

## ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Матіка Ф.Д.

на дисертацію Когут Галини Михайлівни

“Удосконалення нормативного забезпечення функціонування газових мереж відповідно до вимог ЄС”;

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

### **Актуальність теми дисертації**

Природний газ, як один із найбільш зручних видів палива та сировина для хімічної переробки, використовується величезною кількістю промислових підприємств та населення у всіх європейських країнах. Транспортування природного газу до кінцевих споживачів виконується за допомогою розгалужених газотранспортних та газорозподільних мереж. У складі цих мереж тисячі кілометрів газопроводів, які працюють у різних геологічних та техногенних умовах та тисячі одиниць технологічного обладнання, призначеного для підвищення чи зниження тиску газу, очистки газу, керування потоками газу, тощо.

Переважна частка газових, зокрема і газорозподільних мереж, збудована у минулому столітті за тогочасними технологіями. Крім того, упродовж терміну їх експлуатації компанії, які користувались газорозподільними мережами, не завжди забезпечували належний рівень їх обслуговування. Як наслідок, велика частка газорозподільних мереж є морально та фізично зношеними, що призводить до значних втрат газу під час постачання до споживачів, викидів великих обсягів газу в атмосферу та шкідливого впливу цих викидів на довкілля. Тому надзвичайно важливими є роботи спрямовані на удосконалення процедур обслуговування газових мереж, їх модернізації та запровадження нових технологій побудови цих мереж.

Впровадження нових, а також удосконалення існуючих процедур та технологій розподілення газу потребує належного нормативного забезпечення. Під час розроблення нормативного забезпечення щодо газових мереж слід застосувати досвід та напрацювання вчених та компаній, що впроваджені у нормативних документах Європейського співтовариства. Як видно з численних літературних джерел впровадження європейського досвіду та технологій дає можливість суттєво підвищити ефективність процесів постачання природного газу до споживача та зменшити обсяги викидів газу в атмосферу. Поряд з цим, процеси гармонізації стандартів нашої держави та Європейського співтовариства також сприяють впровадженню європейських нормативних документів щодо розподілення природного газу, проектування, будівництва та експлуатації газорозподільних мереж.

Отже, завдання удосконалення нормативного забезпечення функціонування газових мереж із врахуванням вимог європейських нормативних документів, яке вирішується у дисертаційній роботі Когут Г.М. є важливим та актуальним, а його вирішення дає можливість актуалізувати нормативну базу для створення сталої системи постачання природного газу та впровадження інноваційних технологій для зменшення витоків метану та відповідного шкідливого впливу на довкілля.



### **Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Тема дисертаційної роботи відповідає науковому напрямку кафедри енергетичного менеджменту і технічної діагностики Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Виконання роботи пов'язане з виконанням держбюджетних науково-дослідних робіт, ініційованих національним органом стандартизації ДП "УкрНДНЦ" відповідно до програми робіт з національної стандартизації щодо розроблення проектів національних нормативних документів гармонізованих з міжнародними та європейськими стандартами, а також з виконанням госпдоговірних науково-дослідних робіт щодо розроблення національних стандартів на замовлення підприємств операторів газорозподільних систем.

### **Аналіз змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Робота викладена на 138 сторінках, у тому числі, рисунків – 21, таблиць – 5, додатків – 3 на 8 аркушах. Бібліографія включає 223 джерела та викладена на 28 аркушах. Загальний обсяг дисертаційної роботи – 178 сторінок.

**У вступі** наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність теми досліджень, сформульовано мету та задачі наукових досліджень, показано зв'язок дисертації з науковими програмами та планами університету, де виконана робота, визначено об'єкт та предмет досліджень, наукову новизну, практичну цінність та особистий внесок здобувача в одержаних результатах, наведено відомості про їх апробацію та публікації.

**У першому розділі** проведено аналіз передумов та тенденцій розвитку газорозподільної системи України. Відзначено актуальність удосконалення нормативного забезпечення процесу розподілу природного газу, що має безпосередній вплив на дотримання ключових положень енергетичної безпеки держави в галузі безпечного та надійного розподілу і постачання природного газу кінцевим споживачам.

Аргументовано, що створення актуальної нормативної бази для компаній з розподілу природного газу дозволить сформувати ефективний інструментарій для надійного функціонування мереж, для формування перспективних планів розвитку газорозподільної мережі, будівництва нових та реконструкції існуючих об'єктів інфраструктури.

