Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра Інженерія вагонів та якість продукції

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЦЕНТРУ

Пояснювальна записка і розрахунки
до магістерської кваліфікаційної роботи

МКРМЕ.175.25.18.00 ПЗ

Розробив здобувач групи 218-ЯСС-Д23
спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології»
ОП Якість, стандартизація та сертифікація

Федосеєнко В.Ю.

Керівник: ст.викладач, к.т.н.
Волошина Л.В.

Рецензент: доцент, к.т.н.
Комарова Г.Л.

2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет механіко-енергетичний
Кафедра «Інженерія вагонів та якість продукції»
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 175 «Інформаційно-вимірювальні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри професор, д.т.н.
_____ І.Е.Мартинов
(підпис)
«30» вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Федосеєнку Валерію Юрійовичу

1. Тема «Підвищення якості роботи метрологічного центру» керівник роботи старший викладач, к.т.н., Волошина Л.В., затверджена розпорядженням по механіко-енергетичному факультету від “30”вересня 2024 року №41.
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 16.12.2024 р.
3. Вихідні дані до роботи ДП "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Теоретичні основи підвищення якості роботи метрологічного центру, Характеристика ДП "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації", Аналіз метрологічної діяльності ДП "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації", Шляхи підвищення якості роботи метрологічного центру.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових презентацій)
Мета та задачі дослідження в роботі, Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», Метрологічна система України, Поняття та основні функції метрологічного центру, Аналіз основних аспектів проведення вимірювань у відповідності до встановлених стандартів, Характеристика діяльності ДП "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології

та сертифікації", Аналіз метрологічної діяльності ДП, Переваги роботи метрологічного центру у галузі практичної метрології, Загальний огляд системи управління якістю у метрологічному центрі, Аналіз факторів, що впливають на якість роботи метрологічного центру, Класифікація невизначеності вимірювання, Класифікація невизначеності вимірювання за джерелом виникнення, оцінювання невизначеності вимірювань, Оцінювання невизначеності вимірювань методом Монте-Карло, Висновки по роботі

6. Дата видачі завдання 30.09.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз матеріалу, отриманого на базовому підприємстві	01.10 - 05.10	виконано
2	Написання основних розділів пояснювальної записки	07.10 – 28.10	виконано
3	Розробка презентацій основної частини	29.10 – 04.11	виконано
4	Розробка та написання індивідуальної частини роботи	05.11 – 18.11	виконано
5	Розробка презентаційного матеріалу індивідуальної частини роботи	19.11 – 25.11	виконано
6	Формулювання висновків роботи	26.11 – 30.11	виконано
7	Перевірка на плагіат	02.12 – 14.12	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	02.12 – 16.12	виконано
9	Нормоконтроль	16.12 – 23.12	виконано
10	Рецензування	16.12 – 23.12	виконано
11	Підписання роботи керівником	16.12 – 23.12	виконано
12	Підписання роботи завідувачем кафедри	16.12 – 23.12	виконано
13	Підготовка доповіді до захисту роботи	24.12 – 04.01.25	виконано
14	Захист кваліфікаційної роботи	06.01 – 10.01.25	виконано

Здобувач _____ В.Ю. Федосеєнко
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Л.В. Волошина
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Федосеєнко В. Ю. Підвищення якості роботи метрологічного центру. Спеціальність 175 «Інформаційно-вимірювальні технології», Освітня програма «Якість, стандартизація та сертифікація», Український державний університет залізничного транспорту, Харків, 2025.

Кваліфікаційна робота включає в себе 16 слайдів презентації, 107 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 16 рисунків, 35 найменувань літературних джерел.

Ключові слова: стандарт, метрологічний центр, метрологічна діяльність, точність вимірювання, невизначеність вимірювання.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення якості роботи метрологічного центру, що включає організацію та виконання вимірювань, калібрування та повірки вимірювальних приладів, а також управління системою якості та відповідність міжнародним і національним стандартам у метрології.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка комплексних заходів для підвищення якості роботи метрологічного центру на основі аналізу існуючих методик та стандартів, що регулюють метрологічну діяльність.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз існуючих стандартів і нормативних документів у сфері метрології, таких як ISO/IEC 17025, ISO 9001 та Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність"; надано характеристику діяльності ДП "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації"; наведено аналіз переваг роботи з метрологічним центром; проаналізовано основні напрямки метрологічної діяльності підприємства; наведено аналіз факторів, що впливають на якість роботи метрологічного центру; обґрунтовано доцільність та перешкоди переходу до нового показника оцінки точності вимірювань, а саме переходу від оцінки похибок вимірювання до оцінки невизначеностей.

