

Український державний університет залізничного транспорту

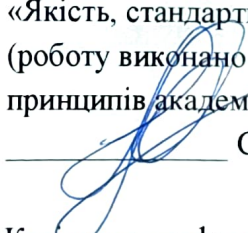
Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ
ВИРОБНИЦТВА

Пояснювальна записка і розрахунки
до магістерської кваліфікаційної роботи

МКРМЕ.175.26.12.00. ПЗ

Розробив студент групи 217-ЯСС-324
спеціальності 175 «Інформаційно-
вимірювальні технології» освітньої програми
«Якість, стандартизація та сертифікація»
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

 Сергій КАРБАНЬ

Керівник: професор, д-р техн. наук
Ларіса ТИМОФЕЄВА

Рецензент: професор кафедри
механічної та електричної інженерії
ПДАУ, професор, д-р техн. наук
Олександр САЙЧУК

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет механіко-енергетичний

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

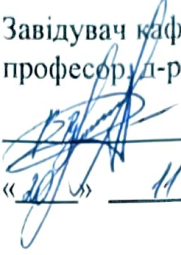
Другий (магістерський) рівень вищої освіти

Спеціальність – 175 «Інформаційно-вимірювальна техніка»

Освітня програма – «Якість, стандартизація, сертифікація»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор д-р техн. наук

 В. Г. Равлюк

« 20 » 11 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Карбань Сергія Володимировича

1 Тема «Удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва».

керівник Тимофєєва Ларіса Андріївна, професор, д-р техн. наук

затверджені наказом по механіко-енергетичному факультету від

“ ” 2025 року № .

2 Строк подання студентом закінченої роботи «28» грудня 20 25 року.

3. Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи отримати під час проходження переддипломної практики на підприємстві технічного профілю, що здійснює виробничу діяльність та реалізує процеси підготовки виробництва.

4. Під час проходження переддипломної практики необхідно ознайомитися з організаційною структурою підприємства, функціональними обов'язками його підрозділів, особливостями організації підготовки виробництва, а також із внутрішньою технічною, технологічною та нормативно-методичною документацією у сфері метрологічного забезпечення вимірювань. Студент повинен вивчити нормативно-правову та стандартну базу у сфері метрології та управління якістю, а також проаналізувати чинну практику організації вимірювального контролю, застосування засобів вимірювання та забезпечення точності вимірювань на етапі підготовки виробництва.

5. На основі зібраних матеріалів необхідно сформулювати методичний підхід до удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва, виконати аналіз застосовуваних методів і засобів вимірювання, визначити основні проблемні аспекти та обґрунтувати напрями їх удосконалення. Студент має отримати вихідні дані для виконання аналітичної та економічної частин роботи, зокрема щодо витрат на метрологічне забезпечення, організації вимірювального контролю, рівня точності вимірювань та ефективності процесів підготовки виробництва.

6 Перелік графічного матеріалу:

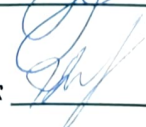
Графічний матеріал виконати у вигляді презентації (обсяг 15-20 слайдів).

7 Дата видачі завдання «24» лютого 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Ознайомлення з діяльністю підприємства, його організаційною структурою та технічною документацією у сфері підготовки виробництва.	26.02 - 02.03	виконано
2. Аналіз нормативно-правової та стандартної бази у сфері метрологічного забезпечення вимірювань і управління якістю під час підготовки виробництва.	03.03 – 13.04	виконано
3. Дослідження існуючих методів і засобів вимірювання, що застосовуються на етапі підготовки виробництва.	14.04 – 10.06	виконано
4. Аналіз чинної системи метрологічного забезпечення підготовки виробництва, організації контролю та моніторингу вимірювальних процесів.	11.06 – 03.07	виконано
5. Обґрунтування напрямів удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва.	04.07 – 01.09	виконано
6. Розроблення удосконалених методичних підходів до організації вимірювань і оцінювання їх результатів на етапі підготовки виробництва.	02.09 – 05.10	виконано
7. Оцінка економічної та організаційної ефективності впровадження розробок.	06.10 - 16.11	виконано
8. Розробка та оформлення слайдів	з 17.11.25 по 27.11.25	виконано
9. Отримання рецензії на МКР	01.12.25	виконано
10. Захист МКР в ДЕК	14.01.26	

Студент  Сергій КАРБАНЬ

Керівник  Лариса ТИМОФЕЄВА

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота включає 15 слайдів презентації та 109 аркушів пояснювальної записки формату А4.

