

Український державний університет залізничного транспорту
Механіко-енергетичний факультет
Кафедра Інженерія вагонів та якість продукції

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ МЕТРОЛОГІЧНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

МКРМЕ.175.25.09.00. ПЗ

Розробив здобувач групи 218-ЯСС-Д23
спеціальності 175 «Інформаційно-
вимірювальні технології» (роботу
виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

_____ Денис ЛОЖНІКОВ
(підпис)

Керівник:
старший викладач, канд. техн. наук,

_____ Людмила ВОЛОШИНА

Рецензент:
доцент кафедри, канд. техн. наук, доцент

_____ Ганна КОМАРОВА

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 ІВ та ЯП,
професор, д-р техн. наук

_____ І.Е.Мартинов
(підпис) (ініціали і прізвище)
« 30 » вересня 2024 р.

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

Ложнікову Денису Дмитровичу

1. Тема: «Підвищення ефективності організації метрологічного забезпечення на підприємстві» 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 роботи «16» грудня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи: Метрологічна служба акціонерного товариства «Українські залізниці», депо з ремонту вантажних вагонів
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ; 1 Теоретичні основи метрологічного забезпечення; 2 Характеристика метрологічної служби акціонерного товариства «Українська залізниця»; 3 Класифікація та вибір засобів вимірювальної техніки; 4 Метрологічні аспекти забезпечення якості роботи пристроїв і систем; Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Характеристика структури метрологічного забезпечення, Огляд діяльності метрологічної служби АТ Укрзалізниця, Структура метрологічної служби АТ Укрзалізниця, Аналіз використання вимірювальної інформації на вагоноремонтному підприємстві, Аналіз класифікації ЗВТ, Аналіз номенклатури метрологічних характеристик ЗВТ, Аналіз особливостей вибору засобів вимірювальної техніки, Блок-схема процесу метрологічного

забезпечення засобів вимірювальної техніки депо, Алгоритм виконання вимірювальної процедури, Узагальнена структурна схема ЗВТ, Оцінка фактичного стану рівня надійності ЗВТ, Аналіз залежностей показників надійності і вибір оптимального МПП, Висновки

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

_____ **Денис ЛОЖНИКОВ**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ **Людмила ВОЛОШИНА**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Анотація

Ложніков Д. Д. Підвищення ефективності організації метрологічного забезпечення на підприємстві. Спеціальність 175 «Інформаційно-вимірювальні технології», Освітня програма «Якість, стандартизація та сертифікація», Український державний університет залізничного транспорту, Харків, 2025.

Кваліфікаційна робота включає в себе 15 слайдів презентації, 97 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 11 рисунків, 1 таблицю, 35 найменувань літературних джерел.

Ключові слова: метрологічне забезпечення, засіб вимірювальної техніки, метрологічна служба, метрологічна надійність.

Об'єктом дослідження є процес метрологічного забезпечення в умовах вагоноремонтного підприємства.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності організації метрологічного забезпечення на підприємстві залізничного транспорту.

У кваліфікаційній роботі проведено огляд теоретичних аспектів метрологічного забезпечення на підприємствах; виконано аналіз сучасних методів і інструментів метрологічного забезпечення; проаналізовано нормативно-правове регулювання метрологічної діяльності; наведена характеристика сучасного стану та структура метрологічної служби акціонерного товариства „Українські залізниці”; визначено можливі методологічні підходи до удосконалення процесу метрологічного забезпечення ЗВТ в умовах вагоноремонтного підприємства; розглянуто перспективи впровадження системи автоматизованого управління метрологічним обслуговуванням засобів вимірювальної техніки.

Abstract

Lozhnikov D.D. Increasing Efficiency in Organizing Metrological Support at an Enterprise. Specialty 175 "Information and Measurement Technologies," Educational Program "Quality, Standardization, and Certification," Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, 2025.

The qualification paper includes 15 presentation slides, 97 pages of explanatory notes in A4 format, featuring 11 figures, 1 table, and 35 references.

Keywords: metrological support, measuring equipment, metrological service, metrological reliability.

The object of the study is the process of metrological support at a railcar repair enterprise.

The aim of the qualification paper is to improve the efficiency of organizing metrological support at a railway transport enterprise.