Abstract

Fedoseienko V. Yu. Improving the Quality of Work at a Metrology Center. Specialty 175 "Information and Measurement Technologies," Educational Program "Quality, Standardization, and Certification," Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, 2025.

The qualification paper includes 16 presentation slides and 107 A4 pages of explanatory notes, comprising 16 figures and 35 references.

Keywords: standard, metrological center, metrological activity, measurement accuracy, measurement uncertainty.

The object of research is the quality assurance processes of a metrological center, encompassing the organization and performance of measurements, calibration, verification of measuring instruments, quality management system oversight, and compliance with international and national metrology standards.

The aim of the qualification paper is to develop comprehensive measures to improve the quality of work of a metrological center based on the analysis of existing methodologies and standards regulating metrological activities.

The qualification paper analyzes existing standards and regulatory documents in the field of metrology, including ISO/IEC 17025, ISO 9001, and the Law of Ukraine "On Metrology and Metrological Activities." It provides a characterization of the activities of the State Enterprise "Kharkiv Regional Scientific and Production Center for Standardization, Metrology, and Certification," analyzes the advantages of working with the metrological center, examines the primary directions of the enterprise’s metrological activities, and evaluates the factors affecting the quality of the center's work. It also substantiates the feasibility and challenges of transitioning to a new measurement accuracy assessment indicator, specifically shifting from the evaluation of measurement errors to the evaluation of measurement uncertainties.

Зміст

Вступ	8
1 Теоретичні основи підвищення якості роботи метрологічного центру	11
1.1 Поняття та основні функції метрологічного центру	11
1.2 Загальний огляд системи управління якістю у метрологічному центрі	26
1.3 Міжнародні стандарти у сфері метрології	27
1.4 Огляд нормативно-правової бази в Україні	35
2 Характеристика ДП "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації"	39
2.1 Послуги підприємства у галузі стандартизації	40
2.2 Випробування продукції	51
2.3 Медична лабораторна діагностика	62
2.4 Сертифікація систем управління	63
2.5 Сертифікація та оцінка відповідності	71
3 Аналіз метрологічної діяльності ДП "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації"	78
3.1 Огляд переваг співпраці з метрологічним центром	78
3.2 Повірка засобів вимірювальної техніки	80
3.3 Вимірювання, контроль технічних характеристик	80
3.4 Система добровільної оцінки стану вимірювань в лабораторіях на відповідність ДСТУ ISO 10012	81
3.5 Калібрування	83

4 Шляхи підвищення якості роботи метрологічного центру 85
4.1 Аналіз факторів, що впливають на якість роботи метрологічного центру 85
4.2 Точність вимірювання, як забезпечення високої якості результатів вимірювань 86
4.3 Характеристика поняття невизначеності вимірювання 87
4.4 Класифікація невизначеностей вимірювання 89
4.5 Оцінювання невизначеності вимірювань методом Монте-Карло 97
Висновки 102
Список використаних джерел 104

Вступ

Актуальність теми. Метрологічна діяльність відіграє ключову роль у сучасному суспільстві, забезпечуючи точність та достовірність вимірювань, які лежать в основі багатьох галузей промисловості, науки, охорони здоров'я, енергетики та інших сфер. Якість вимірювань є основою для прийняття обґрунтованих рішень, а також гарантією безпеки, надійності та ефективності продукції, що виробляється та споживається. В умовах глобалізації економіки та стрімкого розвитку технологій, роль метрологічних центрів стає все більш важливою, оскільки вони відповідають за точність і простежуваність вимірювань, а також за гармонізацію національних стандартів з міжнародними.

Недостатня точність вимірювань може призвести до серйозних економічних втрат, порушень безпеки та навіть до загрози здоров'ю та життю людей. Тому вдосконалення якості роботи метрологічних центрів є важливим завданням, яке потребує всебічного аналізу та впровадження сучасних підходів до управління якістю [1].

Підвищення якості роботи метрологічних центрів є важливим завданням для України, яка прагне зміцнити свої позиції на міжнародному ринку та забезпечити відповідність своєї продукції міжнародним стандартам. Висока якість вимірювань сприяє підвищенню довіри до результатів, поліпшенню якості продукції, зниженню технічних бар'єрів у торгівлі та забезпеченню безпеки в різних галузях. Міжнародне співробітництво у сфері метрології дозволяє запозичити кращі практики, інтегруватися у глобальну систему вимірювань та створити сприятливі умови для розвитку економіки, науки та інновацій в Україні.

У роботі розглядаються ключові міжнародні стандарти, такі як ISO/IEC 17025 [2], який встановлює загальні вимоги до компетентності лабораторій, що проводять вимірювання та калібрування, та ISO 9001, що регламентує

систему управління якістю у будь-якій організації, включаючи метрологічні центри.