Ключові слова: метрологічне забезпечення, підготовка виробництва, вимірювальні процеси, засоби вимірювання, точність вимірювань, невизначеність, система управління якістю, ефективність виробництва.

Об'єктом дослідження є процеси підготовки виробництва на промисловому підприємстві з позицій метрологічного забезпечення вимірювальних операцій.

Предметом дослідження є методи, засоби та організаційно-методичні підходи до метрологічного забезпечення вимірювань у процесі підготовки виробництва.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування та розроблення напрямів удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва з метою підвищення точності та достовірності вимірювань, зниження метрологічних ризиків і підвищення ефективності виробничих процесів. У роботі проаналізовано теоретичні та нормативно-методичні засади метрологічного забезпечення підготовки виробництва, розглянуто вимоги національних і міжнародних стандартів у сфері метрології та управління якістю. Проведено аналіз чинної системи метрологічного забезпечення, методів і засобів вимірювання та організації вимірювальних процесів на етапі підготовки виробництва, виявлено основні проблемні аспекти, що знижують точність вимірювань і ефективність виробничої діяльності.

Розроблено практичні рекомендації щодо удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва, які передбачають удосконалення організаційної структури, методичного забезпечення вимірювань, оптимізацію складу засобів вимірювання та впровадження елементів автоматизації. Виконано оцінку економічної та організаційної ефективності запропонованих заходів, а також розглянуто питання охорони праці та безпеки виробничої діяльності.

ABSTRACT

The qualification work includes 15 presentation slides and 109 pages of explanatory notes in A4 format.

Keywords: metrological support, production preparation, measurement processes, measuring instruments, measurement accuracy, uncertainty, quality management system, production efficiency.

The object of the study is production preparation processes at an industrial enterprise from the perspective of metrological support of measurement operations.

The subject of the study is methods, measuring instruments, and organizational and methodological approaches to metrological support of measurements in the production preparation process. The purpose of the qualification work is to substantiate and develop directions for improving metrological support of production preparation in order to increase measurement accuracy and reliability, reduce metrological risks, and improve production efficiency.

The work analyzes theoretical and regulatory foundations of metrological support for production preparation, as well as national and international standards in the field of metrology and quality management. The existing system of metrological support, measurement methods and instruments, and the organization of measurement processes during production preparation are analyzed, and the main problem areas are identified.

Practical recommendations for improving metrological support of production preparation are developed, including organizational and methodological improvements, optimization of measuring instruments, and implementation of automation elements.

Вступ	9
1 Теоретичні основи метрологічного забезпечення підготовки виробництва	13
1.1 Сутність, роль та значення метрологічного забезпечення в сучасному виробництві	13
1.2 Нормативно-правова база та стандарти у сфері метрологічної діяльності	15
1.3 Роль і місце метрологічного забезпечення в системі підготовки виробництва	19
1.4 Аналіз сучасного стану метрологічного забезпечення підготовки виробництва	22
1.5 Основні проблеми та напрями удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва	25
1.6 Узагальнення теоретичних положень та формування вимог до удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва	28
Висновки до розділу 1	31
2 Аналіз системи метрологічного забезпечення підготовки виробництва на підприємстві	33
2.1 Загальна характеристика підприємства та організації підготовки виробництва	33
2.2 Аналіз існуючої системи метрологічного забезпечення підготовки виробництва	36
2.3 Аналіз забезпечення єдності, точності та невизначеності вимірювань на етапі підготовки виробництва	40
2.4 Аналіз інформаційного та документального забезпечення метрологічних процесів підготовки виробництва	43
2.5 Аналіз ефективності функціонування існуючої системи метрологічного забезпечення підготовки виробництва	47
2.6 Узагальнення результатів аналізу та обґрунтування необхідності удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва	50

					МКРМЕ.175.26.12.00. ПЗ			
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва	Літер	Аркуш	Аркушів
Розробив		Карбань		05.02.25				
Перевірив		Тимофесва		06.02.25			4	94
Реценз.		Сайчук				УкрДУЗТ		
Н. контр.		Шовкун		05.02.16				
Затв.		Равлюк		08.06				

