

Анотація

Добровенко В. О. Впровадження системи моніторингу технічного стану газопроводів на основі сучасних інформаційно-вимірювальних технологій. Спеціальність 175 «Інформаційно-вимірювальні технології», Освітня програма «Якість, стандартизація та сертифікація», Український державний університет залізничного транспорту, Харків, 2026.

Кваліфікаційна робота включає в себе 11 слайдів презентації, 92 аркуші пояснювальної записки формату А4, що включає 16 рисунків, 1 таблицю, 28 найменувань літературних джерел.

Ключові слова: управління якістю, методи контролю якості, технічний моніторинг, методи діагностики, дистанційний моніторинг, дистанційне зондування.

Об'єктом дослідження є процес технічного моніторингу стану газових мереж з метою підвищення якості функціонування.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є впровадження системи моніторингу технічного стану газопроводів на основі сучасних інформаційно-вимірювальних технологій для підвищення якості функціонування та обслуговування газових мереж.

Дослідження у сфері технічного моніторингу газових мереж дозволяють систематизувати існуючі підходи до діагностики, оцінити їх ефективність у реальних умовах експлуатації, а також обґрунтувати напрями подальшого розвитку та впровадження інноваційних технологій контролю. Особливої уваги потребує аналіз можливостей комплексного поєднання різних методів моніторингу з урахуванням специфіки українських газових мереж, їх технічного стану та нормативно-правових вимог.

Abstract

Dobrovenko V. O. Implementation of a Monitoring System for the Technical Condition of Gas Pipelines Based on Modern Information and Measuring Technologies. Specialty 175 "Information and Measurement Technologies," Educational Program "Quality, Standardization, and Certification," Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, 2026.

The qualification thesis includes an 11-slide presentation and 92 A4 pages of an explanatory report, comprising 16 figures, 1 table, and 28 bibliographic references.

Keywords: quality management, quality control methods, technical monitoring, diagnostic methods, remote monitoring, remote sensing.

The object of the research is the technical monitoring of the condition of gas networks aimed at improving the quality of their operation.

The aim of the master's qualification thesis is the implementation of a system for monitoring the technical condition of gas pipelines based on modern information and measurement technologies in order to improve the quality of operation and maintenance of gas networks.

Research in the field of technical monitoring of gas networks makes it possible to systematize existing diagnostic approaches, assess their effectiveness under real operating conditions, and substantiate directions for further development and implementation of innovative control technologies. Particular attention should be paid to the analysis of the possibilities of integrated combination of various monitoring methods, taking into account the specific features of Ukrainian gas networks, their technical condition, and regulatory requirements.

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
ГАЗОПРОВОДІВ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-
ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Пояснювальна записка і розрахунки
до магістерської кваліфікаційної роботи

МКРМЕ.175.26.08.00 ПЗ

Розробив здобувач групи 217-ЯСС-324
спеціальності 175 «Інформаційно-
вимірювальні технології» ОП Якість,
стандартизація та сертифікація (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів академічної
добросовісності)



Вадим ДОБРОВЕНКО

Керівник: професор, д.т.н.

Едвін ГЕВОРКЯН

Рецензент: доцент, к.т.н., доцент
кафедри ЕТЕМ

Володимир НЕРУБАЦЬКИЙ

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



Василь РАВЛЮК

(ініціали і прізвище)

2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу магістра

Добровенку Вадиму Олексійовичу

1. Тема: «Впровадження системи моніторингу технічного стану газопроводів на основі сучасних інформаційно-вимірювальних технологій»
керівник роботи професор, д.т.н. Геворкян Е.С., затверджена розпорядженням по механіко-енергетичному факультету від “24” лютого 2025 року № 21/25
2. Строк подання студентом роботи “16” грудня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи: ТОВ «Газорозподільні мережі України», Статут товариства, Положення про Харківську міську філію ТОВ «Газорозподільні мережі України», технології діагностики мереж, стандарти ISO 9001, ISO 55000, ISO/IEC 17025, галузеві стандарти та технічні регламенти щодо методів діагностики, експлуатаційна документація виробника обладнання
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:
Вступ
Розділ 1 Аналіз розвитку систем управління якістю та основних принципів їх побудови;
Розділ 2 Системний аналіз методів управління якістю продукції;
Розділ 3 Аналіз особливостей технічного моніторингу газорозподільчих мереж;
Розділ 4 Дистанційний моніторинг стану газових трубопроводів;
Висновки
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових):

