

Анотація

Кашпур А. П. Шляхи удосконалення парку засобів вимірювальної техніки. Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка», Освітня програма «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка», Український державний університет залізничного транспорту, Харків, 2025.

Кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 53 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 7 рисунків, 1 таблицю, 17 літературних джерел.

Ключові слова: вимірювальні прилади, засоби вимірювальної техніки, віртуальні прилади, цифрові вимірювання, програмне забезпечення, модернізація ЗВТ, автоматизація вимірювань.

Кваліфікаційна робота присвячена аналізу та вдосконаленню парку засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) шляхом впровадження віртуальних вимірювальних приладів. У роботі розглянуто сучасні тенденції в області цифрових технологій вимірювання, визначено переваги переходу від традиційних фізичних приладів до віртуальних систем, що поєднують сенсори, інтерфейси зв'язку та програмне забезпечення. Метою дослідження є обґрунтування доцільності такої трансформації та формування практичних рекомендацій щодо модернізації існуючого парку ЗВТ. Проаналізовано принципи роботи віртуальних приладів, особливості їх апаратного й програмного забезпечення, наведено приклади реального впровадження в промисловості, транспорті, метрології й освіті. Запропоновані підходи можуть бути адаптовані до потреб конкретних підприємств і сприяють розвитку цифрової інфраструктури в межах Індустрії 4.0.

Abstract

Kashpur A.P. Approaches to Improving the Measuring Equipment Fleet. Specialization 152 "Metrology and Information-Measuring Equipment" Educational Program "Metrology and Information-Measuring Equipment", Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, 2025

The qualification paper includes 10 presentation slides and a 53-page explanatory note in A4 format, which features 7 figures, 1 table, and 17 references.

Keywords: measuring instruments, measuring equipment, virtual instruments, digital measurements, software, modernization of measuring equipment, measurement automation.

The qualification paper is dedicated to the analysis and improvement of the fleet of measuring equipment through the implementation of virtual measuring instruments. The work examines current trends in digital measurement technologies and identifies the advantages of transitioning from traditional physical instruments to virtual systems that integrate sensors, communication interfaces, and software.

The objective of the study is to justify the feasibility of such a transformation and to develop practical recommendations for modernizing the existing fleet of measuring equipment. The principles of operation of virtual instruments, the features of their hardware and software components are analyzed, and examples of real-world implementation in industry, transportation, metrology, and education are provided.

The proposed approaches can be adapted to the specific needs of enterprises and contribute to the development of digital infrastructure within the framework of Industry 4.0.

Український державний університет залізничного транспорту
Механіко-енергетичний факультет
Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРКУ
ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Пояснювальна записка і розрахунки
до бакалаврської кваліфікаційної роботи

БКРМЕ.152.25.01.00 ПЗ

Розробила здобувачка групи 105-МВТ-Д21
спеціальності 152 Метрологія та
інформаційно-вимірвальна техніка
ОП Метрологія та інформаційно-
вимірвальна техніка

_____Аліна КАШПУР

Керівник ст.викладач, канд. техн. наук

_____Людмила ВОЛОШИНА

Рецензент доцент, канд. техн. наук

_____Ганна КОМАРОВА

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра - Інженерія вагонів та якість продукції

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність – 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Освітня програма – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри інженерії
вагонів та якості продукції,
професор, д-р техн. наук

_____ Ігор МАРТИНОВ

« ____ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я на бакалаврську кваліфікаційну роботу

Кашпур Аліни Петрівни

1 Тема «Шляхи удосконалення парку засобів вимірювальної техніки»
керівник Волошина Людмила Володимирівна, к.т.н., старший викладач,

затверджені розпорядженням по механіко – енергетичному факультету
від « 12 » травня 2025 року № 27 .

2 Строк подання здобувачем закінченої роботи « 09 » червня 2025 р.

3 Вихідні дані: віртуальні вимірювальні прилади.

