

Анотація

Чичин Є. В. Покращення мобільності та оперативної ефективності контролю вагових параметрів у секторі залізничної інфраструктури. 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, 50 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 14 рисунків, 16 літературних джерел.

Ключові слова: АТ «Укрзалізниця», точність вимірювань, повірка, вимірювання, вагонні ваги, зважування, тензодатчики, залізнична інфраструктура, маса вагона, портативні системи.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування та розробка підходів до підвищення мобільності й оперативності контролю вагових параметрів у сфері залізничної інфраструктури шляхом покращення методів вимірювання та впровадження сучасних мобільних технічних засобів контролю та оптимізації процесів обробки вимірювальної інформації.

У кваліфікаційній роботі проведено огляд сучасних технічних засобів контролю вагових параметрів на залізничному транспорті, розглянуті основні типи ваговимірювальних систем, проаналізовано практичну доцільність впровадження портативних систем в залізничну інфраструктуру для покращення ефективності контролю вагових параметрів.

Abstract

Chychyn Y. V. Improving Mobility and Operational Efficiency of Weight Parameter Control in the Railway Infrastructure Sector. Specialty 152 “Metrology and Information-Measuring Technology,” Educational Program “Metrology and Information-Measuring Technology,” Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, 2025.

The qualification work includes 10 presentation slides, 50 A4 pages of explanatory notes containing 11 figures, 3 block diagrams, and 16 literary sources.

Keywords: JSC “Ukrzaliznytsia” measurement accuracy, verification, measurement, wagon scales, weighing, strain gauge sensors, railway infrastructure, wagon mass, portable systems.

The object of the study is portable systems for measuring the mass of wagons, which are used to ensure the prompt control of weight parameters of rolling stock in conditions of limited access to stationary weighing equipment.

The aim of the qualification work is to justify and develop approaches to improving the mobility and operational efficiency of weight parameter control in the railway infrastructure sector by enhancing measurement methods and introducing modern mobile technical control tools, as well as optimizing measurement data processing processes.

The qualification work provides a review of modern technical means for controlling weight parameters in railway transport, examines the main types of weighing systems, and analyzes the practical feasibility of implementing portable systems into the railway infrastructure to improve the effectiveness of weight parameter control.

Український державний університет залізничного транспорту

Механіко-енергетичний факультет

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

**ПОКРАЩЕННЯ МОБІЛЬНОСТІ ТА ОПЕРАТИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
КОНТРОЛЮ ВАГОВИХ ПАРАМЕТРІВ У СЕКТОРІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ**

Пояснювальна записка і розрахунки
до бакалаврської кваліфікаційної роботи

БКРМЕ.152.25.02.00 ПЗ

Розробив здобувач групи 105-МВТ-Д21
спеціальності 152 Метрологія та
інформаційно-вимірювальна техніка
ОП Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

_____ Єгор ЧИЧИН

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

Чичина Єгора Віталійовича

1 Тема «Покращення мобільності та оперативної ефективності контролю вагових параметрів у секторі залізничної інфраструктури» 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: взяти по АТ "Укрзалізниця", залізничні ваги.

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

4.1 Аналіз діяльності метрологічної служби АТ «Укрзалізниця»

4.2 Аналіз сучасних технічних засобів контролю вагових параметрів

4.3 Класифікація та принципи дії систем зважування

4.4 Конструктивний аналіз стаціонарних систем зважування

4.5 Конструктивний аналіз динамічного і стато-динамічного зважування

4.6 Перспективи підвищення мобільності та оперативності вагового контролю

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	16.05.25	Виконано
3 Розробка основних розділів пояснювальної записки	23.05.25	Виконано
4 Покращення мобільності та оперативної ефективності контролю вагових параметрів	28.05.25	Виконано
5 Здавання матеріалу на перевірку на плагіат	04.06.25	Виконано
6 Здавання матеріалу на перевірку та підпис керівнику	09.06.25	Виконано
7 Підпис ПЗ та презентаційного матеріалу	09.06.25	Виконано
8 Отримання рецензії	12.06.25	Виконано
9 Захист кваліфікаційної роботи у ДЕК	16.06.25	Виконано