Проведено огляд європейських підходів до нормативного забезпечення експлуатування та функціонування газових мереж. Розглянуто процеси, які стали основними чинниками удосконалення нормативного забезпечення функціонування газових мереж у Європі. Вказано, що застосування європейських підходів в Україні дасть можливість реформувати внутрішній ринок природного газу з метою підвищення його стійкості до зовнішніх впливів, безпеки постачання газу та конкурентоздатності операторів газорозподільних систем.

**У другому розділі** розглянуто методичні підходи до формування системи нормативного забезпечення сталого функціонування газових мереж низького та середнього тиску із врахуванням впливу витоків метану з газових мереж на довкілля. Перехід до кліматично-нейтральної економіки, в основі якої лежить використання



Відновлюваних джерел, супроводжується вагомими викликами у сфері транспортування та розподілу природного газу. Показано, що існуюча в Україні газова інфраструктура є джерелом значних викидів газу в атмосферу. Отже актуальним завданням є зниження викидів газу, що відповідає концепції застосування «дружніх» до довкілля джерела енергії та створення кліматично-нейтральної Європи.

Показано, що сталий розвиток енергетики можливий лише за умови врахування всіх нормотворчих, організаційних, технічних, технологічних, метрологічних чинників, що визначають функціонування критичних інфраструктур, зокрема, газорозподільних систем. Важливим елементом сталого розвитку має також стати мінімізація ризиків, що дасть можливість підвищити надійність газорозподільних мереж та стійкість розвитку усіх елементів таких інфраструктур.

Проаналізовано ефективність функціонування газових мереж в контексті аналізування ризиків, спричинених витокami природного газу, та їх ранжування за параметрами економічного, соціального та екологічного вимірів. Розглянуто методичні підходи до формування системи забезпечення сталого функціонування газових мереж низького та середнього тиску із врахуванням впливу витоків метану в газових мережах на довкілля. Досліджено взаємозв'язок втрат природного газу, спричинених витокami на ділянках трубопроводів, з параметрами сталого розвитку і можливими ризиками відповідно до класифікації небезпеки. Розглянуто ймовірнісну оцінку чинників ризику витоків природного газу для визначення величини впливу ризиків на параметри та індикатори сталого розвитку та ранжування чинників, що вимагають якнайшвидшого реагування чи підвищеної уваги. Усі класи витоків проаналізовано згідно класифікації ризиків, небезпек та їх імовірності. Для отримання актуальної інформації про виток газу з мережі розроблена анкета щодо оцінювання ризиків під час процедури ідентифікації витоків, яка застосована в АТ «Івано-Франківськгаз» для ранжування критеріїв згідно розробленого плану. За для дотримання вірогідності результатів оцінювання, отримані дані опрацьовано за допомогою методу експертних оцінок. Крім того, сформульовано методологію оцінювання впливу індикаторів та параметрів сталого розвитку на функціонування газових мереж.

**У третьому розділі** представлено результати розроблення оптимізаційної моделі впровадження актуалізованих нормативних документів з експлуатації та обслуговування газових мереж та математичного представлення процесу адаптації впровадження нормативних документів з технічної діагностики та контролю. Для розв'язання задачі оптимізації процесу розроблення стандартів використано положення теорії ігор із вибором оптимальної стратегії на основі аналізу вартості реалізації стратегії, ймовірнісних характеристик виникнення аварійних ситуацій та спрацювання стратегії. Застосування запропонованої оптимізаційної процедури дає можливість оператору газорозподільної мережі обрати оптимальну стратегію щодо розроблення стандартів, положення яких нормуватимуть ту чи іншу кількість показників безпеки функціонування газових мереж для зменшення кількості аварійних ситуацій. Також, запропоновано математичну модель для оцінювання ефективності впровадження стандартів, яка дає можливість визначити якісний взаємозв'язок між витратами на впровадження та реалізацію нових стандартів



технічної діагностики та контролю та витратами на ліквідацію наслідків економічного, екологічного та інших впливів, що мають місце під час аварій на об'єктах газорозподільних мереж.

**Четвертий розділ** присвячено висвітленню основних принципів та результатів розроблення бази нормативних документів для оператора газорозподільної компанії. Запропоновано структуру електронної бази нормативних документів на основі принципу єдиного сховища даних, що містить всю інформацію, яка накопичується оператором газорозподільної мережі, його структурними підрозділами в процесі діяльності, зокрема, і документи, пов'язані із науково-дослідними та проектними роботами. Це дає можливість спростити процедури пошуку та передавання інформації під час її опрацювання. Поряд з цим у роботі запропоновано застосовувати для доступу до єдиного сховища документів технології віддаленого доступу, що дає можливість у подальшому масштабувати розроблену електронну базу та застосовувати її як розподілену систему. Автором виконано систематизацію нормативних документів, які стосуються функціонування газорозподільних мереж, метрологічного забезпечення приладів вимірювання кількості природного газу з метою їх застосування для завдань функціонування мереж за критеріями "низьковуглецевої промисловості". До складу розробленої бази нормативних документів автором введено перелік європейських нормативних документів, що необхідні для повноцінного входу українського оператора газорозподільної системи на європейський ринок, та проведення своєчасної модернізації газових мереж відповідно до кращих міжнародних та європейських практик.

