

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра Інженерія вагонів та якість продукції

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ОБЛКУ
ПРИРОДНОГО ГАЗУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

МКРМЕ.175.26.20.00. ПЗ

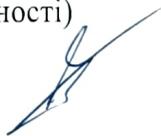
Розробив:

здобувач групи 217-ЯСС-324

спеціальності 175 «Інформаційно-
вимірвальні технології»

(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

Сергій СИДОРІН



Керівник:

кандидат технічних наук, доцент

Ганна КОМАРОВА

Рецензент:

доцент кафедри М і ПМ канд. техн. наук

Олександр ЛОГВИНЕНКО

2026

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Механіко-енергетичний»

Кафедра «Інженерія вагонів та якість продукції»

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

Спеціальність: 175 «Інформаційно-вимірювальні технології»

Освітня програма: Якість, стандартизація та сертифікація

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІВ та ЯП,
професор, д-р техн. наук



Василь РАВЛЮК

« 20 » 11 2025 р.

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу магістра

Сидоріну Сергію Миколайовичу

1. Тема: «Удосконалення метрологічного контролю обліку природного газу для підвищення точності вимірювань: Комарова Ганна Леонідівна затверджена розпорядженням по механіко-енергетичному факультету від “24” лютого 2025 року № 21/25.

2. Строк подання студентом роботи “30” грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: нормативно-правові акти України у сфері метрології та комерційного обліку енергоресурсів (Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», Кодекс ГРМ, НПА НКРЕКП), а також чинні стандарти та методики повірки й калібрування засобів вимірювальної техніки (ДСТУ, ISO, OIML); наукова, технічна та методична література з питань метрологічного контролю, вимірювань та оцінки невизначеності; технічна документація, експлуатаційні журнали, результати перевірок, дані систем контролю та обліку ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ»; матеріали переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ; 1. Теоретичні основи метрологічного контролю обліку природного газу; 2. Аналіз існуючого стану метрологічного контролю у Харківській міській філії «ГАЗМЕРЕЖІ»; 3. Удосконалення метрологічного контролю обліку природного газу; 4. Практичне значення та перспективи розвитку системи метрологічного контролю у газовій сфері; Загальні висновки; Список використаних джерел.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу: 1 Актуальність і цілі дослідження; 2 Метрологічне забезпечення обліку газу; 3 Значення метрологічного забезпечення у газовій галузі; 4 Метрологічні характеристики лічильника газу; 5 Вимірювальні засоби для обліку природного газу: класифікація; 6 Типові значення похибок засобів вимірювальної техніки; 7 Вплив конструктивних особливостей лічильників на точність вимірювань; 8 Аналіз джерел похибок у вимірюванні витрат і об'єму газу; 9 Аналітичні порівняння поколінь лічильників; 10 Частота повірок по поколінням; 11 Напрями вдосконалення системи метрологічного контролю; 12 Smart-система контролю і управління обліком газу; 14 Шляхи підвищення точності вимірювань; 15 Порівняння традиційних і оптимізованих процедур повірки; 16 Практичне значення та перспективні технології метрологічного контролю.

6. Дата видачі завдання 06.10.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наукових джерел і нормативних документів з управління якістю та мотивації персоналу	06.10 - 15.10	виконано
2	Дослідження діяльності підприємства та оцінка чинної системи управління якістю і мотивації	16.10– 25.10	виконано
3	Виявлення недоліків у мотиваційній системі і визначення потреб персоналу. Розробка методичних засад мотиваційного моніторингу та визначення КРІ	26.10 – 05.11	виконано
4	Обґрунтування впливу мотиваційного моніторингу на якість управління та діяльність підприємства	06.11 – 25.11	виконано
5	Формування практичних рекомендацій та висновків	26.11– 30.11	виконано
6	Перевірка МКР на плагіат	01.12-10.12	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	11.12– 20.12	виконано
8	Нормоконтроль та отримання рецензії на магістерську роботу	21.12 -30.12	виконано
10	Підписання роботи завідувачем кафедри	21.12 – 30.12	виконано
11	Підготовка до захисту роботи	31.12 – 11.01.26	виконано
12	Захист кваліфікаційної роботи	12.01 – 17.01.26	

Магістрант

 Сергій СИДОРІН

Керівник роботи

 Ганна КОМАРОВА

АНОТАЦІЯ

Сидорін С.М. Кваліфікаційна робота другого (магістерського) рівня вищої освіти на тему: «**Удосконалення метрологічного контролю обліку природного газу для підвищення точності вимірювань**» включає 16 слайдів презентації, 90 аркуш пояснювальної записки формату А4, що містять 21 рисунок, 9 таблиць, 38 літературних джерела.