Здобувач _____
(підпис)

Є. В. Чичин
(ініціали та прізвище)

Керівник _____
(підпис)

Л. В. Волошина
(ініціали та прізвище)

Зміст

Вступ	5
1 Аналіз діяльності метрологічної служби АТ «Укрзалізниця»	7
1.1 Оцінка правового регулювання у сфері залізничної інфраструктури	7
1.2 Структурно-функціональна характеристика метрологічної служби	8
1.3 Функціональний аналіз діяльності підрозділів метрологічної служби	10
1.4 Напрями застосування вимірювань у сфері залізничного транспорту	12
1.4.1 Аналіз обслуговування, модернізації та ремонту рухомого складу	12
1.4.2 Застосування засобів контролю ваг в системах управління інфраструктурою	13
2 Аналіз сучасних технічних засобів контролю вагових параметрів	15
2.1 Класифікація та принципи дії систем зважування	21
2.2 Конструктивний аналіз стаціонарних систем зважування	24
2.3 Конструктивний аналіз динамічного і стато-динамічного зважування	28
3 Перспективи підвищення мобільності та оперативності вагового контролю	31
3.1 Аналіз конструктивних і функціональних особливостей портативної системи статичного зважування POWERVE	34
3.2 Аналіз конструктивних і функціональних особливостей портативної системи стато-динамічного зважування AX300	38
3.3 Аналіз конструктивних і функціональних особливостей портативної системи динамічного зважування типу Force WIM	42
Висновки	47
Список використаних джерел	49

					БКРМЕ.152.25.02.00 ПЗ				
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата					
Розробив		Чичин Є. В.			ПОКРАЩЕННЯ МОБІЛЬНОСТІ ТА ОПЕРАТИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТРОЛЮ ВАГОВИХ ПАРАМЕТРІВ У СЕКТОРІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ			Літера	Аркуш
Перев.		Волощина Л.В.							4
									50
Н. контр.		Шовкун В.О.						УкрДУЗТ	
Затв.		Мартинов І.Е.							

Вступ

Метрологія, як наука, є основою складової вимірювання параметрів та забезпечення точних показників, безпеки та взаємної відповідності продукції та послуг. На залізничному транспорті, де кожна одиниця виміру або параметр може серйозно впливати на пересування складів, витрати та ефективність експлуатації, роль метрології особливо важлива у забезпеченні безпеки [1].

АТ «Укрзалізниця» як великий державний оператор залізничного транспорту України, функціонує в умовах необхідних вимог до точності вимірювань та дотримання всіх показників у сфері метрології. Це передбачає використання сучасних засобів вимірювань та наявність ефективно організованої метрологічної служби, яка відповідає за функціонування всієї системи метрологічного забезпечення всередині компаній та підприємств, які обслуговують залізничну інфраструктуру. Принципи діяльності у сфері метрології в Україні визначаються такими документами, як Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», технічні регламенти, державні стандарти та внутрішні нормативні документи, затверджені у рамках АТ «Укрзалізниця». Метрологічна служба АТ «Укрзалізниця» має певну побудовану структуру, яка охоплює центральні та регіональні рівні управління, також її складі функціонують калібрувальні та перевірочні лабораторії, разом із підрозділами метрологічного контролю, що відповідають за технічне обслуговування вимірювального обладнання та систем контролю. Основними завданнями служби є організація метрологічного забезпечення та єдності вимірювань на залізничному транспорті, проведення перевірок та калібрування, ведення обліку вимірювальних засобів, а також контроль за своєчасністю їх перевірки, які беруть участь у сертифікаційних процедурах. Сфери застосування вимірювань на залізничному транспорті є дуже широким, спектр технологічних процесів від діагностики технічного стану рухомого складу до моніторингу параметрів інфраструктури. Зокрема

