для

прогнозування, оптимізації калібрування та своєчасного обслуговування обладнання.

В умовах Індустрії 4.0 цифровізація метрологічних процесів відкриває нові можливості для підприємств. Однією з основних переваг є підвищення точності та надійності вимірювань, що напряду впливає на якість продукції та скорочує втрати від браку. Крім того, цифрові технології дозволяють формувати динамічні карти ризиків та невизначеностей, що є критично важливим для управління складними виробничими системами.

На рисунку 1 представлено структуру цифрової вимірювальної системи, де виділено основні елементи: цифрові датчики, системи обробки даних, аналітичні модулі та інтеграцію з виробничими системами.

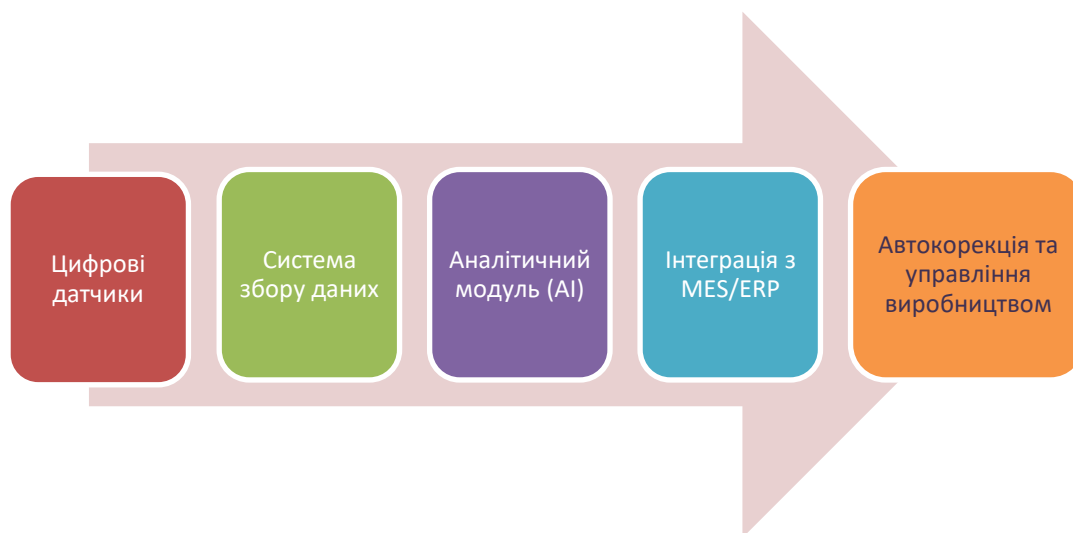


Рисунок 1. Структура цифрової вимірювальної системи

Для наочності впливу цифровізації на метрологічні процеси наведено порівняльну таблицю ефективності традиційних та цифрових методів контролю (табл.1):

Таблиця 1 - Таблиця ефективності традиційних та цифрових методів контролю

Показник	Традиційна метрологія	Цифрові вимірювальні системи
Час збору даних	години	хвилини
Точність вимірювань	середня	висока
Можливість автоматичного аналізу	відсутня	присутня
Прогнозування та оптимізація	обмежена	повна
Інтеграція з виробничими системами	часткова	повна
Витрати на обслуговування	високі	середні

Аналіз показує, що цифрові вимірювальні системи підвищують ефективність метрологічного контролю завдяки швидкості, точності й автоматизації. Вони не лише забезпечують якість продукції, а й сприяють зростанню продуктивності та гнучкості виробництва.

Прикладом практичного застосування цифрових вимірювальних систем є моніторинг геометрії деталей у машинобудуванні, де точність і стабільність параметрів мають вирішальне значення для якості кінцевого продукту. У такій системі високоточні сенсори в режимі реального часу здійснюють безперервний контроль розмірів, форми та розташування елементів деталей під час обробки. Отримані дані автоматично передаються до аналітичних модулів, які за допомогою алгоритмів обробки великих даних та штучного інтелекту виявляють відхилення від номінальних параметрів, аналізують їх причини та формують рекомендації або автоматичні команди для коригування технологічного процесу.

Завдяки інтеграції таких систем із виробничими мережами можливе оперативне налаштування обладнання, що зменшує кількість браку та підвищує ефективність використання ресурсів. Важливою складовою цифрових вимірювальних систем є використання цифрових двійників — віртуальних моделей реальних об'єктів і процесів. Вони дозволяють імітувати виробничі умови, прогнозувати поведінку системи при зміні параметрів, своєчасно визначати потребу в калібруванні вимірювального обладнання та оптимізувати графіки технічного обслуговування.

Таким чином, застосування цифрових вимірювальних систем у машинобудуванні забезпечує перехід від реактивного до прогнозного управління якістю, скорочує витрати на виробництво та підвищує конкурентоспроможність підприємств у межах концепції Індустрії 4.0.

Основні переваги таких систем полягають у швидкому зборі й аналізі даних, високій точності та надійності вимірювань, автоматизації контролю та інтеграції з виробничими інформаційними системами. Вони забезпечують прогнозування відхилень, попередження браку й зниження витрат на обслуговування, що підвищує гнучкість і ефективність виробництва.

У контексті Індустрії 4.0 цифрові вимірювальні системи стають ключовим елементом інтелектуальних виробничих комплексів, забезпечуючи точність, достовірність і своєчасність вимірювань. Їх впровадження оптимізує процеси, підвищує якість продукції та зміцнює конкурентоспроможність підприємств.

[1] Industrial Metrology Trends 2024. Nordic metrology science. Retrieved from <https://nordic-metrology.com/wp-content/uploads/2024/03/Industry-Metrology-Trends-2024-by-Nordic-Metrology-Science.pdf>

[2] Majstorovic, V. D., Durakbasa, N., Takaya, Y., & Stojadinovic, S. (2019). Advanced Manufacturing Metrology in Context of Industry 4.0 Model. 12th International Conference on Measurement and Quality Control- Cyber Physical Issue, 1-11. DOI: 10.1007/978-3-030-18177-2_1 (in English).

[3] Українська стратегія Індустрії 4.0 — 7 напрямів розвитку. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/01/02/ukrainska-strategiya-industrii-4-0-7-napriankiv-rozvtuku/>

[4] Комарова Г.Л., Крамаренко С.Б., Светош В.Ю. Хмарні технології та обчислювальні платформи для ІТС з метою забезпечення ефективної обробки даних. 5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. С.55–58 <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/zbirnik-tez-dopovidej-itt2024-1.pdf>