Висновки до розділу 2	53
3 Удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва	55
3.1 Обґрунтування напрямів удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва	55
3.2 Розроблення удосконаленої структури метрологічного забезпечення підготовки виробництва	59
3.3 Удосконалення методик вимірювань та оцінювання невизначеності в процесі підготовки виробництва	62
3.4 Розроблення алгоритму управління метрологічними ризиками в процесі підготовки виробництва	66
3.5 Практична реалізація удосконаленої системи метрологічного забезпечення підготовки виробництва	69
3.6 Оцінювання технічної та організаційної ефективності удосконаленого метрологічного забезпечення підготовки виробництва	72
Висновки до розділу 3	75
4 Охорона праці та безпека під час виконання метрологічних робіт	77
4.1 Економічне обґрунтування доцільності удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва	77
4.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження удосконаленого метрологічного забезпечення підготовки виробництва	80
4.3 Оцінка організаційної та соціально-економічної ефективності впровадження удосконаленого метрологічного забезпечення підготовки виробництва	84
4.4 Охорона праці та безпека виконання вимірювальних і метрологічних робіт у процесі підготовки виробництва	87
4.5 Екологічні аспекти та цивільний захист у процесі виконання метрологічних робіт під час підготовки виробництва	90
Висновки до розділу 4	93

5 Економічне обґрунтування заходів з удосконалення метрологічного забезпечення	94
5.1 Практичні рекомендації щодо впровадження удосконаленого метрологічного забезпечення підготовки виробництва	94
5.2 Перспективи подальшого розвитку метрологічного забезпечення підготовки виробництва	97
5.3 Узагальнення результатів дослідження та практична цінність кваліфікаційної роботи	99
Висновки до розділу 5	101
Загальні висновки	103
Список використаних джерел	105

					МКРМЕ.175.26.12.00. ПЗ
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	

Вступ

Сучасний розвиток вітчизняної промисловості, інтеграція України до європейського економічного простору та впровадження міжнародних стандартів у виробничу діяльність актуалізують питання підвищення точності й достовірності вимірювань. Особливої ваги це набуває на підприємствах металургійного, машинобудівного та гірничо-збагачувального секторів, до яких належить і Група МЕТІНВЕСТ — один із найбільших вертикально інтегрованих виробничих холдингів Центральної та Східної Європи. Масштаб виробництва, багатоступеневість технологічних процесів, інтенсивне використання складних технічних систем, висока відповідальність продукції та міжнародні вимоги до якості вимагають безперервного удосконалення метрологічного забезпечення на всіх стадіях підготовки виробництва.

У промисловому середовищі МЕТІНВЕСТУ точність вимірювань визначає не лише якість кінцевого продукту (металопрокату, сталі, чавуну, агломерату, прокатних напівфабрикатів), але й надійність роботи технологічного обладнання, ефективність використання енергоресурсів, стабільність плавильних і прокатних режимів та загальну економічну ефективність виробництва. В умовах високих температур, великих навантажень, агресивних середовищ і динамічних режимів роботи навіть незначні похибки у вимірюваннях можуть призвести до істотних відхилень у параметрах процесу, перегрівів, браку, збільшення втрат металу та порушення стандартів ISO та ДСТУ.

З огляду на це метрологічне забезпечення підготовки виробництва на підприємствах групи МЕТІНВЕСТ охоплює комплекс заходів, що включають визначення необхідної точності технологічних параметрів, вибір та оцінювання придатності засобів вимірювань, організацію їх калібрування та повірки, розроблення методик контролю, стандартизацію технологічних

операцій, а також впровадження системи управління вимірювальними процесами відповідно до вимог ISO 9001:2015, ISO 10012:2003, ISO/IEC 17025:2017, Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» та відповідних ДСТУ.

В умовах цифрової трансформації та використання автоматизованих комплексів контролю постає завдання адаптації функцій метрологічних служб МЕТІНВЕСТУ до нових викликів. Відбувається перехід від традиційної моделі метрологічного забезпечення до інтелектуальної цифрової метрологічної інфраструктури, яка включає:

- високоточні автоматизовані засоби вимірювання, що інтегруються в інформаційні системи підприємства;
- системи моніторингу параметрів обладнання в режимі реального часу;
- аналітичні платформи для оброблення вимірювальних даних;
- системи прогнозування відхилень та ризиків;
- ризик-орієнтовані методи планування калібрування згідно ISO 9001.