вимірювання використовуються при ремонті, модернізації та технічному обслуговуванні вагонів та локомотивів, у системах контролю стану колій, сигналізації та зв'язку, а також у забезпеченні транспортної та логістичної безпеки. У сучасних умовах вимірювання та автоматизації процесів, важливе місце займають системи зважування залізничних вагонів. Вони дозволяють з високою та достовірною точністю визначати масу рухомого складу, що підвищує ефективність перевезень та знижує витрати часу на контрольні операції. Одним із напрямків розвитку є використання портативних зважувальних систем, які дозволяють ефективно перевіряти вагові параметри без складного монтажу та за різних умов експлуатації.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в обґрунтуванні та розробці підходів до підвищення мобільності й оперативності контролю вагових параметрів у сфері залізничної інфраструктури шляхом покращення методів вимірювання та впровадження сучасних мобільних технічних засобів контролю та оптимізації процесів обробки вимірювальної інформації, з метою підвищення ефективності експлуатації рухомого складу та забезпечення безпеки перевезень.

Завданням кваліфікаційної роботи є:

- провести аналіз діяльності метрологічної служби АТ «Укрзалізниця», оцінку правового регулювання у сфері залізничної інфраструктури, структурно-функціональну характеристику метрологічної служби та функціональний аналіз діяльності підрозділів метрологічної служби;
- розглянути напрями застосування вимірювань у сфері залізничного транспорту, та застосування засобів контролю ваги в системах управління інфраструктурою;
- виконати аналіз сучасних технічних засобів контролю вагових параметрів, класифікації та принципів дії систем зважування;
- надати конструктивний аналіз стаціонарних систем зважування;
- обґрунтувати перспективи підвищення мобільності та оперативності вагового контролю.

Висновки

У ході виконання кваліфікаційної роботи, були проаналізовані теоретичні та практичні аспекти метрологічного забезпечення на залізничному транспорті, зокрема в контексті зважування вагонів як одного з важливих елементів контролю технічного стану рухомого складу. Дослідження показало, що вимірювання ваги суттєво впливає на безпеку та ефективність залізниці.

Особливу увагу було приділено аналізу сучасних тенденцій підвищення мобільності та ефективності вагового контролю, що і стало основною темою. Сучасні вимоги до точності, швидкості та гнучкості вагового контролю залізничного рухомого складу змушують відмовитися від винятково стаціонарних або фундаментних рішень на користь інноваційних переносних систем.

Розглянуто тенденції розвитку ринку переносних вагових систем та проведено класифікацію основних типів обладнання за техніко-експлуатаційними характеристиками. Зокрема, увагу було зосереджено на порівнянні статичних, динамічних і стато-динамічних вагових систем, а також на оцінці можливостей їх практичного використання в різних умовах залізничної інфраструктури. Оптимальним компромісом стали стато-динамічні вагові системи AX300, які поєднують у собі можливість зважування як у русі, так і в умовах зупинки вагона. Їхньою особливістю є зважування залізничного складу під час руху з малою швидкістю, без необхідності повної зупинки вагонів, що істотно скорочує простої та збільшує пропускну спроможність при збереженні високого рівня точності.

Окремої технічної доцільності впровадження портативної стато-динамічної системи зважування набуває саме в умовах інфраструктури АТ «Укрзалізниця». Значна частина вантажопотоків проходить через проміжні та сортувальні станції, які не оснащені стаціонарними ваговими комплексами через високу вартість їхнього встановлення, необхідність модернізації колійного господарства та складність інтеграції з наявними інформаційними системами. У таких умовах

портативна стато-динамічна система, здатна проводити точне вимірювання маси вагонів у режимі повільного руху або контрольованої зупинки, без необхідності глибокого втручання в інфраструктуру, може забезпечувати гнучкий і ефективний підхід до реалізації вагового контролю. Функціональна сумісність цих систем із сучасними засобами збору та обробки даних у реальному часі дозволяє інтегрувати їх в інфраструктуру залізниці без необхідності виділяти окремі місця для вимірювань.

