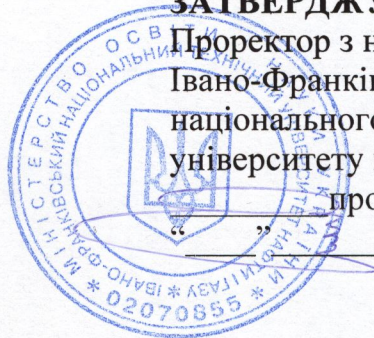


## ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи  
Івано-Франківського  
національного технічного  
університету нафти і газу  
проф. Чудик І.І.  
2020 р.



## ВИСНОВОК

фахового семінару Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Малісевиц Наталії Миколаївни на тему: «Вимірювання теплоти згоряння природного газу із застосуванням торцевих звукувальних пристроїв» на здобуття ступеня доктора філософії

(галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування  
спеціальність 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка)

### Актуальність теми.

З врахуванням світової тенденції підвищення цін на енергоносії, в тому числі на природний газ, актуальним є питання забезпечення необхідної точності вимірювань з врахуванням нових сучасних концепцій до реалізації його обліку. Одним із напрямків реалізації нової концепції є здійснення обліку природного газу інформаційно-вимірвальними системами, які забезпечують вимірювання не тільки використаного об'єму газу, але і враховування при цьому його теплоти згоряння. Це дозволяє здійснювати облік газу в одиницях енергії і безпосереднім чином впливати на його вартість.

З урахуванням таких тенденцій в Україні з 2011 р. набрав чинності національний стандарт, який регламентує методи та порядок визначення енергії під час комерційних розрахунків за спожитий газ. Він фактично є фундаментом для переходу щодо розрахунків за спожитий природний газ за вмістом енергії. Проте на даний час реальне впровадження цього стандарту є достатньо проблематичним через відсутність простих за конструкцією і оперативних за можливістю застосування технічних засобів для визначення теплоти згоряння природного газу безпосередньо у його споживачів, адже калорійність природного газу також є впливовим фактором на ефективність роботи газоспоживного обладнання.

Тенденція обліку природного газу за його енергетичною цінністю також широко впроваджується в міжнародному досвіді, що підтверджується запровадженням міжнародних стандартів, які регламентують якісні характеристики природного газу, а також сучасними закордонними публікаціями по дослідженню у цій сфері.

В Україні з метою впровадження обліку газу з врахуванням його калорійності, як доповнення до вузлів обліку природного газу, переважно застосовують лабораторні хроматографи, які реалізують розрахунковий метод визначення теплоти згоряння природного газу за даними лабораторного аналізу компонентного складу газу. Проте такий метод практично неможливо реалізувати безпосередньо у споживачів, в тому числі і у населення, через значну вартість такого обладнання і практичну відсутність мобільних дешевих хроматографів.

Запровадження Кодексу газорозподільних систем, який набув чинності з 30.09.2015 р. передбачає врахування якості природного газу при здійсненні обліку і оплати за природний газ, однак на сьогодні такий аспект реалізується тільки операторами

газорозподільної системи. Безпосередньо перевірити якість газу, який може подаватися окремим споживачам практично є неможливо. Кодекс регламентує, що оператор газорозподільної системи повинен опублікувати на власному сайті фактичні дані щодо розміру середньозваженої вищої теплоти згоряння природного газу за кожним маршрутом газопостачання. Оскільки вартість відповідних засобів вимірювання теплоти згоряння природного газу є значною, то реально споживачі не мають можливості проконтролювати відповідність фактичної якості газу до задекларованої оператором якості. Це підкреслює актуальність розроблення маловартісних і мобільних засобів вимірювання теплоти згоряння природного газу.

Тому удосконалення методу і технічних засобів для вимірювання теплоти згоряння природного газу за температурою його спалювання із застосуванням витратовимірювальних торцевих звужувальних пристроїв є актуальним науково-прикладним завданням, що характеризує актуальність дисертаційної роботи.