На підприємствах групи МЕТІНВЕСТ реалізуються високотехнологічні процеси (виливка сталі, розливання, агломерація, прокатка, термічна обробка, механоскладальні операції), що потребують точного контролю температури, тиску, маси, розмірів, хімічного складу сировини та металу, параметрів геометрії прокату, зносостійкості інструменту, режимів роботи агрегатів тощо. Ефективність цих процесів значною мірою визначається якістю метрологічної підтримки.

Водночас дослідження виробничих систем МЕТІНВЕСТУ свідчать, що попри наявність розвинених метрологічних служб, існують актуальні проблеми, серед яких:

- недостатня інтеграція метрологічного контролю з цифровими системами управління виробництвом (MES, ERP);

- застарілі або нерівномірно модернізовані засоби вимірювань;
- висока трудомісткість традиційних процедур повірки;
- обмежена автоматизація контролю критичних параметрів;
- необхідність стандартизації методик та їх адаптації до нових вимог ДСТУ та ISO;
- потреба у скороченні виробничих втрат, що виникають через вимірювальні похибки.

Отже, удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва для підприємств Групи МЕТІНВЕСТ є стратегічним важелем підвищення якості продукції, мінімізації технологічних ризиків, забезпечення стабільності процесів, оптимізації ресурсів та зміцнення конкурентних позицій компанії на ринку металургійної продукції.

Об'єктом дослідження є система організації метрологічного забезпечення підготовки виробництва на підприємстві МЕТІНВЕСТУ.

Предметом дослідження — методи, засоби, процедури та організаційно-технічні рішення, спрямовані на підвищення ефективності метрологічної діяльності на етапі підготовки виробництва.

Метою роботи є розроблення комплексу практичних заходів щодо удосконалення метрологічного забезпечення підготовки виробництва на підприємствах МЕТІНВЕСТ, що забезпечує підвищення точності, достовірності та оперативності вимірювань, а також відповідність продукції міжнародним стандартам якості.

Для досягнення мети поставлені такі завдання:

- проаналізувати науково-теоретичні засади метрологічного забезпечення;
- дослідити нормативно-правову базу України та міжнародні вимоги;
- виконати характеристику існуючої системи метрологічного забезпечення на підприємстві МЕТІНВЕСТ;

- виявити слабкі місця та проблемні зони у підготовці виробництва;
- запропонувати комплекс інноваційних технічних та організаційних рішень;
- оцінити ефективність запропонованих змін, включно з економічним ефектом;
- сформувати методичні рекомендації для подальшого вдосконалення системи.

Наукова новизна полягає у формуванні моделі інтегрованої метрологічної системи, адаптованої до потреб великого виробничого холдингу, а також у розробленні методології підвищення точності контролю на ключових етапах підготовки виробництва.

Практична цінність полягає у можливості застосування запропонованих рішень для:

- зниження похибок вимірювань;
- стабілізації виробничих процесів;
- оптимізації роботи технічного персоналу;
- скорочення витрат та підвищення рентабельності;
- забезпечення відповідності продукції вимогам європейських ринків.

Структура роботи включає вступ, чотири розділи, висновки, список джерел та додатки.

Список використаних літературних джерел

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 № 1314-VII (зі змінами).
2. Закон України «Про стандартизацію» від 05.06.2014 № 1315-VII (зі змінами).
3. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15.01.2015 № 124-VIII.
4. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.
5. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги.
6. ДСТУ ISO 9000:2015. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів.
7. ДСТУ ISO 10012:2005. Системи управління вимірюваннями. Вимоги до вимірювальних процесів і вимірювального обладнання.
8. ДСТУ ISO/IEC 17025:2019. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.
9. ДСТУ ISO/IEC 17020:2014. Оцінка відповідності. Вимоги до роботи різних типів органів інспектування.
10. ДСТУ ISO 31000:2018. Управління ризиками. Принципи та настанови.
11. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування.
12. ДСТУ EN ISO 10005:2019. Системи управління якістю. Настанови щодо планів якості.
13. ДСТУ ISO/TR 10017:2005. Настанови щодо статистичних методів у системах управління якістю.
14. ДСТУ ISO 5725-1:2005. Точність (правильність і прецизійність) методів і результатів вимірювання.