Ключові слова: МЕТРОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ, ОБЛІК ПРИРОДНОГО ГАЗУ, ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАНЬ, КАЛІБРУВАННЯ, ЛІЧИЛЬНИКИ.

Метою магістерської роботи є розроблення практичних рекомендацій щодо вдосконалення метрологічного контролю обліку природного газу для підвищення точності вимірювань і зниження похибок у газорозподільній системі.

Об'єкт дослідження: процес метрологічного контролю обліку природного газу.

У роботі проведено аналіз метрологічного забезпечення обліку природного газу в Україні та визначено ключові чинники, що впливають на точність вимірювань. На прикладі ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ» обґрунтовано напрями вдосконалення системи контролю, зокрема впровадження високоточних лічильників нового покоління, цифрових систем збору даних, мобільних лабораторій і віддаленого моніторингу. Запропоновані заходи підвищують достовірність обліку, зменшують втрати газу та підвищують ефективність роботи підприємств. Результати можуть бути використані для вдосконалення метрологічного контролю, забезпечення прозорості обліку енергоресурсів і зміцнення енергетичної безпеки України.

ABSTRACT

Sidorin S. Master's qualification thesis titled “**Improvement of Metrological Control of Natural Gas Accounting to Increase Measurement Accuracy**” includes 16 presentation slides and 90 pages of the explanatory note in A4 format, containing 21 figures, 9 tables, and 38 references..

Keywords: METROLOGICAL CONTROL, NATURAL GAS ACCOUNTING, MEASUREMENT ACCURACY, CALIBRATION, METERS, ENERGY.

The aim of the master's thesis is to develop practical recommendations for improving the metrological control of natural gas accounting to increase measurement accuracy and reduce errors in gas distribution systems.

Object of research: the process of metrological control of natural gas accounting.

The study analyzed the metrological support of natural gas accounting in Ukraine and identified the key factors affecting measurement accuracy. KHF of “GAZMERESHII” as a case study, directions for improving the control system were justified, including the implementation of next-generation high-precision meters, digital data collection systems, mobile laboratories, and remote monitoring services. The proposed measures enhance accounting reliability, reduce gas losses, and increase operational efficiency. The results can be applied to improve metrological control, ensure transparency in energy resource accounting, and strengthen Ukraine's energy security.

Вступ	6
1. Теоретичні основи метрологічного контролю обліку природного газу	9
1.1. Поняття та значення метрологічного забезпечення в газовій галузі	9
1.2. Вимірювальні засоби для обліку природного газу: класифікація та принципи роботи	18
1.3. Джерела похибок у вимірюванні витрат та об'єму газу	27
1.4. Нормативно-правова база метрологічного контролю в Україні	37
2. Аналіз існуючого стану метрологічного контролю у Харківській міській філії «ГАЗМЕРЕЖІ»	40
2.1. Загальна характеристика підприємства	40
2.2. Стан парку засобів обліку та рівень їх метрологічного забезпечення в ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ»	42
2.3. Організація метрологічного контролю на Харківській міській філії «ГАЗМЕРЕЖІ» та проблеми його практичного виконання	48
2.4. Вплив воєнних умов на систему метрологічного контролю та облік газу	56
3. Удосконалення метрологічного контролю обліку природного газу	61
3.1. Шляхи підвищення точності вимірювань	61
3.2. Оптимізація процедур перевірки та калібрування лічильників	70
3.3. Використання сучасних методів контролю і випробувань	76
4. Практичне значення та перспективи розвитку системи метрологічного контролю у газовій сфері	81
4.1. Досягнення та пропозиції щодо вдосконалення системи метрологічного контролю у газовій сфері	81
Загальні висновки до магістерської роботи	85
Список використаних джерел	87