4 Зміст розрахунково - пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Теоретичні основи віртуальних вимірювальних приладів

4.2 Аналіз і порівняння класичних та віртуальних засобів вимірювання

4.3 Шляхи удосконалення парку ЗВТ на основі віртуальних технологій

5 Дата видачі завдання «12» травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз матеріалу, отриманого на базі практики	12.05.25	виконано
2 Формулювання напрямку, мети та задач кваліфікаційної роботи	13.05.25	виконано
3 Розробка основних розділів пояснювальної записки	26.05.25	виконано
4 Шляхи удосконалення парку засобів вимірювальної техніки	02.06.25	виконано
5 Здавання матеріалу на перевірку на плагіат	03.06.25	виконано
6 Здавання матеріалу на перевірку та підпис керівнику	09.06.25	виконано
7 Підпис ПЗ та презентаційного матеріалу	12.06.25	виконано
8 Отримання рецензії	12.06.25	виконано
9 Захист кваліфікаційної роботи у ДЕК	16.06.25	виконано

Здобувач _____
(підпис)

А. П. Кашпур
(ініціали та прізвище)

Керівник _____
(підпис)

Л. В. Волошина
(ініціали та прізвище)

Зміст

Вступ	5
1 Теоретичні основи віртуальних вимірювальних приладів	7
1.1 Поняття та класифікація засобів вимірювальної техніки	7
1.2 Проблеми та обмеження традиційного парку ЗВТ	12
1.3 Визначення віртуального вимірювального приладу та принцип його роботи	15
1.4 Огляд сучасних програмних платформ для віртуальних приладів	19
2 Аналіз і порівняння класичних та віртуальних засобів вимірювання	24
2.1 Технічні характеристики та функціональні можливості традиційних ЗВТ	24
2.2 Складові віртуальних вимірювальних систем	27
2.3 Порівняльний аналіз переваг та недоліків віртуальних ЗВТ	30
2.4 Приклади практичного використання віртуальних приладів	34
3 Шляхи удосконалення парку ЗВТ на основі віртуальних технологій	37
3.1 Концепція оновлення парку ЗВТ із використанням віртуальних рішень	37
3.2 Етапи впровадження віртуальних приладів на підприємстві або в лабораторії	40
3.3 Приклад реалізації прототипу віртуального приладу	44
3.4 Перспективи розвитку віртуальних засобів вимірювання	47
Висновки	50
Список використаних джерел	52

					БКРМЕ.152.25.01.00 ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив	Кашиур А.П.				ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРКУ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ		Літера	Аркуш
Перев.	Волошина Л.В.							4
								53
Н. контр.	Шовкун В.О.						УкрДУЗТ	
Затв.	Мартинов І.Е.							

Вступ

У сучасних умовах інтенсивного розвитку промислових технологій, цифрової трансформації підприємств і загального курсу на автоматизацію виробничих процесів особливого значення набуває якісна та ефективна система вимірювань. Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ) традиційно відіграють ключову роль у забезпеченні точності, достовірності та повторюваності технологічних процесів. Проте стрімкий розвиток інформаційних технологій, мікроелектроніки та програмного забезпечення створив умови для появи нової парадигми у сфері вимірювань — використання віртуальних вимірювальних приладів (ВВП), які дозволяють суттєво розширити функціональні можливості ЗВТ, одночасно знижуючи витрати на їх обслуговування та модернізацію.

Традиційні ЗВТ, хоча й продовжують успішно виконувати свої функції в багатьох галузях, усе частіше демонструють обмеження щодо точності, швидкодії, інтеграційних можливостей, сумісності зі сучасними цифровими середовищами та гнучкості в налаштуваннях. Вони часто є апаратно складними, дорогими у виготовленні та обслуговуванні, вимагають періодичного калібрування та, як правило, не пристосовані до віддаленого керування або автоматизованої обробки великих масивів даних. У зв'язку з цим постає питання необхідності модернізації парку ЗВТ, що використовується на підприємствах і в лабораторіях. Особливо це актуально в умовах переходу до концепцій Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0, що передбачають тотальну цифровізацію виробництва, уніфікацію інформаційних потоків та інтеграцію технічних засобів у єдиний інформаційно-керуючий простір.