The qualification paper provides an overview of the theoretical aspects of metrological support at enterprises; analyzes current methods and tools for metrological support; examines the regulatory and legal framework governing metrological activities; describes the current state and structure of the metrological service of the Joint-Stock Company "Ukrainian Railways"; identifies possible methodological approaches to improving the process of metrological support for measuring equipment in the conditions of a railcar repair enterprise; and explores the prospects for implementing an automated management system for metrological servicing of measuring equipment.

Зміст

Вступ	8
1 Теоретичні основи метрологічного забезпечення	12
1.1 Сутність та значення метрологічного забезпечення в сучасному виробництві	12
1.2 Мета та основні завдання метрологічного забезпечення	17
1.3 Нормативно-правове регулювання метрологічної діяльності	21
1.4 Аналіз сучасних методів і інструментів метрологічного забезпечення	25
1.5 Характеристика єдності і точності вимірювань	29
2 Характеристика метрологічної служби акціонерного товариства «Українська залізниця»	32
2.1 Загальні положення про метрологічну службу АТ «Українська залізниця»	32
2.2 Структура метрологічної служби Товариства	32
2.3 Функції головної організації метрологічної служби Товариства	34
2.4 Базові організації та їх функції	36
2.5 Функції осіб, відповідальних за забезпечення єдності вимірювань у структурних підрозділах апарату управління Товариства	40
2.6 Основні функції осіб, відповідальні за забезпечення єдності вимірювань у підрозділах Товариства	41
2.7 Функції осіб, відповідальних за забезпечення єдності вимірювань у структурних (виробничих) підрозділах регіональних філій і філій Товариства	44

					МКРМЕ.175.25.09.00. ПЗ							
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Підвищення ефективності організації метрологічного забезпечення на підприємстві			Літера	Аркуш	Аркушів		
Розробив	Ложніков Д.Д.									6	97	
Перев.	Волошина Л.В.							УкрДУЗТ				
Н. контр.	Шовкун В.О.											
Затв.	Мартинов І.Е.											

3 Класифікація та вибір засобів вимірювальної техніки	46
3.1 Поняття про засоби вимірювальної техніки та їх класифікація	46
3.2 Характеристика процедури вибору засобів вимірювальної техніки	53
4 Метрологічні аспекти забезпечення якості роботи пристроїв і систем	58
4.1 Аналіз процесу метрологічного забезпечення ЗВТ депо	58
4.2 Метрологічна надійність засобів вимірювальної техніки	62
4.3 Розрахунок метрологічної надійності ЗВТ	70
4.4 Збір і аналіз статистичних даних про метрологічну надійність ЗВТ	72
4.5 Комп'ютерний синтез метрологічного обслуговування ЗВТ та автоматизація аналізу залежностей показників метрологічної надійності	79
Висновки	92
Список використаних джерел	94

					<i>МКРМЕ.175.25.09.00. ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						7
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Вступ

Метрологічне забезпечення є основою забезпечення якості продукції, послуг та операційної діяльності підприємств, особливо в галузях, де точність вимірювань має вирішальне значення. Однією з таких галузей є залізничний транспорт, який відіграє ключову роль у національній і міжнародній економіці, забезпечуючи перевезення пасажирів і вантажів на великі відстані з мінімальними витратами енергії [1]. У цьому контексті підвищення ефективності організації метрологічного забезпечення є не лише актуальним завданням, але й важливим чинником для забезпечення безпеки, економічної ефективності та екологічності транспортних систем.

Залізничний транспорт характеризується високою складністю технологічних процесів, які потребують постійного контролю [2]. Від правильності виконання вимірювань залежить якість технічного обслуговування рухомого складу, стан інфраструктури, оптимізація витрат та мінімізація ризиків аварій. Зокрема, точність вимірювань необхідна для забезпечення безпеки руху, визначення параметрів рейкових шляхів, моніторингу навантаження на осі вагонів та контролю за технічним станом обладнання. У сучасних умовах, коли залізничний транспорт конкурує з іншими видами перевезень, його конкурентоспроможність багато в чому залежить від ефективності використання метрологічних інструментів та технологій.