					МКРМЕ.175.26.20.00. ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Удосконалення метрологічного контролю обліку природного газу для підвищення точності вимірювань	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Сидорін					5	90
Перев.		Комарова		29.11.24				
Н. контр.		Шовкун		05.02.25				
Затв.		Равлюк		05.02.25			УкрДУЗТ	

Вступ

Актуальність. У сучасному світі енергетичні ресурси стали одним із ключових чинників економічного розвитку, конкурентоспроможності та політичної стабільності. Серед усіх видів енергоносіїв саме природний газ займає провідне місце завдяки своїй відносній екологічній чистоті, універсальності застосування та економічній доцільності. Він використовується у промисловості, енергетиці, житлово-комунальному секторі, транспорті та побуті. У зв'язку з цим питання точного та достовірного обліку природного газу набуває виняткової актуальності, адже воно безпосередньо впливає на фінансові показники підприємств, добробут споживачів і загальну енергоефективність держави.

Світова практика доводить, що країни з розвиненими системами обліку та метрологічного контролю демонструють більш високий рівень раціонального використання енергоресурсів, прозорість енергетичного ринку та менший рівень втрат у газотранспортних і газорозподільних мережах. Для України цей досвід особливо цінний, адже наша держава перебуває у процесі інтеграції до європейського енергетичного простору, де чітко регламентовані правила обліку і контролю.

Окремим фактором, що посилює актуальність дослідження, є воєнні події на території України. Руйнування газотранспортної інфраструктури, пошкодження систем обліку та втрата частини технічного обладнання призвели до зростання похибок у вимірюваннях і збільшення комерційних втрат природного газу. У таких умовах завдання вдосконалення метрологічного контролю виходить за межі внутрішньогалузевої проблеми і стає елементом національної енергетичної безпеки.

Водночас на рівні окремих підприємств проблема точності вимірювань має і практичний вимір. Неточності в обліку призводять до економічних суперечностей між постачальниками та споживачами, зростання витрат на компенсацію втрат газу, а також до зниження довіри до підприємств галузі. Це ускладнює роботу

газорозподільних компаній, які змушені шукати баланс між технічними можливостями наявних засобів вимірювання та зростаючими вимогами до точності обліку.

Вирішення цієї проблеми потребує системного підходу, який охоплює як технічні аспекти (сучасні лічильники, коректори об'єму, системи повірки), так і організаційні (планування метрологічного контролю, підвищення кваліфікації персоналу, вдосконалення нормативної бази).

На цей час інтеграція України до європейського енергетичного ринку вимагає поступової гармонізації системи метрологічного забезпечення з міжнародними нормами ISO, EN та вимогами Європейського агентства з регулювання енергетики. Це обумовлює потребу у розробленні науково обґрунтованих підходів до контролю точності вимірювань природного газу, що відповідають сучасним викликам.

Об'єктом дослідження є процес метрологічного контролю обліку природного газу.

Предметом дослідження є методи, засоби та організаційні заходи, що забезпечують точність та достовірність вимірювань у газовій галузі.

Мета дослідження полягає у розробленні рекомендацій щодо вдосконалення метрологічного контролю обліку природного газу з метою підвищення точності вимірювань, мінімізації похибок та підвищення ефективності роботи підприємств газорозподільної галузі.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно виконати такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан метрологічного забезпечення обліку природного газу в Україні;
- визначити чинники, що знижують точність вимірювань у діючих системах обліку;
- узагальнити наукові підходи та практичні рішення щодо метрологічного контролю;

— обґрунтувати напрями вдосконалення контролю з урахуванням особливостей експлуатації в умовах України;

— розробити рекомендації з підвищення точності вимірювань і забезпечення достовірності обліку.

Методи дослідження. У роботі використано системний аналіз, методи порівняння, аналіз наукових і нормативних джерел, елементи узагальнення практичного досвіду підприємств галузі.