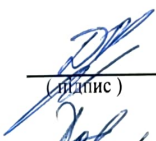
Мета і задачі дослідження; Аналіз розвитку систем управління якістю та основних принципів їх побудови; Алгоритм системного аналізу методів управління якістю; Класифікація видів контролю якості; Аналіз основних методів контролю якості продукції; Аналіз особливостей технічного моніторингу газорозподільчих мереж; Дистанційний моніторинг стану газових трубопроводів; Висновки.

6. Дата видачі завдання 06.10.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

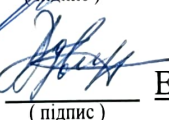
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз матеріалу, отриманого на базовому підприємстві	01.10 - 10.10	виконано
2	Написання основних розділів пояснювальної записки	06.10 – 28.10	виконано
3	Розробка презентацій основної частини	29.10 – 02.11	виконано
4	Розробка та написання індивідуальної частини роботи	03.11 – 16.11	виконано
5	Розробка презентаційного матеріалу індивідуальної частини роботи	17.11 – 25.11	виконано
6	Формулювання висновків роботи	26.11 – 30.11	виконано
7	Перевірка роботи на плагіат	01.12 – 14.12	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	01.12 – 14.12	виконано
9	Перевірка роботи нормоконтролером	15.12 – 25.12	виконано
10	Подання роботи на рецензування	15.12 – 25.12	виконано
11	Підписання роботи керівником	15.12 – 25.12	виконано
12	Підписання роботи завідувачем кафедри	15.12 – 25.12	виконано
13	Підготовка до захисту роботи	26.12 – 10.01.26	виконано
14	Захист кваліфікаційної роботи	12.01 – 17.01.26	

Здобувач


(підпис)

Вадим ДОБРОВЕНКО
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Едвін ГЕВОРКЯН
(ім'я та прізвище)

Зміст

Вступ	5
1 Аналіз розвитку систем управління якістю та основних принципів їх побудови	8
1.1 Загальні питання еволюції систем якості продукції	8
1.2 Аналіз основних принципів систем якості продукції	14
2 Системний аналіз методів управління якістю продукції	23
2.1 Методичні основи використання методів контролю якості	23
2.2 Методичні основи контролю якості продукції	33
2.3 Огляд відомих методів контролю якості продукції	43
2.4 Характеристика проведення контролю якості продукції на промисловому підприємстві	50
2.5 Огляд організації роботи газорегуляторних пунктів	57
3 Аналіз особливостей технічного моніторингу газорозподільчих мереж	67
3.1 Загальні питання технічного моніторингу газових мереж	67
3.2 Особливості моніторингу магістральних газопроводів і газокompресорних станцій методом акустичної емісії	72
4 Дистанційний моніторинг стану газових трубопроводів	80
Висновки по роботі	88
Список використаної літератури	90

					МКРМЕ.175.26.08.00 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Впровадження системи моніторингу технічного стану газопроводів на основі сучасних інформаційно-вимірювальних технологій	Літ.		Арк.	Аркушів		
Розроб.		Добровенко									
Перевір.		Геворкян		28.08.26					4	92	
Реценз.						УкрДУЗТ					
Н. Контр.		Шовкун		28.08.26							
Затверд.		Равлюк		28.08.26							

Вступ

Газорозподільні та газотранспортні мережі є однією з ключових складових паливно-енергетичного комплексу України та відіграють визначальну роль у забезпеченні енергетичної безпеки держави, стабільного функціонування промисловості, комунальної сфери та життєдіяльності населення [1-3]. Значна протяжність газових мереж, різноманітність умов їх експлуатації, а також істотна частка обладнання й трубопроводів, що відпрацювали нормативний ресурс, зумовлюють підвищені вимоги до контролю їх технічного стану. В цих умовах особливого значення набуває впровадження ефективних систем технічного моніторингу, здатних забезпечити своєчасне виявлення дефектів, прогнозування розвитку пошкоджень та запобігання аварійним ситуаціям.