Актуальність дослідження підвищення ефективності метрологічного забезпечення на підприємствах залізничного транспорту зумовлена кількома чинниками. По-перше, стрімкий розвиток технологій вимагає впровадження новітніх методів і інструментів вимірювань. Традиційні підходи до метрологічного забезпечення вже не відповідають сучасним вимогам щодо швидкості, точності та обсягу обробки даних. Наприклад, автоматизація і цифровізація процесів стають необхідними для забезпечення надійності систем

керування рухом, технічного обслуговування та ремонту. Використання таких технологій, як лазерні вимірювальні системи, інтернет речей (IoT) та квантові сенсори, дозволяє значно підвищити точність і швидкість вимірювань, знизити витрати і забезпечити новий рівень безпеки.

По-друге, дедалі більше значення набувають екологічні аспекти діяльності підприємств залізничного транспорту. Контроль за рівнем викидів, шуму та вібрацій, а також ефективне використання енергоресурсів неможливі без сучасного метрологічного забезпечення. У цьому контексті важливим є впровадження інструментів, які відповідають принципам сталого розвитку та дозволяють мінімізувати негативний вплив на довкілля.

По-третє, підвищення ефективності метрологічного забезпечення є важливим елементом забезпечення економічної ефективності підприємств залізничного транспорту. Точні вимірювання сприяють зниженню витрат на ремонт і технічне обслуговування, мінімізації ризиків простою обладнання та оптимізації витрат на експлуатацію рухомого складу. Удосконалення метрологічної інфраструктури також дозволяє підвищити рівень інтеграції залізничного транспорту у міжнародні транспортні системи, що є особливо важливим в умовах глобалізації.

Актуальність теми дослідження також пов'язана з необхідністю адаптації нормативно-правової бази метрологічного забезпечення до сучасних вимог. Зміни у міжнародних стандартах, таких як ISO та IEC, а також у регуляторних документах національного рівня вимагають від підприємств залізничного транспорту оновлення підходів до організації метрологічної діяльності. Це включає розробку нових методик вимірювань, калібрування обладнання, а також впровадження інноваційних технологій і навчання персоналу.

Особливої уваги заслуговує питання підготовки кадрів. Сучасні методи і інструменти метрологічного забезпечення вимагають високого рівня кваліфікації персоналу, здатного працювати з новітніми технологіями. Недостатній рівень підготовки може стати серйозною перешкодою на шляху до підвищення ефективності метрологічного забезпечення. У зв'язку з цим

важливим є розробка програм навчання та підвищення кваліфікації, які відповідають потребам галузі.

Ще одним аспектом, який підкреслює актуальність теми, є потреба в інтеграції залізничного транспорту до цифрової економіки. Цифровізація всіх етапів виробничого процесу, від планування перевезень до технічного обслуговування і моніторингу стану обладнання, неможлива без сучасних метрологічних рішень. Наприклад, автоматизовані системи збору та аналізу даних дозволяють приймати оперативні управлінські рішення, підвищуючи ефективність роботи підприємства.

Окрім технічних та економічних аспектів, важливим є соціальний ефект підвищення ефективності метрологічного забезпечення. Безпека руху є одним із ключових пріоритетів для залізничного транспорту, і якісні вимірювання відіграють у цьому процесі вирішальну роль. Надійність вимірювальних систем сприяє зменшенню ризиків аварій та інцидентів, що підвищує довіру пасажирів та клієнтів до залізничного транспорту як до надійного виду перевезень.

Таким чином, дослідження питань підвищення ефективності організації метрологічного забезпечення на підприємствах залізничного транспорту має високий рівень актуальності, обумовлений технічними, економічними, екологічними та соціальними факторами. Розв'язання цього завдання сприятиме не лише підвищенню конкурентоспроможності галузі, а й зміцненню її ролі у національній та міжнародній транспортних системах. Водночас це вимагає комплексного підходу, який охоплює технічні, організаційні та нормативно-правові аспекти метрологічного забезпечення, а також врахування сучасних викликів і тенденцій розвитку галузі.