#### **Зв'язок теми дослідження з планами науково-дослідних робіт.**

Дослідження, результати яких знайшли відображення в дисертаційній роботі, виконувались здобувачкою відповідно до плану навчання в аспірантурі на кафедрі метрології та інформаційно-вимірювальної техніки (МІВТ) Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ) згідно з тематикою виконання держбюджетної науково-дослідної роботи кафедри МІВТ ІФНТУНГ «Наукові основи удосконалення метрологічного та інформаційного забезпечення вимірювальної техніки в нафтогазовій галузі» (2018-2020 рр.) №0119U002949. Здобувачка була виконавцем окремих підрозділів, пов'язаних з удосконаленням вимірювальної техніки для контролю якісних параметрів природного газу.

**Конкретна особиста участь автора в одержанні результатів та особистий внесок в них автора у публікаціях:**

Основні теоретичні положення, висновки та результати дослідження, що виносяться на захист одержані автором самостійно. У працях, написаних у співавторстві автору належить: обґрунтування концептуального підходу до врахування калорійності природного газу при його обліку побутовими лічильниками [1]; моделювання складових похибок при визначенні теплоти згоряння на базі теорії невизначеності [2]; пошук літературних джерел, формулювання переваг і недоліків технічних рішень при визначенні теплоти згоряння природного газу [3]; експериментальні дослідження впливу конструктивних факторів, які впливають на визначення температури спалювання природного газу прямим і опосередкованим методами [4]; експериментальні дослідження і апроксимація впливу на температуру спалювання газу об'ємного співвідношення газ-повітря [5]; комп'ютерне моделювання взаємозв'язків між вимірюванням витрати торцевими соплами і теплою згоряння природного газу [6]; моделювання впливу вологи природного газу і навколишнього середовища на теплоту згоряння природного газу [7]; моделювання складових похибок при визначенні теплоти згоряння на базі теорії похибок [8]; обґрунтування і розроблення технічного рішення для вимірювання теплоти згоряння природного газу [9]; розроблення технічного рішення при застосуванні поршневого розділювача тороподібного форми у калібрувальній установці [10]; моделювання впливу компонентного складу природного газу на його теплоту згоряння [11]; бібліографічний пошук і аналіз вітчизняних нормативних документів при визначенні якості природного газу [12]; розроблення алгоритму практичної реалізації способу контролю теплоти згоряння природного газу [13]; розроблення принципів технічних рішень при виготовленні лабораторного стенду [14]; статистичний аналіз і узагальнення

рішень при виготовленні лабораторного стенду [14]; статистичний аналіз і узагальнення якісних характеристик природного газу різних джерел видобування [15]; моделювання складових похибки при методичному оцінюванні конструктивного коефіцієнта пальника [16]; узагальнення і графічна інтерпретація впливу вологості при експериментальному визначенні теплоти згорання природного газу [17]; дослідження складових похибки алгоритму визначення коефіцієнта стисливості біогазу [18]; розроблення алгоритму визначення похибки методу експрес-визначення теплоти згорання природного газу на базі теорії похибок [19]; експериментальні дослідження і апроксимація зміни температури поверхні пластини при її нагріванні спалюваним газом [20]; моделювання вмісту азоту на похибку визначення теплоти згорання природного газу за різних значень вмісту вуглекислого газу [21]; Дослідження складових для визначення коефіцієнта стисливості біогазу [22]; експериментальні дослідження і апроксимація результатів вимірювання температури спалювання газу з використанням різних технічних реалізацій [23]; експериментальні дослідження і апроксимація динамічних характеристик корпусних і безкорпусних термопар [24]; експериментальні дослідження методу вимірювання температури різними термопарами, розробка алгоритму визначення методичної похибки [25]; експериментальні дослідження, узагальнення і апроксимація результатів апробації на базі лабораторного стенду методу експрес-контролю теплоти згорання паливних газів [26].