Сучасний стан газових мереж України характеризується високим рівнем зношеності основних фондів, наявністю значної кількості підземних трубопроводів, що експлуатуються в складних геологічних та кліматичних умовах, а також впливом зовнішніх факторів техногенного і природного характеру. Додатковими чинниками ризику є корозійні процеси, порушення ізоляційних покриттів, несанкціоновані втручання, зміни гідравлічних режимів та зростання навантажень у періоди пікового споживання газу. У сукупності ці фактори суттєво підвищують імовірність виникнення витоків газу, аварій і надзвичайних ситуацій, що може призводити до значних економічних втрат, загрози життю людей та негативних екологічних наслідків.

У світовій практиці забезпечення надійності газових мереж дедалі більше ґрунтується на концепції безперервного технічного моніторингу, який поєднує методи неруйнівного контролю, автоматизовані системи збору та обробки даних, дистанційні й інтелектуальні технології діагностики. Перехід від періодичних регламентних перевірок до системного моніторингу в режимі, наближеному до реального часу, дозволяє не лише фіксувати наявні дефекти, але й оцінювати динаміку зміни технічного стану елементів газових мереж, формувати обґрунтовані

прогнози їх залишкового ресурсу та оптимізувати стратегії технічного обслуговування і ремонту.

Для України питання розвитку та вдосконалення систем технічного моніторингу газових мереж набуває особливої актуальності з огляду на необхідність адаптації галузі до європейських стандартів безпеки та надійності, модернізації інфраструктури, а також забезпечення сталого функціонування газового господарства в умовах обмежених ресурсів. Впровадження сучасних методів моніторингу сприяє підвищенню рівня промислової та екологічної безпеки, зниженню експлуатаційних витрат, подовженню строків служби обладнання та підвищенню ефективності управління газорозподільними і газотранспортними системами.

Дослідження у сфері технічного моніторингу газових мереж дозволяють систематизувати існуючі підходи до діагностики, оцінити їх ефективність у реальних умовах експлуатації, а також обґрунтувати напрями подальшого розвитку та впровадження інноваційних технологій контролю. Особливої уваги потребує аналіз можливостей комплексного поєднання різних методів моніторингу з урахуванням специфіки українських газових мереж, їх технічного стану та нормативно-правових вимог.

Метою магістерської роботи є впровадження системи моніторингу технічного стану газопроводів на основі сучасних інформаційно-вимірювальних технологій для підвищення якості функціонування та обслуговування газових мереж.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

- провести аналіз розвитку систем управління якістю та основних принципів їх побудови;
- розглянути основні принципи системного аналізу методів управління якістю продукції;
- навести методичні основи контролю якості продукції;
- провести огляд відомих методів контролю якості продукції;
- надати характеристику проведення контролю якості продукції на промисловому підприємстві;

- провести аналіз особливостей технічного моніторингу газорозподільчих мереж;
- запропонувати прогресивний метод дистанційного моніторингу стану газових трубопроводів.

В магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано дистанційний моніторинг трубопроводів і зон їх відведення з використанням супутникових технологій та безпілотних літальних апаратів, яке дозволить значно підвищити надійність газових мереж, знизити кількість аварійних ситуацій в експлуатації та підвищити якість функціонування газової галузі.

Об'єктом дослідження є процес технічного моніторингу стану газових мереж з метою підвищення якості функціонування.

Предметом дослідження - розробка і обґрунтування рекомендацій стосовно удосконалення методів технічного моніторингу газових мереж України.

Наукова новизна. Обґрунтовано комплексний підхід до моніторингу газопроводів на основі інтеграції традиційних методів технічної діагностики з дистанційним зондуванням Землі та безпілотними літальними апаратами.