Мета і задачі дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності організації метрологічного забезпечення на підприємстві залізничного транспорту. Виходячи з цього поставлені наступні задачі:

- провести огляд теоретичних аспектів метрологічного забезпечення на підприємствах;

- дати аналіз сучасних методів і інструментів метрологічного забезпечення;
- проаналізувати нормативно-правове регулювання метрологічної діяльності;
- охарактеризувати сучасний стан та структуру метрологічної служби акціонерного товариства „Українські залізниці”;
- визначити можливі методологічні підходи до удосконалення процесу метрологічного забезпечення ЗВТ в умовах вагоноремонтного підприємства;
- розглянути перспективи впровадження системи автоматизованого управління метрологічним обслуговуванням засобів вимірювальної техніки.

Об'єктом дослідження є процес метрологічного забезпечення в умовах вагоноремонтного підприємства.

Предметом дослідження - розробка і обґрунтування рекомендацій щодо удосконалення метрологічного забезпечення на вагоноремонтному підприємстві.

Публікація. За темою дослідження опубліковано тези доповідей на 84-студентській науково-технічній конференції УкрДУЗТ 2024р. [3].

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел.

Повний обсяг роботи складає 97 сторінок комп'ютерного тексту. Матеріали кваліфікаційної роботи містять 11 рисунків та 1 таблицю. Перелік використаних джерел налічує 35 найменувань.

Список використаних джерел

1. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом від 16 вересня 2014 р. URL: http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=248387631
2. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 р. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018р. № 430-р. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/NT3764.html.
3. Ложніков Д., Пліщенко П. Підвищення ефективності організації метрологічного забезпечення на підприємстві. Керівник – ст. викладач Волошина Л.В. *Збірник тез 84 студентської наукової-технічної конференції УкрДУЗТ (11 - 12 грудня 2024 р.)* Харків : УкрДУЗТ. 2024.С.116-117.
4. Гугнін В.П., Оборський Г.О. Метрологічне забезпечення та перевірка засобів вимірювальної техніки фізичних величин: конспект лекцій. Одеса : Наука і техніка. 2011. 228с.
5. Тарасюк Г.М., Шваб Л.І. Планування діяльності підприємства: Навчальний посібник. К.: Каравела, 2011. 432 с.
6. Володарський Є. Т., Кухарчук В. В., Поджаренко В. О., Сердюк Г. Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Вінниця : ВДТУ, 2001. 244 с.
7. Метрологічне забезпечення контролю якості продукції. Метрологія, стандартизація, сертифікація та управління якістю в системах зв'язку / Коломієць Л. В., Воробієнко П. П., Козаченко М. Т. та ін. Одеса : ТОВ «ВМВ», 2009. 376 с.
8. Закон України про метрологію та метрологічну діяльність. – К.: №1314-VII-ВР, 05.06.2014 р. 254.
9. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник / Д.М. Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 256 с.

10. Основи метрології: [Електронний ресурс]: навч. посіб. /В. У. Ігнаткін, О. В. Томашевський, В. М. Матюшин - Електрон. дані. – Запоріжжя : Запорізький національний технічний університет, 2017. - 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM);см. – Назва з тит. екрана. ISBN 978-617-529-205-1

11. Дорожовець М.М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т./ М. Дорожовець, Мотало В., Стадник Б., Василюк В., Борек Р., Ковальчик А.; За ред. Стадника Б. Т.1: Основи метрології. Львів: Видав-ництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. 532 с.

12. Дорожовець М.М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т./ М. Дорожовець, Мотало В., Стадник Б., Василюк В., Борек Р., Ковальчик А.; За ред. Стадника Б. Т.2: Вимірювальна техніка. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. 654 с.

13. Порядок проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її результатів <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0278-16>

14. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: Підручник / Р. Бичківський, П. Столярчук, П. Гамула ; за ред. Р. Бичківського. Львів ; К. : Вид-во Національного ун-у «Львівська політехніка», 2004. 559 с.

15. Поліщук Є. Метрологія та вимірювальна техніка. Львів, 2003. 544 с.

16. Тарасова В. В., Малиновський А. С., Рибак М. Ф. Метрологія, стандартизація і сертифікація: Підручник для вищих навчальних закладів / Мін-во освіти і науки України, Державний агроекологічний ун-т. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. 262 с.