№	Автори, назва публікації	Особистий внесок дисертанта, зміст	%
<b>Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації</b>			
1.	Середюк О.Є., Малісевич Н.М., Ткачук В. В., Середюк Д.О. Нові вимірювальні технології у побутових smart-лічильниках природного газу. Український метрологічний журнал. №1А. 2020р. С. 134-135.	Обґрунтування концептуального підходу до врахування калорійності природного газу при його обліку побутовими лічильниками	25
2.	O.Ye. Serediuk, N.M. Malisevych. Evaluation of Unauthorization at the Express-Control of Heating of Natural Gas. <i>Measurement Uncertainty: Scientific, Normative, Applied and Methodical Aspects</i> : Scientific Workshop 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL) 2019, Sozopol, Bulgaria September 06-08 September 2019, Sozopol, 2019. P. 694-697.	Моделювання складових похибок при визначенні теплоти згорання на базі теорії невизначеності	60
3.	Н. М. Малісевич, О. Є. Середюк. Аналіз патентозахищених технічних рішень у сфері визначення теплоти згорання природного газу. <i>Методи та прилади контролю якості</i> . № 1. 2018. С. 58-69.	Пошук літературних джерел, формулювання переваг і недоліків технічних рішень при визначенні теплоти згорання природного газу	60
4.	О. Середюк, Н. Малісевич. Дослідження впливу конструктивних факторів на технічну реалізацію методу експрес-контролю теплоти згорання природного газу. <i>Перспективні технології та прилади</i> . № 15. 2019. С. 81-89	Експериментальні дослідження впливу конструктивних факторів, які впливають на визначення температури спалювання природного газу прямим і опосередкованими методами	50

5.	О.Є. Середюк, Н.М. Малісевич. Дослідження впливу температурного фактору за експрес-контролю теплоти згорання природного газу. <i>Метрологія та прилади</i> . 2020. №2(82). С. 44-50.	Експериментальні дослідження і апроксимація впливу на температуру спалювання газу об'ємного співвідношеннях газ-повітря	50
6.	О. Середюк, Н. Малісевич. Моделювання впливу теплоти згорання природного газу на вимірювання його витрати торцевими соплами. <i>Перспективні технології та прилади</i> . 2020. № 16. С. 63-72	Комп'ютерне моделювання взаємозв'язків між вимірюванням витрати торцевими соплами і теплою згорання природного газу	50
7.	Orest Serediuk, Nataliya Malisevych, Mariusz R. Rząsa. Wpływ wilgotności na błędy metody pomiarowej do wyznaczenia wartości ciepła spalania gazu ziemnego : <i>Zeszytów Naukowych Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej</i> . L Międzyuczelniana Konferencja Metrologów MKM 2018, 10 - 12 września 2018, Szczecin – Kopenhaga. p. 175-179	Моделювання впливу вологи природного газу і навколишнього середовища на теплоту згорання природного газу	40
8.	Seredyuk O. E., Malisevych N., Rząsa M. R., Analiza błędów metody pomiarowej do wyznaczenia ciepła spalania gazu ziemnego. <i>Pomiary Automatyka Robotyka</i> , R. 23, Nr 2/2019, 39-43	Моделювання складових похибок при визначенні теплоти згорання на базі теорії похибок	40
9.	Спосіб експрес-визначення теплоти згорання природного газу / Середюк О.Є., Лютенко Т.В., Малісевич Н.М.: пат. 112737 С2 Україна, МПК (2006.01) G01N25/20. № а201512215; заявл. 09.12.2015; опубл. 10.10.2016; Бюл. № 19.	Обґрунтування і розроблення технічного рішення для вимірювання теплоти згорання природного газу	35
10.	Середюк О. Є., Вошинський В. С., Середюк Д. О., Малісевич Н. М. Калібрувальна поршнева установка для лічильників і витратомірів газу : пат. 120308 Україна. № а201712900 ; заявл. 26.12.2017 ; опубл. 11.11.2019, бюл. № 21. 5с.	Розроблення технічного рішення при застосуванні поршневого розділювача тороподібного форми у калібрувальній установці	25
11.	О. Є. Середюк, З.Л. Варша, В.В. Малісевич, Н.М. Малісевич. Дослідження впливу теплофізичних параметрів природного газу на його теплоту згорання. <i>Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах</i> : збірник тез доповідей IV-а Міжнар. наук. конф., м. Вінниця, 31 жовтня – 2 листопада 2017р. Вінниця : 2017. С. 47.	Моделювання впливу компонентного складу природного газу на його теплоту згорання	25
12.	О. Є. Середюк, Н. М. Малісевич. Нормативне забезпечення визначення якості природного газу. <i>Нафтогазова енергетика 2017</i> : тези доп. ; міжнар. наук.-техн. конф., м. Ів.-Франківськ, 15-19 трав. - Івано-Франківськ : Голіней О. М., 2017. - С. 295-297.	Бібліографічний пошук і аналіз вітчизняних нормативних документів при визначенні якості природного газу	60
13.	О. Є. Середюк, Н. М. Малісевич, Т.В. Лютенко. Новий спосіб контролю теплоти згорання природного газу : <i>Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах</i> збірник тез доповідей IV-а Міжнар. наук. конф., м.Вінниця, 31 жовтня – 2 листопада 2017р. Вінниця : 2017. С. 93-94.	Розроблення алгоритму практичної реалізації способу контролю теплоти згорання природного газу	35

