

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра Інженерія вагонів та якість продукції

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАХОДИ
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

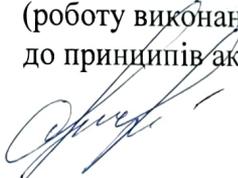
МКРМЕ.175.26.23.00. ПЗ

Розробив:

здобувач групи 217-ЯСС-324

спеціальності 175 «Інформаційно-
вимірювальні технології»

(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)



Артем СУЩЕНКО

Керівник:

доктор технічних наук, професор

Едвін ГЕВОРКЯН

Рецензент:

доцент, кандидат технічних наук,
доцент кафедри ЕТЕМ

Володимир НЕРУБАЦЬКИЙ

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Механіко-енергетичний»

Кафедра «Інженерія вагонів та якість продукції»

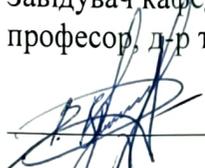
Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

Спеціальність: 175 «Інформаційно-вимірювальні технології»

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

Сущенко Артему Юрійовичу

1. Тема: «Теоретичні основи та практичні заходи підвищення точності та надійності вимірювань» керівник: Геворкян Едвін Спартаківич 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 та міжнародні стандарти у сфері метрології та забезпечення якості вимірювань (Закони України «Про метрологію та метрологічну діяльність», ISO 9001, ISO 10012, ДСТУ ISO 5725, ДСТУ EN 14276); наукові, технічні та навчально-методичні джерела з тематики метрологічного контролю, оцінки точності та надійності вимірювань; документи органів державного нагляду, методичні матеріали та внутрішні інструкції підприємств щодо метрології та контролю обліку газу; виробничі дані, статистика та результати внутрішніх перевірок Харківської міської філії АТ «ГАЗМЕРЕЖІ»; а також результати практичних досліджень та експериментів, проведених під час переддипломної практики, спрямованих на підвищення точності та стабільності вимірювальних систем.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ; 1 Теоретичні засади точності та надійності вимірювань» 2 Аналіз метрологічної структури та процедур на підприємстві; 3 Розробка нормативного документа з метрології;

4 Практичні заходи підвищення надійності та ефективності вимірювань; Загальні висновки; Список використаних джерел
 5. Перелік графічного матеріалу: 1 Схема метрологічного забезпечення; 2 Основні завдання метрологічного забезпечення якості продукції; 3 Теоретичні підходи до оцінки точності вимірювань; 4 Дерево невизначеності при перевірці газових лічильників; 5 Класифікація вимірювальних систем за основними ознаками; 6 Узагальнена структура інформаційно-вимірювальної системи; 7 Ключові метрологічні характеристики лічильників газу; 8 Класифікація ЗВТ в газовій сфері; 9 Порівняльна модель характеристик; 10 Схема функціонування системи обліку газу; 11 Процедура розробки методики виконання вимірювань; 12 Нормативний документ з метрології; Загальні висновки.

6. Дата видачі завдання 06.10.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз нормативно-правової бази та теоретичних засад оцінки точності й надійності вимірювань	06.10 - 15.10	виконано
2	Дослідження існуючого метрологічного забезпечення ХМФ ТОВ «ГАЗМЕРЕЖІ» та виявлення джерел системних похибок	16.10– 29.10	виконано
3	Розробка та наукове обґрунтування Нормативного документа з метрології	30.10 – 15.11	виконано
4	Формування комплексу організаційно-технічних заходів для підвищення надійності метрологічного контролю ЗВТ	16.11 – 30.11	виконано
5	Формулювання висновків роботи	01.12– 06.12	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	07.12-15.12	виконано
7	Перевірка на плагіат	16.12– 20.12	виконано
8	Нормоконтроль та отримання рецензії на магістерську роботу	21.12 – 30.12	виконано
9	Підписання роботи керівником	21.12 – 30.12	виконано
10	Підписання роботи завідувачем кафедри	21.12 – 30.12	виконано
11	Підготовка доповіді до захисту роботи	31.12 – 11.01.26	виконано
12	Захист кваліфікаційної роботи	12.01 – 17.01.26	