Саме на цьому тлі виникає актуальність впровадження віртуальних вимірювальних приладів як технологічного рішення, що дозволяє не лише оновити парк ЗВТ, а й зробити його більш адаптивним, масштабованим,

функціональним та економічно ефективним. Віртуальний вимірювальний прилад — це система, що поєднує фізичні сенсори, інтерфейси збору даних, аналого-цифрові перетворювачі та програмне забезпечення, яке візуалізує, зберігає й аналізує вимірювальні дані. Таким чином, програмна частина відіграє роль традиційного індикатора, дисплея, реєстратора або навіть аналізатора сигналів, а апаратна частина — лише здійснює первинне зчитування фізичних величин.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в обґрунтуванні доцільності і шляхів заміни або доповнення традиційного парку ЗВТ шляхом використання віртуальних вимірювальних приладів.

Виходячи з цього поставлені наступні задачі:

- дослідити поняття і принципи роботи віртуальних вимірювальних приладів;
- проаналізувати складові - датчики, інтерфейси, програмне забезпечення;
- розглянути програмні середовища для створення віртуальних вимірювальних приладів;
- навести приклади впровадження на практиці віртуальних вимірювальних приладів;
- розробити або змодельовати приклад віртуального вимірювального засобу;
- сформулювати шляхи модернізації парку ЗВТ із урахуванням віртуалізації.

Висновки

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було всебічно досліджено проблему модернізації парку засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) шляхом впровадження віртуальних вимірювальних приладів. Розглянуто як теоретичні основи цього підходу, так і практичні аспекти його реалізації в умовах сучасного виробництва та лабораторій. Встановлено, що традиційні засоби ЗВТ, незважаючи на свою надійність і перевірену ефективність, уже не в повній мірі відповідають вимогам цифрової економіки та Індустрії 4.0. Вони демонструють обмеження у швидкодії, інтеграційності, масштабованості та адаптивності до змін виробничого середовища. Натомість віртуальні вимірювальні прилади відкривають нові можливості для підвищення ефективності, гнучкості та економічної доцільності процесів вимірювання.

Аналіз структури та принципів роботи віртуальних приладів засвідчив, що вони базуються на комбінації апаратних сенсорів та програмних модулів, які здійснюють обробку, аналіз, візуалізацію та зберігання даних. Такі прилади забезпечують розширені функції контролю та моніторингу, при цьому знижуючи витрати на фізичне обладнання. Вивчення складових частин ВВП — сенсорів, інтерфейсів зв'язку, аналого-цифрових перетворювачів, а також програмних середовищ (особливо LabVIEW) — дозволило чітко уявити, як побудувати вимірювальну систему нового покоління, орієнтовану на цифрову взаємодію, віддалений контроль та високу функціональність.

У ході роботи наведено численні приклади практичного використання віртуальних вимірювальних приладів у машинобудуванні, транспорті, метрології, освітніх закладах. Вони підтвердили, що віртуальні технології вже активно інтегруються у виробничі процеси та навчальні програми, зокрема для контролю температури, тиску, вібрацій, якості продукції, діагностики технічного стану обладнання. Досвід провідних компаній і

наукових установ демонструє позитивні результати щодо зниження витрат, підвищення точності вимірювань, пришвидшення процесів калібрування та технічного обслуговування, а також поліпшення умов для технічного навчання персоналу.

Особливу цінність має практична частина роботи — створення моделі віртуального вимірювального приладу. Цей приклад наочно демонструє можливості інтеграції фізичного сенсора, програмного забезпечення і зручного графічного інтерфейсу в єдину систему. У результаті отримано повнофункціональний вимірювальний засіб, який можна адаптувати до різних виробничих умов або використовувати в освітніх лабораторіях для підготовки майбутніх фахівців.

На підставі отриманих результатів сформульовано концепцію поетапної модернізації парку ЗВТ, яка передбачає гібридне співіснування фізичних і віртуальних вимірювальних засобів, поступове навчання персоналу, інвестування в цифрову інфраструктуру та розробку методик інтеграції програмно-апаратних рішень у виробничі процеси. Такий підхід дозволяє не лише зменшити витрати на нове обладнання, а й забезпечити гнучкий перехід до цифрових технологій без порушення стабільності та безпеки вимірювальних процесів.