Також аналізується українське законодавство, зокрема Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність"[3], який визначає правові та організаційні засади метрологічної діяльності в Україні. Цей закон регулює вимоги до проведення вимірювань, калібрування та повірки засобів вимірювальної техніки, а також встановлює функції державних органів у сфері метрології. Важливою складовою дослідження є визначення шляхів гармонізації національних вимог з міжнародними стандартами та рекомендаціями.

Таким чином, актуальність даної роботи полягає в необхідності вдосконалення методів управління якістю у метрологічних центрах з метою забезпечення точності, надійності та відповідності вимірювань міжнародним стандартам. Це дозволить зміцнити довіру до результатів вимірювань, підвищити рівень безпеки та якості продукції, а також забезпечити конкурентоспроможність національних виробників на світовому ринку.

Мета і задачі дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є розробка комплексних заходів для підвищення якості роботи метрологічного центру на основі аналізу існуючих методик та стандартів, що регулюють метрологічну діяльність.

Виходячи з цього поставлені наступні задачі:

- провести аналіз існуючих стандартів і нормативних документів у сфері метрології, таких як ISO/IEC 17025, ISO 9001 та Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність";
- охарактеризувати діяльність ДП "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації"[4];
- навести аналіз переваг роботи з метрологічним центром;
- проаналізувати основні напрямки метрологічної діяльності підприємства;

- навести аналіз факторів, що впливають на якість роботи метрологічного центру;
- обґрунтування доцільності та перешкод переходу до нового показника оцінки точності вимірювань, а саме переходу від оцінки похибок вимірювання до оцінки невизначеностей.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення якості роботи метрологічного центру, що включає організацію та виконання вимірювань, калібрування та повірки вимірювальних приладів, а також управління системою якості та відповідність міжнародним і національним стандартам у метрології.

Предмет дослідження – методи, підходи та заходи з підвищення якості вимірювань і калібрування в метрологічному центрі, з метою забезпечення точності, надійності та простежуваності результатів вимірювань.

Наукова новизна роботи полягає у розробці рекомендацій підвищення точності та надійності вимірювань, а також простежуваності результатів.

Практичне значення одержаних результатів. Впровадження запропонованих заходів дозволить поліпшити процеси калібрування та повірки вимірювальної техніки, забезпечити простежуваність вимірювань та знизити ризики невідповідностей. Це також сприятиме гармонізації національних стандартів з міжнародними, полегшить процедури сертифікації, зменшить технічні бар'єри у торгівлі та підвищить конкурентоспроможність української продукції на світовому ринку.

Апробація результатів досліджень. За темою дослідження опубліковано тези доповіді на конференції. [5]

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Повний обсяг роботи складає 107 сторінок комп’ютерного тексту. Матеріали кваліфікаційної роботи проілюстровані 16 рисунками. Перелік використаних джерел налічує 35 найменувань.

Список використаних джерел

1. Новіков В.В. Інформаційні технології та оптимізація методів оцінювання точності результатів вимірювань з урахуванням концепції невизначеності / В.В. Новіков // Нові технології. – Кременчук, 2009. – Вип. 1 (23). – С. 101-114.

2. ДСТУ EN ISO/IEC 17025. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT). Київ, 2019. 32 с.

3. Закон України № 1314-VII від 5 червня 2014 року «Про метрологію та метрологічну діяльність».

4. Офіційний сайт Державного підприємства «Харківстандартметрологія» https://khsms.com/services/metrology/

5. Рукавішников П.В., Федосеєнко В.Ю. Реінжиніринг як інструмент підвищення якості. *Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика: Матеріали 23-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 27–28 вересня 2023 р.* Київ: АТМ України, 2023. с.73-74.

6. 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.

7. Ляшуга І. Ю. Становлення системи національної метрологічної служби України. Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету, 2017, вип. 47. С.339-343.

8. Шевченко О.І. Метрологія. Терміни та пояснення. Довідник. Друге видання. Київ: ВАІТЕ, 2022. — 56 с.

9. Основи метрології та засоби вимірювань: Навч. посіб. /Д.М.Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. – 256 с.

10. 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», 2014. -304с.

11. Жихарєв В.М., Павлишин Р.Є. Основи метрології та стандартизації. Цикл лекційних і практичних занять. Навчально-методичний посібник. – Ужгород: ТОВ “РІК-У“, 2020. – 280 с

12. Метрологічне забезпечення контролю якості продукції: монографія / В. У. Ігнаткін, Ю. М. Туз, К. М. Левківський, О. В. Томашевський; за ред. В. У. Ігнаткіна. – Запоріжжя : Запорізький національний технічний університет, 2017.