Магістрант

Артем СУЩЕНКО

Керівник роботи

Едвін ГЕВОРКЯН

АНОТАЦІЯ

Сущенко А.Ю. Кваліфікаційна магістерська робота другого (магістерського) рівня вищої освіти на тему: «**Теоретичні основи та практичні заходи підвищення точності та надійності вимірювань**» містить 17 слайдів презентації та 106 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включають 12 рисунків, 7 таблиць та 43 використаних джерел.

Ключові слова: МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАНЬ, НАДІЙНІСТЬ, ПОХИБКИ ТА НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ, ЗАСОБИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ, МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ.

Об'єкт дослідження – процес забезпечення точності та надійності вимірювань у метрологічній діяльності підприємств.

Метою дослідження є теоретичне та практичне вдосконалення системи метрологічного контролю для забезпечення точності та надійності вимірювань на підприємстві.

Магістерська робота спрямована на підвищення точності та надійності вимірювань через удосконалення метрологічного контролю на ХМФ «ГАЗМЕРЕЖІ». Проаналізовано стан вимірювальної техніки та основні джерела похибок під час її експлуатації. Розроблено внутрішній нормативний документ щодо порядку створення та атестації методик вимірювань, адаптований до умов підприємства. Запропоновані організаційно-технічні заходи знижують похибки, підвищують стабільність метрологічних характеристик і надійність системи обліку в газорозподільній сфері.

ABSTRACT

Sushchenko A.Yu. The qualification master's thesis of the second (master's) level of higher education titled “**Theoretical Foundations and Practical Measures for Improving the Accuracy and Reliability of Measurements**” contains 17 presentation slides and 106 pages of an A4-format explanatory report, including 12 figures, 7 tables, and 43 references.

Keywords: METROLOGICAL SUPPORT, MEASUREMENT ACCURACY, RELIABILITY, ERRORS AND UNCERTAINTY, MEASURING INSTRUMENTS, MEASUREMENT PROCEDURES.

Object of research – the process of ensuring the accuracy and reliability of measurements within the metrological activities of enterprises.

The aim of the study is the theoretical and practical improvement of the metrological control system to ensure the accuracy and reliability of measurements at the enterprise.

The master's thesis focuses on improving the accuracy and reliability of measurements through the enhancement of metrological control at the Kharkiv City Branch of Gas Distribution Networks of Ukraine. The condition of measuring instruments and the main sources of errors during their operation were analyzed. An internal regulatory document defining the procedure for the development and validation of measurement methods, adapted to the enterprise's conditions, was developed. The proposed organizational and technical measures reduce errors, improve the stability of metrological characteristics, and enhance the reliability of the accounting system in the gas distribution sector.

Зміст

Вступ	6
1. Теоретичні засади точності та надійності вимірювань	9
1.1 Сучасний стан та нормативно-правове регулювання метрологічного забезпечення в Україні	9
1.2 Основні завдання та ознаки метрологічного забезпечення точності та надійності вимірювань	15
1.3 Теоретичні підходи до оцінки точності: похибки та невизначеність	21
1.4 Методи побудови вимірювальних систем та вимоги до їх контролю	28
1.5 Методи контролю та забезпечення достовірності вимірювань	39
2. Аналіз метрологічної структури та процедур на підприємстві	42
2.1 Структура та функції відділу метрології і взаємодія з іншими службами Харківської міської філії ТОВ «ГАЗМЕРЕЖІ»	42
2.2 Основні засоби вимірювальної техніки та їх метрологічні характеристики	47
2.3 Типові джерела похибок та необхідність вдосконалення методичного забезпечення	56
3 Розробка нормативного документа з метрології	62
3.1 Актуальність розробки внутрішнього нормативного документа	62
3.2 Порядок створення та атестації методик виконання вимірювань	65
3.3 Структура та зміст методики виконання вимірювань згідно нового НД	66
4 Практичні заходи підвищення надійності та ефективності вимірювань	70
4.1 Організаційно-технічні заходи підвищення надійності ЗВТ та оптимізація планово-попереджувальних робіт	71
4.2 Загальні аспекти ефективності впровадження заходів	75
Загальні висновки	77
Список використаних джерел	79
Додатки	84