14.	Н. М. Малісевич, О. Є. Середюк. Лабораторний стенд для апробації нового способу експрес-контролю теплоти згорання природного газу. <i>Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання</i> : зб. тез доп. 6-ої наук.-практ. конф. / Середюк О.Є., ред. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. - С. 43.	Розроблення принципів технічних рішень при виготовленні лабораторного стенду	50
15.	О. Є. Середюк, Н. М. Малісевич, Г. В. Хомик. Статистичні дослідження якісних характеристик природного газу в умовах ПАТ «Івано-Франківськгаз». <i>Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання</i> : зб. матеріалів доп. 8-ої наук.-техн. конф. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. - С. 89-91.	Статистичний аналіз і узагальнення якісних характеристик природного газу різних джерел видобування	35
16.	Середюк О.Є., Малісевич Н.М. Дослідження методичної похибки експериментального оцінювання конструктивного коефіцієнта пальника при визначенні теплоти згорання природного газу. <i>Technical Using of Measurement – 2018</i> : тези доповідей Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених у царині метрології, 13-18 лютого 2018 р., м. Славське: тези доповідей. – С. 49-50	Моделювання складових похибки при методичному оцінюванні конструктивного коефіцієнта пальника	50
17.	Н. М. Малісевич, О. Є. Середюк. Моделювання впливу вологості при експериментальному визначенні теплоти згорання природного газу : <i>Приладобудування: стан і перспективи</i> зб. тез доп. XVII Міжнар. наук.-техн. конф., м. Київ 15 – 16 травня 2018 р. м. Київ : С. 204-205.	Узагальнення і графічна інтерпретація впливу вологості при експериментальному визначенні теплоти згорання природного газу	60
18.	Середюк О.Є., Малісевич Н.М. Метрологічний аналіз практичного алгоритму визначення коефіцієнта стисливості біогазу. <i>Technical Using of Measurement – 2019</i> : тези доповідей V Всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених у царині метрології, м. Славське, 29 січня - 2 лютого 2019 р. Львів: ТЗОВ «Галицька видавнича спілка», 2019. С. 53-55.	Дослідження складових похибки алгоритму визначення коефіцієнта стисливості біогазу	40
19.	Середюк О. Є., Малісевич Н. М. Метрологічні дослідження методу експрес-визначення теплоти згорання природного газу: <i>Приладобудування: стан і перспективи</i> . Міжнар. наук.-техн. конф., 15 – 16 травня 2019 р., м. Київ: тези доповідей. С. 175-176	Розроблення алгоритму визначення похибки методу експрес-визначення теплоти згорання природного газу на базі теорії похибок	50
20.	Н.М. Малісевич. Моделювання температурного поля поверхні пластини перетворювача теплоти згорання природного газу. <i>Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості</i> : тези доп. 4-я Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів. м. Івано-Франківськ 10-11 жовтня 2019р.	Експериментальні дослідження і апроксимація зміни температури поверхні пластини при її нагріванні спалюваним газом	100