Практична цінність. Запропоновані рішення можуть бути використані газорозподільними підприємствами для підвищення надійності, безпеки та ефективності моніторингу технічного стану газових мереж.

Апробація результатів досліджень. За темою дослідження опубліковано тези доповіді в збірнику 85 студентської наукової-технічної конференції УкрДУЗТ (10 - 12 грудня 2025 р.) [26].

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Повний обсяг роботи складає 92 сторінки комп'ютерного тексту. Матеріали кваліфікаційної роботи проілюстровані 16 рисунками та 1 таблицею. Перелік використаних джерел налічує 28 найменувань.

Отримані результати підтверджують досягнення поставленої мети та можуть бути використані як методична основа для подальшого вдосконалення систем технічного моніторингу газових мереж.

Автоматизоване дешифрування супутникових зображень на базі алгоритмів глибинного навчання дозволяє оперативно виявляти порушення зон відведення, сторонні об'єкти, осередки забруднення та зміни ландшафту. Використання різночасових знімків забезпечує динамічний моніторинг змін місцевості та контроль деформацій ґрунту. Інтеграція даних дистанційного зондування Землі, БПЛА та традиційних методів технічного контролю створює комплексну систему діагностики трубопроводів. Вона дозволяє забезпечувати безпечну експлуатацію, знижувати економічні втрати, підвищувати екологічну безпеку та оперативно реагувати на виникаючі загрози. Використання сучасних технологій контролю та моніторингу є невід'ємною складовою стратегії безпечної і ефективної експлуатації магістральних трубопроводів та газоперекачувальних станцій у складних кліматичних і геотехнічних умовах.

Таким чином, сучасний підхід до моніторингу і діагностики трубопроводів базується на комплексній оцінці стану конструкцій, інтеграції методів акустичної емісії, дистанційного зондування та традиційних систем контролю. Він забезпечує високу надійність, ефективність і безпеку експлуатації трубопровідних систем, що є критично важливим для забезпечення енергетичної безпеки, економічної стабільності та екологічного благополуччя територій, якими проходять магістральні газопроводи.

Список використаної літератури

1. Закон України “Про засади функціонування ринку природного газу”
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/329-19#Text>
2. Інтеграція України до внутрішнього ринку газу ЄС https://www.civic-synergy.org.ua/wp-content/uploads/2019/03/Integratsia-Ukrainy-do-vnutrishniogo-Rynku-Gazu_EU_2019.pdf
3. УГОДА ПРО АСОЦІАЦІЮ між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. Дата підписання: 27.06.2014, дата ратифікації Україною: 16.09.2014, дата набрання чинності для України: 01.09.2017
https://ips.ligazakon.net/document/view/mu14097?an=3&ed=2021_11_22
4. Єнін П.М. Газопостачання населених пунктів і об’єктів природним газом: навчальний посібник / П.М. Єнін, Г.Г Шишко, К.М. Предун. – К.: Логос, 2002. – 198 с.
5. ДБН В.2.5-20-2018 Газопостачання, 2018 – 287с.
6. ДБН В.2.5-41:2009 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопроводи з поліетиленових труб. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво 2010. – 145 с.
7. ДСТУ Б Д.2.4-1:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1).
8. ДБН В.1.1.7-2016 Пожежна безпека об’єктів будівництва.
9. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві
10. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх уста
11. Ободьянська О.І. / Організаційні аспекти прийняття управлінських рішень щодо забезпечення надійності та довговічності зовнішніх газорозподільних мереж // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2011. – №11. – с. 104-107.