МКРМЕ.175.26.21.00. ПЗ								
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Теоретичні основи та практичні заходи підвищення точності та надійності вимірювань	Літера	Аркуш	Аркушів
								5
Розробив		Сущенко.	<i>[Signature]</i>			УкрДУЗТ		
Перев.		Геворкян	<i>[Signature]</i>					
Н. контр.		Шовкун	<i>[Signature]</i>	28.08.25				
Затв.		Равлюк	<i>[Signature]</i>	28.08.25				

Вступ

Метрологічне забезпечення є однією з базових складових технічної інфраструктури підприємства, що визначає достовірність, відтворюваність і точність результатів вимірювань. У сучасних умовах розвитку енергетичного сектору України його значення особливо зростає, адже саме результати вимірювань формують основу облікових, фінансових і управлінських рішень. Від їхньої точності залежить не лише технічна ефективність, а й економічна стабільність взаємовідносин між постачальниками та споживачами природного газу [1].

Найважливішим завданням сучасного метрологічного забезпечення (МЗ) є гарантування достовірності та простежуваності результатів вимірювань у сфері комерційного обліку енергоресурсів. Для Харківської міської філії ТОВ «ГАЗМЕРЕЖІ» це має особливе практичне значення, адже навіть незначні відхилення у вимірюванні об'єму чи тиску газу можуть спричинити суттєві фінансові втрати. Навіть похибка в межах десятих часток відсотка, помножена на річний обсяг постачання, призводить до значних економічних наслідків, що зумовлює необхідність впровадження ефективної системи метрологічного контролю [2].

В умовах інтеграції України до європейського економічного простору та гармонізації національної метрологічної системи з міжнародними вимогами особливої актуальності набуває перехід від застарілої концепції оцінки похибок до застосування поняття невизначеності вимірювань. Відповідно до положень документів GUM: JCGM 100 «Керівництво по вираженню невизначеності вимірювання» та ISO/IEC 17025, така методологія дозволяє не лише оцінювати точність вимірювань, а й обґрунтовувати їхню надійність на статистичному рівні. Це має вирішальне значення для підприємств, що здійснюють облік газу, оскільки створює передумови для міжнародного визнання результатів, мінімізації

суперечок між операторами ринку та підвищення довіри до системи комерційного обліку [3, 4].

У межах теми «Теоретичні основи та практичні заходи підвищення точності та надійності вимірювань» метрологічне забезпечення виступає не лише теоретичною основою, а й ключовим інструментом реалізації практичних заходів на підприємстві. Завдяки створенню ефективної системи МЗ Харківська міська філія ТОВ «ГАЗМЕРЕЖІ» може забезпечити стабільність, відтворюваність і міжнародну простежуваність результатів вимірювань, що формує базу для енергетичної ефективності, економічної прозорості та підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку енергетичних послуг.

Актуальність дослідження зумовлена потребою підвищення якості та надійності вимірювань у сфері експлуатації та обліку природного газу. На підприємствах газорозподільної системи, таких як Харківська міська філія ТОВ «ГАЗМЕРЕЖІ», де обсяги вимірювань сягають мільйонів кубічних метрів, точність результатів безпосередньо визначає фінансову стабільність і репутацію підприємства. Кожна десята частка відсотка похибки у вимірюваннях, помножена на річний обсяг постачання, може призвести до суттєвих економічних втрат. Тому забезпечення стабільності метрологічних характеристик є стратегічним завданням для таких підприємств.