21.	Н. М. Малісевич. Дослідження впливу вмісту азоту на похибку визначення теплоти згорання природного газу. <i>Технічне регулювання, метрологія, якість, інформаційні та транспортні технології</i> : матеріали 10 Всеукраїнська наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, м. Одеса 16-17 травня 2019 р., м. Одеса, 2019. С.47-48.	Моделювання вмісту азоту на похибку визначення теплоти згорання природного газу за різних значень вмісту вуглекислого газу	100
22.	О.Є. Середюк, Н.М. Малісевич. Практичний спрощений алгоритм визначення коефіцієнта стисливості біогазу. <i>Системи-2018</i> : тези доп. Міжнар. наук.-техн. конф., м. Львів, 22-23 листопада 2018 р. С. 37-38.	Дослідження складових для визначення коефіцієнта стисливості біогазу	50
23.	О.Є. Середюк, Н.М. Малісевич. Експериментальні дослідження методу вимірювання температури спалювання газу при визначенні його теплоти згорання. <i>Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах</i> збірник тез доповідей V-а Міжнар. наук. конф., м. Вінниця, 29-30 жовтня 2019 р	Експериментальні дослідження і апроксимація результатів вимірювання температури спалювання газу з використанням різних технічних реалізацій	50
24.	Н. М. Малісевич. Дослідження динамічних характеристик термодетонацій при визначенні теплоти згорання природного газу. <i>Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання</i> : збірник тез доп., VII всеукр. наук.-практ. конф. студ. і молодих вчених, м. Івано-Франківськ 19-20 листопада 2019 р., м. Івано-Франківськ. С. 83-84.	Експериментальні дослідження і апроксимація динамічних характеристик корпусних і безкорпусних термопар	100
25.	Середюк О.Є., Малісевич Н.М. Дослідження методичної похибки вимірювання температури полум'я при згоранні природного газу. <i>Technical using of measurement-2020</i> : тези доп. VI всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених у царині інформаційно-вимірювальних технологій та метрології, м. Славське, 4-7 лютого 2020 р., Львів: ТЗОВ «Галицька видавнича спілка», 2020. С. 146-149.	Експериментальні дослідження методу вимірювання температури різними термометрами, розробка алгоритму визначення методичної похибки	50
26.	Малісевич Н.М., Середюк О.Є. Апробація експрес-контролю теплоти згорання паливних газів за їх температурою при спалюванні. <i>Прикладні науково-технічні дослідження</i> . Том 1: тези доп. IV міжнар. наук.-практ. конф., 1-3 квітня 2020 р., Івано-Франківськ: Академія технічних наук України, 2020. С. 97-98.	Експериментальні дослідження, узагальнення і апроксимація результатів апробації на базі лабораторного стенду методу експрес-контролю теплоти згорання паливних газів	50

### Ступінь обґрунтованості запропонованих здобувачем положень, висновків та рекомендацій.

Наукові положення, висновки та рекомендації, отримані автором у процесі дослідження, належним чином аргументовані та науково обґрунтовані. Достовірність, сформульованих у дисертації наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується їх науковим обґрунтуванням, яке базується на критичному осмисленні здобутків вітчизняних вчених у напрямках визначення теплоти згорання природного газу; математичним моделюванням впливу компонентного складу природного газу і його

вологості на теплоту згорання природного газу; математичним моделюванням взаємозв'язку теплоти згорання природного газу з його температурою спалювання за різних об'ємних співвідношень суміші газ-повітря; відповідністю використаних наукових методів завданням, поставленим в ході дослідження; структурованістю та логічною послідовністю етапів дослідження; значним обсягом опрацьованих джерел. Проведені експериментальні дослідження підтвердили теоретичні дослідження, положення та висновки.

### **Основні результати дослідження, ступінь їх наукової новизни та значущості.**

Отримані в процесі дослідження наукові результати в сукупності дозволили розв'язати важливе науково-прикладне завдання у галузі вимірювання і контролю якісних параметрів природного газу – удосконалення методу і технічних засобів для вимірювання теплоти згорання природного газу за температурою його спалювання із застосуванням витратовимірювальних торцевих звужувальних пристроїв.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

– вперше отримана математична модель взаємозв'язку теплоти згорання природного газу із його температурою спалювання при згоранні сумішей газ-повітря різного об'ємного співвідношення, що дає можливість реалізувати процес вимірювання теплоти згорання природного газу з використанням термоперетворювачів і торцевих звужувальних перетворювачів витрати;