12. Ратушняк Г.С. / Моделювання управління ризиком на газових мережах з використанням функцій належності лінгвістичних змінних методом Парето / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Вісник ВПІ. – 2012. – №1 – с. 38-42.
13. Бут в. С., Олійник О. І. Стратегія розвитку технологій ремонту діючих магістральних трубопроводів. Зб. «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатацій конструкцій, споруд та машин» за 2004–2006 рр., ресурс, сс. 490–500.
14. Джала Р. М., Вербенець Б. Я., Мельник М. І. (2016) Нові методи контролю ПКЗ підземних трубопроводів за вимірами струмів і потенціалів. Сб. матеріалів 8-й Национальной конференции УкрNDT-2016, сс. 236–239.
15. Karnavsky, E.L., Aginej, R.V., Buzhajlo, A.F. et al. (2014) Marker for in-pipe diagnostics. Patent RF 2511787, Int. Cl. F17D5/02. Publ. 10.04.2014.
16. Підвищення надійності газотранспортних систем: монографія / Б. В. Копей, А. Бенмуна, В. І. Слободян, А. Беллауар, С. І. Галій, Д. Халімі, А. М. Найда. Серія «Нафтогазове обладнання», том 8 – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 300 с.
17. Обслуговування і ремонт газопроводів / Грудз В. Я., Тимків Д. Ф., Михалків В. Б., Костів В. В. – Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2009. – 711 с.
18. Довідник працівника газотранспортного підприємства /В. В. Розгонюк, А.А. Руднік, В.М. Коломєєв та ін. – Київ:РОСТОК, 2001. – 1090 с.
19. Корозійно-воднева деградація нафтових і газових трубопроводів та її запобігання: наук.-техн. посіб.: у 3 т. /Є. І. Крижанівський, Г. М. Никифорчин [за ред. В. В. Панасюка]. – Т. 3: Деградація газопроводів та її запобігання. – Івано-Франківськ: вид-во Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, 2012. – 433 с.
20. Цих В. С. Проблеми безконтактного виявлення та ідентифікації дефектів підземних нафтогазопроводів з поверхні землі / В. С. Цих, А. В. Яворський, С. П. Ващишак // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2011. – №3 (29). – С. 104 – 111.
21. Якість газу [Електронний ресурс] // АТ "Укртрансгаз". – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://utg.ua/utg/business-info/yakst-gazu.html>.

22. Максим'юк С. О. Аналіз викликів у системному підході управління динамічними процесами мереж газотранспортної системи / С. О. Максим'юк, І. І. Височанський, О. М. Карпаш. // Нафтогазова енергетика. – 2018. – С. 25–31.
23. Демчук Л.В., Байцар Р.І. Статистичне управління якістю продукції // матеріали Міжнародної науково-практичної конференції - Проблеми якості, стандартизації, сертифікації та метрологічного забезпечення (18-20 вересня 2013 р.) – Херсон: Грінь Д.С., 2013. – С. 67-69. Гончарук М.І. Аналіз причин втрат природного газу // Нафт. і газ. пром-сть. – 2003. – № 1. – С. 51-53.
24. Векслер Е.М. Менеджмент якості: ентропійний і статистичний підходи. Навчально-методичний посібник. - К.: Наша справа, №7, 2004. – 265с.
25. Діагностика технологічних систем і виробів машинобудування (з використанням нейромережевого підходу): монографія / С. В. Ковалевський, О. С. Ковалевська., Є. О. Коржов, А. О. Кошевой. - Краматорськ : ДДМА, 2016. – 183 с.
26. Впровадження системи моніторингу технічного стану газопроводів на основі сучасних інформаційно-вимірювальних технологій. Вадим ДОБРОВЕНКО (217-ЯСС-324) Керівник – проф. Едвін ГЕВОРКЯН Збірник тез 85 студентської наукової-технічної конференції УкрДУЗТ (10 - 12 грудня 2025 р.) Харків : УкрДУЗТ. 2025.С.96-97.
27. V. A. Troitsky. Monitoring of technical condition of main pipelines. Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing, №3, 2017 pp. 29-39.
28. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення : методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності / укладачі : Л. М. Козар, Є. В. Коновалов, А. О. Лапко, О. Е. Наумова, Г. В. Шаповал, Д. В. Шумик, В. М. Петухов, С. В. Панарін. - Харків : УкрДУЗТ, 2014. - 46 с.