13. Стандартизація, метрологія та контроль якості продукції : навч. посібник для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» / І. Ю. Троснікова, А. В. Мініцький, Є. Г. Биба, П. І. Лобода. – Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2021.

14. Воробець М. М. Стандартизація, сертифікація, метрологія та управління якістю : навч. посібник / М. М. Воробець, І. В. Кондрачук. – Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича, 2022

15. Федорович В. О. Метрологічне забезпечення якості продукції: навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / В. О. Федорович, Л. І. Пупань, Є. В Островерх. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 104 с.

16. Тарасова В. В. Метрологія, стандартизація і сертифікація : підручник / В. В. Тарасова, А. С. Малиновський, М. Ф. Рибак ; [за заг. ред. В. В. Тарасової].. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 264 с.

17. Остапчук В.М., Тимофеєва Л.А., Комарова Г.Л., Можарова Н.М. Метрологічне забезпечення якості продукції: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. - 47 с

18. Вітковський В. Реалізація підходу з використанням характеристичних функцій для оцінювання невизначеності вимірювань. *Ukrainian Metrological Journal*, 2022, No 1, 38-43

19. JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement(GUM). – First edition 2008. – JCGM. – 2008. – 120 p

20. ДСТУ-Н РМГ 43:2006 Метрологія. Застосування. Посібники з вираження невизначеності вимірювань (РМГ 43-2001, IDT)

21. Василевський О.М. Основи теорії невизначеності вимірювань: підручник / О.М.Василевський, В.Ю.Кучерук, Є.Т.Володарський. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 230 с.

22. Коцюба А.М. Оцінювання невизначеності вимірювання розміру металічної деталі з допомогою мікрометра. http://metrology.com.ua/neopredelennost/primeryprakticheskikh-zadach/rasshirennaya-neopredelennost-izdeliya

23. Коцюба А.М. Оцінювання невизначеності вимірювання за результатами контрольних вимірювань з використанням стандартних зразків. URL: http//www/hups/mil/gov/ua/periodic-app/article/5775/sol2007

24. Кузьменко Т.М Оцінювання невизначеності вимірювань лінійних розмірів при вимірюванні деталей точної механіки у випробувальних лабораторіях. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки Том 32 (71) Ч. 2 № 2 2021. С. 8-12. DOI https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.2-2/02

25. Основи метрології та інформаційно-вимірювальної техніки : методичні вказівки до виконання практичних робіт / Уклад.: М.В. Філіппова, О.В. Волошко, С.С. Заєць – К.: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2017. – 34 с

26. Назаренко Л.А. Невизначеність результатів вимірювання в фотометрії. *Світлотехніка та електроенергетика,* № 2,2010, с.27-37

27. Новіков В.В. Розрахунок невизначеності приписаних значень фізичних величин національних еталонів за адаптивним методом Монте-

Карло / В. В. Новіков // Системи оброб. інформації. - 2010. - Вип. 4. - С. 137-141.

28. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. ISO/IEC Guide 98-3:2008. Geneva: ISO, 2008. – 134 p

29. JCGM 101:2008. Evaluation of measurement data − Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” − Propagation of distributions using a Monte Carlo method. − BIPM, First edition 2008. − 88 p

30. EA. Expression of the uncertainty of measurement in calibration. Technical Report EA-4/02, European Cooperation for Accreditation, 2013

31. Cox M.G. The use of a Monte Carlo method for evaluating uncertainty and expanded uncertainty / M.G. Cox, B. Siebert. // Metrologia. – 2006. – Vol. 43. – P. 178- 188.

32. Harris P.M., Cox M.G. On a Monte Carlo method for measurement uncertainty evaluation and its implementation. Metrologia, 2014, vol. 51(4), pp. 176–182. doi: 10.1088/0026-1394/51/4/S176

33. ДСТУ ISO/IEC Guide 98-3:2018 (ISO/IEC Guide 98-3:2008, IDT) ДСТУ ISO/IEC Guide 98-3:2018 Невизначеність вимірювань Частина 3. Настанова щодо подання невизначеності у вимірюванні (GUM:1995) Київ. ДП «УкрНДНЦ». 2019

34. ДСТУ ISO/TS 21749:2013 Невизначеність вимірювання в метрологічній практиці. Повторні вимірювання та ієрархічні експерименти (ISO/TS 21749:2005, IDT)

35. JCGM 101:2008 Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the ―Guide to the expression of uncertainty in measurement‖ — Propagation of distributions using a Monte Carlo method – First edition 2008. – JCGM. – 2008. – 82 p.