Автором виконано аналіз вимог нормативних документів щодо процедури підтвердження метрологічних характеристик ультразвукових витратомірів природного газу для затвердження типу, на основі чого розроблено методичні засади підтвердження метрологічних та технічних характеристик ультразвукових витратомірів відповідно до вимог європейських стандартів.

Завершують роботу загальні висновки, список першоджерел та додатки, де представлено результати аналізу впливу витоків із елементів ГРМ за індикаторами та характеристиками, що визначають сталий розвиток газових систем, документи про затвердження національних стандартів, зокрема, розроблених за участю автора дисертаційної роботи, структура фонду нормативних документів оператора ГРМ.

Матеріали, викладені у дисертаційній роботі, підтверджують що здобувачка вирішила поставлені у роботі завдання та досягла мети дисертаційної роботи.

#### **Наукова новизна результатів дисертаційної роботи.**

До найбільш значимих наукових результатів, що отримані у дисертаційній роботі, слід віднести:

- 1) шляхом аналізу у сукупності процесу впровадження нормативних документів та параметрів ефективності їх впровадження у газових системах розроблено нову математичну модель процесу впровадження, застосування якої дає можливість оцінити ефективність впровадження нових нормативних документів щодо технічного діагностування стану об'єктів газорозподільних систем;



- 2) виконано формалізацію задачі вибору стратегії впровадження нормативного документу, сформовано критерій оптимізації та удосконалено оптимізаційну процедуру вибору стратегії впровадження нормативних документів для газових мереж, що дає можливість планувати розроблення нормативних документів для досягнення мінімальних витрат на їх впровадження;
- 3) розроблено принципи формування бази нормативних документів щодо функціонування газових мереж для реалізації нових підходів в рамках європейської концепції низьковуглецевого розвитку, яка враховує стан безпеки системи газопостачання та базується на системному підході до розгляду проблем та недоліків у газових мережах;
- 4) розроблено методичні засади підтвердження метрологічних та технічних характеристик ультразвукових витратомірів відповідно до вимог європейських стандартів, що дає можливість підвищити достовірність вимірювання кількості природного газу у газових мережах шляхом запровадження відповідних процедур.

#### **Практичне значення отриманих в дисертації результатів.**

У роботі отримано ряд важливих для практики результатів, серед яких слід виділити такі:

- розроблено методика аналізування виробничих показників функціонування газових мереж відповідно до індикаторів та параметрів сталого розвитку, яка дозволяє визначати пріоритетні напрями експлуатування та обслуговування газових мереж для зменшення впливу на довкілля;
- сформовано процедуру розроблення електронного каталогу із можливостями електронного архіву та укомплектовано електронну базу нормативних документів для оператора газорозподільчої системи, у результаті впровадження якої сформовано загальний фонд застосовної нормативної документації оператора ГРМ;
- створено систему каталогізації копій нормативних документів, створено основу для подальшого розроблення необхідних документів щодо забезпечення виробничої діяльності; на основі гармонізованих з європейськими стандартами нормативних документів;
- розроблено електронну базу нормативних документів, що містить інформацію про застосовні нормативні документи та програму їх подальшої актуалізації;
- результати досліджень, викладених у дисертаційній роботі, впроваджені у національні стандарти, які застосовують у своїй діяльності оператори газорозподільних систем України, зокрема: ДСТУ EN 12007-1, ДСТУ EN 12007-2, ДСТУ EN 12007-3, ДСТУ EN 12007-4, ДСТУ EN 12007-5, ДСТУ OIML R 137-1-2:2018, ДСТУ ISO 17089-2:2018, ДСТУ EN 12405-1:2017, ДСТУ EN 12405-2:2018.

#### **Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації та достовірність отриманих результатів**

Обґрунтованість наукових положень дисертації забезпечена коректністю постановки і вирішення завдань дослідження, чітким формулюванням мети і вибором методів досліджень. Для отримання основних наукових результатів застосовано широко апробовані методи досліджень, зокрема, математичної статистики, теорії ігор,



теорії оптимізації, аналізу випадкових процесів. Адекватність отриманих в роботі математичних моделей і рівнянь перевірена шляхом порівняння з статистичними даними операторів газорозподільних систем.