Наукова новизна дослідження полягає у формуванні комплексного підходу до вдосконалення метрологічного контролю, що враховує як технічні характеристики вимірювального обладнання, так і організаційні аспекти його експлуатації в умовах воєнного часу та інтеграції до європейського енергетичного ринку.

Практична цінність полягає у можливості впровадження результатів дослідження на підприємствах газорозподільної сфери для підвищення точності вимірювань, мінімізації комерційних втрат та забезпечення більшої прозорості розрахунків між усіма учасниками енергетичного ринку.

Таким чином, вибрана тема є надзвичайно актуальною в умовах сучасних економічних та соціально-політичних викликів. Вона поєднує теоретичне значення, оскільки стосується розвитку метрологічної науки та методів забезпечення точності вимірювань, і практичне значення, оскільки її результати можуть бути використані підприємствами енергетичної галузі для підвищення ефективності роботи. Запропоновані у роботі підходи сприятимуть підвищенню якості метрологічного контролю обліку природного газу та забезпеченню енергетичної безпеки України.

Апробація результатів роботи. Основні положення магістерської роботи були висвітлені у доповіді «Вдосконалення метрологічного забезпечення обліку природного газу для підвищення точності вимірювань» на 85 студентській науково-технічній конференції УкрДУЗТ (10-11 грудня м. Харків, 2025) [37].

Список використаних джерел

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Відомості Верховної Ради України, 2014.
2. Directive 2014/32/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of measuring instruments (recast). Text with EEA relevance. 2014. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2014/32/oj>
3. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. *Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: навчальний посібник*. Вінниця: ВДТУ, 2001. 219 с.
4. *Кодекс газорозподільних систем*. Затверджено постановою НКРЕКП 30.09.2015 № 2494. Зареєстровано в Мін'юсті України 06.11.2015 за № 1379/27824.
5. *Правила обліку природного газу під час його транспортування газорозподільними мережами, постачання та споживання*. Наказ Мінпаливенерго України №618 від 27.12.2005. Зареєстровано в Мін'юсті України 26.01.2006 за №67/11941.
6. ДСТУ EN 1359:2020. *Лічильники газу. Лічильники газу мембранні (EN 1359:2017, IDT)*. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91018
7. *Лічильники газу роторні РГК-Ех*. URL: <https://prylad.com.ua/ru/products/gas-meters/rotary/rgk-eh/>
8. РМУ 037-2015. *Рекомендація. Метрологія. Вузли обліку природного газу з лічильниками та коректорами. Метод та основні принципи вимірювань, характеристики та загальні вимоги*. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78877

9. ДСТУ OIML R 140:2014. *Вимірювальні системи для газового палива* (OIML R 140, edition 2007, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=93908

10. *Лічильник газу ультразвуковий Зонд-2. Настанова щодо експлуатації* [Електронний ресурс]. 2016. URL: https://zond.dp.ua/wp-content/uploads/2017/04/%D0%A0%D0%AD_%D0%97%D0%942_2016.pdf

11. *Лічильники газу турбінні TZ/fluxi. Паспорт.* URL: https://tgp.net.ua/download/passport_tz-fluxi_ukr.pdf

12. Васильківський С., Фединець В.О., Юсик Я.П. *Виконавчі пристрої систем автоматизації: навчальний посібник.* Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020.

13. Лавренова Д.Л., Хлистов В.М. *Основи метрології та електричних вимірювань: навч. посібник* [Електронне видання]. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 123 с.

14. Захаров І.П. *Порівняльний аналіз характеристик точності вимірювань: монографія.* Харків: Оберіг, 2019. 100 с.

15. Федорович В. О. Метрологічне забезпечення якості продукції у машинобудуванні [Електронний ресурс] : навч. посібник / В. О. Федорович, Л. І. Пупань, Є. В. Островерх ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2024. – 148 с.

16. Мінекономіки України. *Державна служба з питань технічного регулювання та споживчої політики. Методичні рекомендації з метрології.* Київ, 2022.

17. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019. *Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій* (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88724

18. ДСТУ OIML R 137-1-2:2018. *Лічильники газу. Частина 1. Метрологічні й технічні вимоги. Частина 2. Методи підтвердження метрологічних і технічних характеристик* (OIML R 137-1-2:2014, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81596

19. Володарський Є.Т. *Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю*. URL: <https://metod.vntu.edu.ua/getfile.php>
20. Саранча Г.А. *Метрологія, стандартизація та управління якістю* - К.:Либідь, 2014.-256 с.
21. Федорович В.О., Пупань Л.І., Отсроверх Є.В. *Метрологічне забезпечення якості продукції*. Вимірювальна техніка та метрологія, № 70, 2009. С. 160–164. URL: https://vlp.com.ua/files/29_33.pdf
22. Павленко В.Я. *Ефективність метрологічного забезпечення підготовки виробництва на підприємстві*. Технічні науки, 2024, № 6. С. 45–53. URL: https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2024/6_2024/part_1/5.pdf
23. ДСТУ ISO 9001:2015. *Системи управління якістю. Вимоги*. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 30 с.
24. Салабай Ю., Гоц Н. *Метрологічне забезпечення інтегрованих систем управління для підвищення точності та надійності технічних процесів*. MEASURING AND COMPUTING DEVICES IN TECHNOLOGICAL PROCESSES, 2024, № 4, С. 420–424. URL: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-80-52>
25. Середюк О.Є. (ред.) *Науково-технічні дослідження у галузі обліку природного газу: колективна монографія*. Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М., 2023.
26. *Офіційний сайт «Газорозподільні мережі України»*. URL: <https://grmu.com.ua/>
27. *Офіційний сайт Харківська міська філія ТОВ «ГАЗОРОЗПОДІЛЬНІ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ»*. URL: <https://khm.grmu.com.ua/>
28. JCGM 200:2008. *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*. 2008.
29. ДСТУ ISO/IEC Guide 98-3:2018. *Неопределенность измерений. Часть 3. Руководство по представлению неопределенности в измерении (GUM:1995) (ISO/IEC Guide 98-3:2008, IDT)*. URL: https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=81669

30. ДСТУ EN 1359:2012. *Лічильники газу мембранні. Загальні технічні умови* (EN 1359:1998/A1:2006, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53157
31. ДСТУ EN 12405-1:2014. *Коректори до лічильників газу електронні. Частина 1. Корекція об'єму* (EN 12405-1:2005+A2:2010, IDT).
32. Комарова Г. Л. *Конспект лекцій з дисципліни «Метрологія»: метод. вказівки*. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 98 с.
33. Геворкян Є.С., Нерубацький В.П., Комарова Г.Л., Волошина Л.В. *Наноструктуровані керамічні композити на основі SiC, ZrO₂ та WC для підвищення надійності та метрологічної стабільності транспортних систем. Інтелектуальні транспортні технології: тези доп. 6-ї міжнар. наук.-техн. конф. (Харків, 24–26 листоп. 2025 р.)*. Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 281–284.
34. Комарова Г., Геворкян Е., Нерубацький В., Волошина Л. *Підвищення ефективності метрологічного забезпечення якості виробництва на підприємствах залізничного транспорту. Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи: тези доповідей VII Міжнар. наук.-практ. конф. (20–21 листопада 2025 р.)*. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2025. С. 136–137. ISBN 978-966-441-841-3
35. ДСТУ OIML D 16:2008. *Метрологія. Принципи забезпечення метрологічного контролю* (OIML D 16:1986, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84236
36. Rabinovich S.G. *Measurements errors and uncertainties. Theory and practice*. 3rd edition. Springer Science and Media, Inc. USA, 2005. 308 p.
37. Сідорин С.М. *Вдосконалення метрологічного забезпечення обліку природного газу для підвищення точності вимірювань. Тези доповідей на 85-студентській науково-технічній конференції УкрДУЗТ, (10–11 грудня 2025 р.)* Харків: УкрДУЗТ, 2025. <https://kart.edu.ua/nauka/stud-ndr/stud-ntk>
38. ДСТУ 3008:2015. *Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання*. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64463