Узагальнюючи результати дослідження, можна зробити висновок, що віртуальні вимірювальні прилади є ефективним інструментом оновлення та підвищення ефективності існуючого парку ЗВТ. Вони забезпечують сучасний рівень технічної оснащеності, відповідають вимогам цифрової промисловості та створюють передумови для подальшого розвитку інтелектуальних вимірювальних систем. Запропоновані шляхи модернізації відкривають широкі перспективи для впровадження інновацій, підвищення якості продукції, вдосконалення контролю виробництва та формування нової культури вимірювань на підприємствах різних галузей.

Список використаних джерел

1. Вошинський В. С. Інформаційно-вимірювальні комплекси : конспект лекцій. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. 337 с
2. Защепкіна Н. М., Шульга О. В., Наконечний О. А. Метрологічне забезпечення інформаційно-вимірювальних систем : навч. посіб. для студ. спец. 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 176 с
3. Должанський А. М. Технічне регулювання та контроль якості на підприємстві : підручник / А. М. Должанський О. С. Максакова, О. А. Бондаренко, К. О. Чорноіваненко. Дніпро : «Свідлер А.Л.», 2021. 523 с.
4. Чорноіваненко К. О. Метрологія, забезпечення єдності вимірювань та еталони одиниць фізичних величин / К. О. Чорноіваненко, А. М. Должанський, Є. О. Петльований, О. А. Бондаренко, І. М. Ломов, Дніпро : «Свідлер А.Л.», 2018. 164 с.
5. Нестерчук Д. М. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник / Д. М. Нестерчук, С. О. Квітка, С. В. Галько. – Мелітополь: Видавничополіграфічний центр «Люкс», 2017. 256 с
6. Кондратов В. Т., Кондратов Ю. Т. Класифікація інтерфейсів вимірювальних систем і приладів. Вісник Хмельницького національного університету. 2014. № 4. С. 85–97.
7. Віртуальні контрольно-вимірювальні прилади і системи : навч. посіб. / В. М. Сиротюк, С. М. Хімка, С. В. Сиротюк. – Львів : Магнолія 2006, 2024. – 128 с.
8. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А., Затока С.А., Бурченков Г.К., Шведова В.В., Стасевич В.А. Основи метрології та вимірювальної техніки. Навчальний підручник / За заг. ред. Н.А. Яремчук. – К: Видавництво «Політехніка», 2012. -266с

9. Сайт компанії National Instruments: [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.ni.com>
10. Ronald W. Larsen LabVIEW for Engineers. / Larsen Ronald. — Pentice Hall. — 2011. — 396 p
11. Visual Programming Languages. Огляд візуальних мов програмування (in English) URL : <http://blog.interfacevision.com/design/designvisualprogramming-languages-snapshots/>
12. Створення віртуальних приладів в середовищі LabVIEW : навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / В. М. Головня; РТФ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 142 с
13. Віртуальні вимірювальні системи : метод. рек-ції до проведення пр.х занять / упоряд. К. О. Черноіваненко ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. Електрон. вид. Дніпро : УДУНТ, 2025. 49 с
14. Скорін Ю. І., Стаднік В. В., Клименко А. М. Віртуальні прилади у вимірювальній лабораторії. Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: збірник наукових праць. Серія: «Інформатика та моделювання». Харків: НТУ «ХПІ». 2012. № 38. С. 84–92.
15. Скорін Ю. І. Щербаков О. В., Магдалиць Т. І. Віртуальні вимірювальні та діагностичні прилади. Системи обробки інформації: збірник наукових праць. Вип. 4(102). Т. 1. Інформаційні технології та захист інформації. Харків: ХУПС, 2012. С. 65–68
16. JCGM 200: 2008. International vocabulary of metrology –Basic and general concepts and associated terms (VIM). Joint Committee on Guides for Metrology (JCGM), 2008. http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_200_2008.pdf.
17. Студентська навчальна звітність. Текстова частина. Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення : метод. посібн. / Л.М. Козар та ін.. Х. : УкрДУЗТ, 2018. 55 с.