### **Повнота викладу матеріалів дисертації в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації.**

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 15 наукових публікаціях, з них 5 статей у наукових фахових виданнях України, 3 статті у наукових фахових виданнях України, що включені до міжнародних наукометричних баз (Web of Science, Scopus - Scimago Q2), 1 стаття у науковому періодичному виданні Європейського Союзу та 6 матеріалів наукових конференцій.

Основні отримані у дисертаційному дослідженні результати представлені у наукових публікаціях та апробовані на науково-технічних конференціях. Особистий внесок здобувача у роботах, опублікованих у співавторстві, є визначальним.

### **Відсутність порушення академічної доброчесності**

В процесі опрацювання дисертаційної роботи та наукових публікацій, зарахованих за темою дисертації порушень академічної доброчесності не виявлено. Зокрема не виявлено академічного плагіату, самоплагіату, елементів фабрикації та фальсифікації. По всьому тексту дисертаційної роботи автором застосовано посилання на його наукові публікації, публікації інших авторів, нормативні документи та інші джерела.

### **До недоліків дисертації слід віднести:**

1. Формулювання об'єкту дослідження та предмету дослідження слід було б викласти із врахуванням співвідношення об'єкту як загального явища чи процесу, а предмету як окремого елементу, що досліджується в рамках об'єкту. На нашу думку, за змістом роботи об'єктом дослідження є процеси забезпечення функціонування газових мереж низького та середнього тиску, а предметом – нормативне забезпечення функціонування газових мереж.
2. Під час аналізу нормативних документів стосовно функціонування газорозподільних мереж слід було б більше уваги надати розгляду діючих методик визначення виробничо-технологічних витрат та втрат, які нормують обсяги втрат у газорозподільних мережах. Зокрема, застосування цих методик дає можливість оцінити обсяги втрат, що мають прямий вплив на довкілля.
3. У розділі 3, під час отримання математичної моделі (3.1) не визначено параметрів  $A$ ,  $B$ , що входять до рівнянь цієї моделі.
4. У підрозділі 3.1 представлено методику визначення коефіцієнтів моделі (3.1) на основі експертного оцінювання. Однак не наведено характеристик достовірності такого оцінювання коефіцієнтів, наприклад шляхом застосування цієї методики для конкретного газорозподільного підприємства.
5. У підрозділі 3.2 слід було б надати обґрунтування діапазонів значень початкових умов застосованих під час розв'язування моделі (3.1) та дослідження ефективності впровадження нормативних документів.



6. Під час розгляду процедури оптимізації розроблення та впровадження нормативних документів (підрозділ 3.3) запропоновано два підходи щодо реалізації оптимізаційної процедури, однак не вказано який саме підхід автор рекомендує для застосування.

7. Для наглядного представлення результатів розроблення електронної бази нормативних документів у четвертому розділі слід було б представити опис основних компонентів графічного інтерфейсу цієї бази.

8. Виявлено ряд зауважень щодо оформлення тексту дисертації, зокрема:

- у тексті дисертації зустрічаються стилістично неправильні та жаргонні вирази: "обробка" замість "опрацювання", "оцінка" замість "оцінювання", "передача даних" замість "передавання даних" і деякі інші;

- відсутні позначення одиниць вимірювання величин на осях окремих графіків у підрозділах 3.1, 3.2.

Однак вказані зауваження не зменшують значимості отриманих у роботі наукових і практичних результатів і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

#### **Висновок.**

Дисертаційна робота Когут Г.М. "Удосконалення нормативного забезпечення функціонування газових мереж відповідно до вимог ЄС" є завершеною науковою працею, що містить нові та практично цінні наукові результати. Матеріал дисертації викладено чітко та послідовно із застосуванням наукової і технічної термінології відповідних галузей знань.

Зміст дисертаційної роботи відповідає спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, за якою вона подана до захисту.

Дисертаційна відповідає вимогам п. 9-12 "Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167, а здобувач Когут Галина Михайлівна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Офіційний опонент,  
професор кафедри автоматизації  
та комп'ютерно-інтегрованих технологій  
Національного університету "Львівська політехніка",  
докт. техн. наук, професор

  
Ф. Д. Матіко

Підпис професора, д.т.н. Матіка Ф. Д. засвідчую:



Вчений секретар Національного університету  
«Львівська політехніка»

  
Р.Б. Брилинський

*Відгук надійшов з спеціалізованої вченої ради ДФ 20.052.003*  
*05.11.2019р.*  
*Учений секретар* 