Обґрунтовано доцільність впровадження портативної стато-динамічної системи зважування як ефективного технічного рішення для залізничного транспорту. Вона забезпечує необхідний баланс між точністю та мобільністю, що робить її оптимальним вибором для модернізації вагового контролю в умовах сучасних вимог до автоматизації та підвищеної відповідальності за безпеку перевезень. Це впровадження дасть змогу в майбутньому часі підвищити ефективність експлуатації рухомого складу і посприє зниженню витрат, скороченню часу обробки поїздів і підвищенню загальної надійності залізничної інфраструктури.

У ході виконання кваліфікаційної роботи вирішені наступні завдання:

- проведено аналіз діяльності метрологічної служби АТ Укрзалізниця, оцінку правового регулювання у сфері залізничної інфраструктури, структурно-функціональну характеристику метрологічної служби та функціональний аналіз діяльності підрозділів метрологічної служби;
- розглянуто напрями застосування вимірювань у сфері залізничного транспорту, та застосування засобів контролю ваги в системах управління інфраструктурою;
- виконано аналіз сучасних технічних засобів контролю вагових параметрів, класифікації та принципів дії систем зважування;
- надано конструктивний аналіз стаціонарних систем зважування;
- обґрунтовано перспективи підвищення мобільності та оперативності вагового контролю.

Список використаних джерел

1. Комарова Г. Л., Тимофєєв С. С. Метрологія, стандартизація та сертифікація. Харків: УкрДУЗТ, 2019 – 81 с.
2. Про метрологію та метрологічну діяльність [Електронний ресурс]: Закон України № 1314-VII. (редакція станом на 01.01.2022). - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text>.
3. Про залізничний транспорт [Електронний ресурс]: Закон України № 273/96 ВР (редакція станом на 15.11.2024). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-vr#Text>
4. Астахов В. М., Сушков В. Ф., Скорик О. О. Управління колійним господарством залізниць. Харків: УкрДУЗТ, 2015 – 52-53 с.
5. Швець Д. О. Автоматизована система вагового контролю перевалки залізничних вантажів. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024 – 22 – 23 с.
6. Ключко Л. І. Несні сталеві конструкції для встановлення залізничних тензометричних ваг. Дніпро: Український державний університет науки і технологій, 2024 – 1 – 3 с.
7. Биков В. В. Тензометричні електронні ваги з мікропроцесорним керуванням. Вінниця: ВНТУ, 2024. – 13-14 с.
8. Дяченко С. С. Вдосконалення системи моніторингу колієвимірювальних вагонів. Дніпро: Дніпро: Український державний університет науки і технологій, 2022 – 24 с.
9. Коропець А. Л. Стенд для повісного зважування вантажного автомобіля. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 17-18 с.
10. Статичні залізничні ваги виробництва «Техноваги» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vis.ua/product/vahonni-vahy-statychnoho-zvazhuvannia-u-vybukhozakhyshchenomu-vykonanni-na-150-tonn/>.

11. Bruno Pintão, Araliya Msleh, Cecilia Vale, Pedro Montenegro, Pedro Costa. Development and Validation of a Weigh-in-Motion Methodology for Railway Tracks. Portugal: University of Porto, 2022. – 1-2 с.

12. Динамічні залізничні ваги виробництва «Техноваги» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vis.ua/product/vagonnye-vesy-dlya-vzveshivaniya-v-dinamike-na-150-tonn-klassa-tochnosti-5/>

13. Mariia Zakharenko, Gunnstein T. Frøseth and Anders Rönquist. Train Classification Using a Weigh-in-Motion System and Associated Algorithms to Determine Fatigue Loads. Norway: Norwegian University of Science and Technology (NTNU), 2022. – 1-3 с.

14. Портативні вимірювальні комплекси виробництва «IVM» S.r.l - Innovative Vibration Monitoring [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ivmtech.it/en/prodotti/powerve/>.

15. Переносні залізничні ваги, виробництва «TWS» – AX300 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://weighbridgeservices.com/trainweigh/ax-series-ax300-for-freight/>

16. Вимірювальний комплекс виробництва «TWS» – Force WIM [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://weighbridgeservices.com/trainweigh/freight/>