Надійність засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) та уніфікованість методичного забезпечення (МЗ) формують основу метрологічної політики ТОВ «ГАЗМЕРЕЖІ». Проте сьогодні існує гостра потреба у розробці внутрішнього нормативного документа, який би регламентував порядок створення, перевірки та атестації методик виконання вимірювань (МВВ). Відсутність єдиної нормативної бази призводить до несистемного підходу, підвищення ризику технічних і фінансових помилок, а також ускладнює проходження внутрішніх та зовнішніх аудитів відповідності вимогам ISO/IEC 17025 [4].

Обґрунтування теми полягає у тому, що підвищення точності та надійності вимірювань можливе не лише завдяки оновленню парку ЗВТ, але й через вдосконалення методичної, нормативної та організаційної складових

метрологічної діяльності. Це передбачає створення інтегрованої системи метрологічного забезпечення, що охоплює повний цикл — від розроблення МВВ до їх практичного впровадження, періодичного контролю стабільності результатів і підготовки кваліфікованого персоналу.

Для Харківської міської філії ТОВ «ГАЗМЕРЕЖІ» така система дозволяє підвищити ефективність процесів обліку газу, забезпечити єдині підходи до оцінки невизначеності вимірювань, покращити прозорість і достовірність звітності. У підсумку це сприятиме формуванню довгострокової метрологічної стабільності підприємства, підвищенню його конкурентоспроможності на ринку енергетичних послуг і зміцненню довіри з боку споживачів та контролюючих органів [2, 3, 4].

Таким чином, дослідження теми «Теоретичні основи та практичні заходи підвищення точності та надійності вимірювань» є актуальним як у науковому, так і в прикладному аспекті. Його результати можуть стати основою для удосконалення внутрішньої системи метрологічного забезпечення на прикладі діяльності Харківської міської філії ТОВ «ГАЗМЕРЕЖІ» та подальшого поширення успішного досвіду в галузі газорозподілу [1–4].

Метою дослідження є теоретичне та практичне вдосконалення системи метрологічного контролю для забезпечення точності та надійності вимірювань на підприємстві.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- проаналізувати нормативно-правове регулювання та узагальнити теоретичні засади оцінки точності вимірювань;
- провести аналіз існуючого метрологічного забезпечення підприємства та ідентифікувати джерела системних порушень;
- розробити та науково обґрунтувати структуру і зміст Нормативного Документа з метрології «Порядок розробки та атестації методики виконання вимірювань» (НД);
- сформулювати комплекс ефективних організаційно-технічних заходів для підвищення надійності метрологічного контролю ЗВТ.

- Надати оцінку практичного значення запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження – процес забезпечення точності та надійності вимірювань у метрологічній діяльності підприємств.

Предмет дослідження – теоретичні та організаційно-методичні аспекти вдосконалення метрологічного забезпечення.

У роботі використано такі методи дослідження: системний аналіз (для вивчення нормативної бази та структури МЗ), порівняльний аналіз (для зіставлення концепцій похибки та невизначеності), методи математичного моделювання та теорії ймовірностей (для оцінки надійності та метрологічної стабільності ЗВТ), а також методи експертних оцінок (для формування організаційно-технічних заходів).

Наукова новизна отриманих результатів полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробці Нормативного Документа з метрології (НД), що визначає порядок розробки та атестації МВВ, адаптований до сучасних вимог ISO/IEC та національного законодавства. Також удосконалено алгоритм програмного контролю метрологічної стабільності ЗВТ шляхом впровадження критеріїв оцінки надійності.