17. Офіційний сайт АТ Українські залізниці https://uz.gov.ua/about/general_information/

18. Томашевський О. В., Рисіков В. П. Комп'ютерні технології статистичної обробки даних навч. посіб. / ЗНТУ, 2015. 175 с.

19. Шаповаленко О. Г., Бондар В. М. Основи електричних вимірювань. Київ : Либідь. 2002. 319 с.

20. Ігнаткін В. У., Томашевський О. В. Коректування тривалості міжповірочних інтервалів засобів вимірювальної техніки за їх поточним технічним станом // *Авиационно-космическая техника и технология*. 2015. № 8(125). С.119–122.

21. Томашевський О.В., Ігнаткін В.У., Сніжної Г.В. Дослідження впливу на надійність засобів вимірювальної техніки параметрів системи метрологічного обслуговування / *Авиационно-космическая техника и технология*, 2018, № 8(152), с.118-121

22. Ігнаткін В.У., Литвиненко В.А., Олійник Л.В., Шпаковський О.Ю., Томашевський О.В. Моделі процесів метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки / *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. № , 2014(30), с. 21-27.

23. Ігнаткін В. У., Томашевський О.В, Матюшин В.М. «Основи метрології» Навчальний посібник — Запоріжжя: Запорізький національний технічний університет, — 2017. — 208 с

24. Метрологічне забезпечення контролю якості продукції : монографія / [Ігнаткін В. У., Туз Ю. М., Левківський К. М., Томашевський О. В.]. за ред. Ігнаткін В. У. – Запоріжжя : Запорізький національний технічний університет, – 2017. – 202 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/309>

25. Надійність технологічних систем : курс лекцій / Г. О. Іванов, В. І. Гавриш, П. М. Полянський, О. В. Гольдшмідт. – Миколаїв : МНАУ, 2015. – 40 с.

26. Статистична обробка даних / Володарський Є. Т., Кошева Л. О. – К. : НАУ, 2008. – 308 с.

27. Павлюк О. М. та інші. Основи теорії надійності технічних систем Навчальний посібник. Львів: [Львівська політехніка](#). 2021 С. 208

28. Моделі процесів метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки / В. У. Ігнаткін, В. А. Литвиненко, Л. В. Олійник та ін. // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. 2014(30). С. 21–27.

29. Томашевський О. В., Погосов В. В. Про критерії ефективності управління якістю інтегрованих мікросхем на етапі виробництва // *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. № 1, 2009, С. 35–38.

30. Рижов Є.В., Сакович Л.М. Метод обґрунтування мінімально припустимого значення ймовірності оцінки результату перевірки параметрів . *Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування*. 2017. Вип.54(2). С.96 - 106. DOI: [https://doi.org/10.20535/1970.54\(2\).2017.119562](https://doi.org/10.20535/1970.54(2).2017.119562).

31. Jakoylev, M. Y., Prityka, O. I., Semenova, O. E., Vabiy, Y. V. Система математичних моделей експлуатації засобів вимірювальної техніки військового призначення. *Військово-технічний збірник*, (4), 149–154. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.4.2011.149-154>.

32. Розрахунок міжкалибрувальних інтервалів засобів вимірювальної техніки / О.Ф. Волков, Р.О. Волков, К.С. Колобов, О.С. Лесик, С.О. Ричок // *Автошляховик України*. 2015. № 5. С. 11-13.

33. ДСТУ 6044:2008. Метрологія. Міжповірочний інтервал засобів вимірювальної техніки. Основні положення і вимоги до установлення. К., 2009. 32 с.

34. Туз Ю. М., Красковський О. П., Мосолаб О. О. Метод та система вимірювання просторово-часових характеристик лінійних фазованих антенних решіток п'єзоелектричних перетворювачів // *Методи та прилади контролю якості*. Науково-технічний журнал, Івано-Франківськ. 2012. №1(28). С.148–153.

35. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення : метод. посібн. / Л.М. Козар, А.О. Лапко, І.Л. Назаренко, В.М. Петухов, Г.В. Шаповал, Д.В. Шумик. За загальною редакцією Л.М. Козара. Х. : УкрДУЗТ, 2018. 55 с.