15. ДСТУ ISO 5725-2:2005. Основний метод визначення повторюваності та відтворюваності.
16. ДСТУ ISO 5725-3:2005. Проміжні показники прецизійності.
17. ДСТУ ISO 5725-4:2005. Основні методи визначення правильності результатів вимірювань.
18. ДСТУ ISO 5725-5:2005. Альтернативні методи визначення точності.
19. ДСТУ ISO 5725-6:2005. Використання показників точності на практиці.
20. ДСТУ ISO/IEC Guide 98-3:2018 (GUM). Невизначеність вимірювань. Частина 3.
21. ДСТУ ISO 10007:2016. Управління конфігурацією. Настанови.
22. ДСТУ ISO 9004:2018. Управління якістю. Якість організації. Настанови.
23. ДСТУ EN ISO 19011:2019. Настанови щодо аудиту систем управління.
24. ДСТУ ISO 10006:2017. Управління якістю. Настанови щодо управління якістю в проектах.
25. ДСТУ ISO/TR 10013:2003. Настанови щодо документації систем управління якістю.
26. Метрологія та вимірювальна техніка : підручник / за ред. В. О. Новицького. – Київ : НТУУ «КПІ», 2018.
27. Основи метрології та стандартизації : навч. посіб. / О. М. Кривонос та ін. – Харків : ХНУРЕ, 2019.
28. Метрологічне забезпечення виробництва : навч. посіб. / І. В. Кузьменко. – Львів : Львівська політехніка, 2020.
29. Управління якістю продукції та процесів : навч. посіб. / О. П. Власенко. – Київ : Центр учбової літератури, 2021.

30. Основи управління якістю : підручник / В. М. Григор'єв. – Київ : КНЕУ, 2019.
31. Метрологія, стандартизація та сертифікація : підручник / М. І. Дорожовець та ін. – Львів : Львівська політехніка, 2018.
32. Статистичні методи контролю якості : навч. посіб. / О. В. Бойко. – Дніпро : НМетАУ, 2020.
33. Метрологічні ризики у виробничих процесах / І. М. Рибалко // Вісник машинобудування. – 2021. – № 4. – С. 45–52.
34. Аналіз невизначеності вимірювань у системах управління якістю / С. П. Коваль // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2020. – № 2. – С. 18–24.
35. Ризик-орієнтований підхід у метрології / О. Ю. Лисенко // Технологічний аудит. – 2022. – № 1. – С. 33–39.
36. Цифровізація метрологічного забезпечення виробництва / А. В. Мельник // Інформаційні технології в промисловості. – 2023. – № 3. – С. 21–27.
37. Управління вимірювальними процесами в умовах Industry 4.0 / В. І. Сидоренко // Машинобудування. – 2022. – № 6. – С. 58–64.
38. Методичні аспекти оцінювання точності вимірювань / Н. О. Петренко // Вісник технічних наук. – 2019. – № 5. – С. 40–46.
39. Практичні підходи до калібрування засобів вимірювання / Р. Л. Іванов // Метрологія і прилади. – 2021. – № 2. – С. 12–18.
40. Організація метрологічної служби на підприємстві / Л. М. Савчук // Економіка і виробництво. – 2020. – № 7. – С. 55–61.
41. Управління якістю в машинобудуванні / П. А. Козак. – Київ : Наукова думка, 2018.
42. Метрологічне забезпечення життєвого циклу продукції / Т. В. Орлова // Стандарти та якість. – 2021. – № 1. – С. 28–34.

43. Методи підвищення достовірності вимірювань / Ю. М. Бондар // Вісник НТУ. – 2019. – № 3. – С. 63–69.
44. Стандартизація і метрологія у промисловості / В. І. Черненко. – Харків : Факт, 2020.
45. Якість і конкурентоспроможність продукції / О. С. Марченко. – Київ : КНЕУ, 2019.
46. Управління процесами підготовки виробництва / М. П. Сіренко. – Одеса : ОНПУ, 2021.
47. Метрологія та якість продукції : навч. посіб. / С. В. Демченко. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2020.
48. Інформаційні системи у метрології / І. К. Поліщук // Вісник інформаційних технологій. – 2022. – № 4. – С. 47–53.
49. Оцінювання ефективності систем управління якістю / О. М. Тарасенко // Економічний простір. – 2021. – № 9. – С. 70–76.
50. Методологія удосконалення метрологічного забезпечення виробництва / Н. Ф. Лупіка // Науковий вісник технічного університету. – 2023. – № 2. – С. 15–22.