Практичне значення роботи полягає у тому, що розроблений нормативний документ (НД) може бути безпосередньо впроваджений у практику метрологічної служби Харківської міської філії ТОВ «ГАЗМЕРЕЖІ» та інших підприємств галузі. Впровадження НД дозволить систематизувати розробку МВВ, зменшити ризики неточностей в обліку та оптимізувати операційні витрати. Сформований комплекс організаційно-технічних заходів та пропозиції щодо програмного контролю забезпечують механізм проактивного управління надійністю ЗВТ, що має прямий економічний ефект.

Апробація результатів роботи. Основні положення магістерської роботи були висвітлені у тезах доповіді «Теоретичні засади та практичні підходи до підвищення точності й надійності вимірювальних процесів» на 85-студентській науково-технічній конференції УкрДУЗТ 10-11 грудня 2025р. [42].

Список використаних джерел

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» №1314-VII від 05.06.2014.
2. Концепція розвитку метрологічної інфраструктури України до 2030 року. — Мінекономіки України, Київ, 2020.
3. JCGM 100:2008. *Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)*.
4. ISO/IEC 17025:2017. *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*
5. Закон України № 2445-VIII від 23.05.2018 «Про приєднання України до Метричної конвенції».
6. Закон України № 998-IX від 05.11.2020 «Про приєднання України до Конвенції про заснування Міжнародної організації законодавчої метрології».
7. Постанови Кабінету Міністрів України № 163 від 24.02.2016, № 374 від 04.06.2015, № 330 від 27.05.2015 «Про затвердження переліку категорій законодавчо регульованих ЗВТ, що підлягають періодичній повірці»
8. Постанова КМУ № 163 від 24.02.2016 «Про затвердження Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки»
9. ДСТУ-Н 7531:2014 Метрологія. Впровадження концепції невизначеності вимірювання під час випробування з урахуванням вимог ДСТУ ISO/IEC 17025. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=67950
10. Закон України від 05.06.2014 № 1315-VII Про стандартизацію. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58062
11. ДСТУ 2709-94 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення. Поправка (ІПС № 8-96). https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104115
12. ДСТУ 2682-94. Метрологічне забезпечення. Основні положення

13. Quality infrastructure in Ukraine (standardization, technical regulation, conformity assessment, accreditation, metrology and metrological activity) | Ministry of Economy of Ukraine

14. Міжнародний словник з метрології. Основні та загальні поняття та пов'язані з ними терміни (VIM) : JCGM 200:2012 / Спільна комісія з метрології JCGM. 3-тє вид. Київ : ДП «Укрметртестстандарт», 2018. 94 с.

15. ДСТУ ISO 5725-1:2005 *Точність (правильність і прецизійність) методів і результатів вимірювань. Частина 1. Основні положення та визначення.*

16. ДСТУ ISO/IEC Guide 98-1:2018 *Невизначеність вимірювань. Частина 1. Вступ до подання невизначеності у вимірюванні (ISO/IEC Guide 98-1:2009, IDT)*

17. ДСТУ 2708-94. Засоби вимірювальні. Методика калібрування. – Київ: Держстандарт України, 1994.

18. ДСТУ 3989-2000. Засоби вимірювальні. Перевірка метрологічних характеристик. – Київ: Держстандарт України, 2000.

19. ДСТУ 3231:2007 *Метрологія. Еталони одиниць вимірювань державні, первинні та вторинні. Основні положення, порядок розроблення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування*

20. Офіційний сайт ХАРКІВСЬКА МІСЬКА ФІЛІЯ ТОВ «ГАЗОРОЗПОДІЛЬНІ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ» <https://khm.grmu.com.ua/about/>

21. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. *Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навч. посібник для студентів техн. спеціал. ВНЗ.* – Вінниця:, Видав. Держ, Технічн. Університету, 2001.-220 с.

22. Чинков В. М. *Основи метрології та вимірювальної техніки: Навч. посібн. - 2-ге вид., перероб. і доп. - Харків: НТУ «ХП», 2005. –524 с.*

23. Єгоров А.Б. *Основи теорії надійності, контролю та діагностування засобів вимірювальної техніки. Навчальний посібник. - Харків, 2012. –174 с.*

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

25. Instrumentation and Measurement Systems: Methods, Applications and Opportunities for Instrumentation and Measurement. ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/374358802_Instrumentation_and_Measurement_Systems_Methods_Applications_and_Opportunities_for_Instrumentation_and_Measurement
26. A methodology to design measurement systems when multiple model classes are plausible. Bertola NJ, Pai SGS, Smith IFC. Journal of Civil Structural Health Monitoring. 2021. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13349-020-00454-9>
27. A Review of Methods for Assessing the Quality of Measurement Systems and Results. Razumić A., Runje B., Alar V. et al. Applied Sciences. 2025. URL: <https://doi.org/10.3390/app15179393>
28. State-of-the-Art Measurement Instrumentation and Most Recent Measurement Techniques for Parabolic Trough Collector Fields. Brenner A., Hirsch T., Röger M., Pitz-Paal R. Energies. 2021. URL: <https://doi.org/10.3390/en14217166>
29. Григоренко І. В. Інформаційно-вимірювальні технології та системи : навчальний посібник / І. В. Григоренко, С. І. Кондрашов, С. М. Григоренко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2023. – 254 с.
30. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання (ISO 10012:2003, IDT) https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=52981
31. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник /П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака /2-е вид., перероб. і доп.–К.: Ун-т новітніх технологій;НАУ, 2017. –496 с
32. Основи метрології та вимірювальної техніки : підруч. для вузів в 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін.; за ред. д-ра техн. наук Б. Стадника. – Львів: в-во НУ «Львівська політехніка», 2005. – Т. 1 : Основи метрології; Т. 2 : Вимірювальна техніка
33. Геворкян Е.С., Мельник О.М. Неруйнівні методи контролю якості: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – 42 с.

34. Метрологічне забезпечення інформаційно-вимірювальних систем : навч. посіб. для студ. спец. 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» /Н. М. Защепкіна, О. В. Шульга, О. А. Наконечний – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 176 с. іл.

35. Зенкін А.С. Основи метрологічного забезпечення / А.С. Зенкін, В.П. Куценко, Г.І. Хімічева, М.Ф. Трегубов. – Донецьк: ПІШ «Наука і освіта», 2014. – 324 с.

36. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є.С.Поліщук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко. – Львів: Видав. «Львівська політехніка», 2012. –544 с.

37. Офіційний сайт ТОВ «Газорозподільні мережі України»
https://grmu.com.ua/about/?utm_source=chatgpt.com

38. Математичні методи розрахунку надійності електронних засобів :навч.-метод. посібник для студентів спеціальностей 171 «Електроніка», 175 «Інформаційно - вимірювальні технології» та 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / П. Ф. Щапов, Т. В. Чуніхіна, О. В. Чмихова. – Харків : НТУ «ХП», 2024. – 110 с.

39. ДСТУ ISO/IEC Guide 98-3:2018
https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=81669

40. ДСТУ ISO/TS 14253-2:2006 Вимоги до геометричних розмірів виробів. Перевірка вимірюванням робочих зразків та засобів вимірювальної техніки. Частина 2. Рекомендації з оцінювання невизначеності вимірів геометричних розмірів виробів, калібрування засобів вимірювальної техніки та контролю виробів (ISO/TS 14253-2:1999)

41. ДСТУ OIML D 18:2008 Метрологія. Державні стандартні зразки у сфері метрологічного контролю та нагляду, що їх здійснюють національні служби законодавчої метрології. Основні положення (OIML D 18:2002, IDT)

42. Сущенко А.Ю. Теоретичні засади та практичні підходи до підвищення точності й надійності вимірювальних процесів. *Тези доповідей на 85-студентській науково-технічній конференції УкрДУЗТ (10-11 грудня 2025р.)* Харків : УкрДУЗТ. 2025.