– вперше отримані алгоритмічні залежності між теплотою згорання природного газу і його теплофізичними характеристиками (коефіцієнт стисливості, вміст неуглеводневих компонентів природного газу, густина) за умови застосування торцевих звужувальних пристроїв, що дає можливість досліджувати вплив компонентного складу природного газу на інформативні параметри пристрою вимірювання теплоти згорання природного газу;

– набули подальшого розвитку дослідження впливу вологості досліджуваного газу і вологості навколишнього середовища на визначення теплоти згорання природного газу, що дає можливість здійснювати вимірювання теплоти згорання вологих газів з врахуванням умов роботи пристрою вимірювання теплоти згорання природного газу;

– набув удосконалення метод термометричного контролю теплоти згорання природного газу шляхом застосування витратовимірювальних перетворювачів торцевого типу, що забезпечує практичну реалізацію експрес-вимірювання теплоти згорання природного газу;

– набули подальшого розвитку метрологічні дослідження засобів вимірювання теплоти згорання природного газу з метою коректного оцінювання їх метрологічних характеристик на основі теорії похибок і з використанням концепції непевності вимірювань.

### **Теоретичне значення роботи полягає у:**

–отриманні математичної моделі взаємозв'язку теплоти згорання природного газу з його температурою спалювання для різних якісних характеристик природного газу і різних об'ємних співвідношень спалюваної суміші газу з повітрям;

–встановленні кореляційної залежності нижчої теплоти згорання природного газу з вологістю природного газу і вологістю навколишнього повітря;

–встановленні кореляційних залежностей між теплотою згорання природного газу і параметрами вимірювання його витрати торцевими соплами;

–проведенні математичного моделювання і числового оцінювання теплоти згорання природного газу за його температурою спалювання.

### **Практичне значення одержаних результатів:**

–розроблено та виготовлено макет експериментальної установки для визначення теплоти згорання природного газу, яка пройшла апробацію в умовах лабораторії

ІФНТУНГ, що підтвердило правильність прийнятих теоретичних підходів та практичних рішень при реалізації експрес-методу визначення теплоти згоряння природного газу;

– запропоновані нові технічні рішення при створенні засобів для вимірювання теплоти згоряння природного газу, які захищені двома патентами України на винахід;

– отримані в дисертаційній роботі наукові результати використовуються в навчальному процесі кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу при викладанні дисципліни «Опосередковані вимірювання в нафтогазовій промисловості» при підготовці магістрів за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

**Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.** За результатами дисертації опубліковано 26 наукових публікацій, у тому числі 8 статей у виданнях, що входять до переліку МОН України (серед них 2 статті у закордонних періодичних виданнях, 6 статей у фахових виданнях України з наукометричною індексацією Index Copernicus, 2 статті у фаховому виданні України, включеного до наукометричної бази Scopus та Web of Science), 2 патенти України на винаходи, 18 публікацій (із них 3 одноосібні) за матеріалами праць міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференцій.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення дисертаційної роботи, її результати та висновки було висвітлено й обговорено на таких наукових конференціях і семінарах: серед них – VI, VII науково-практична конференція студентів і молодих учених «Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання», м. Івано-Франківськ, 2017 р., 2019 р.; IV, V, VI Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених у царині метрології «Technical using of Measurement», 2018 р., 2019 р., 2020 р.; VI Міжнародна науково-технічна конференція «Нафтогазова енергетика 2017», м. Івано-Франківськ, 2017 р.; IV, V Міжнар. наук. конф. «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах», м. Вінниця, 2017 р., 2019 р.; VIII міжнародна наук.-техн. конф. Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання, м. Івано-Франківськ, 2017 р.; XVII, XVIII Міжнар. наук.-техн. конф. Приладобудування: стан і перспективи, м. Київ, 2018 р., 2019 р.; L Międzynarodowa Konferencja Metrologów MKM 2018, Szczecin – Copenhagen 2018; X Всеукраїнська наук.-практ. конф. молодих учених і студентів «Технічне регулювання, метрологія, якість, інформаційні та транспортні технології», м. Одеса, 2019 р.; 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers, CAOL\*2019, Uncertainty of measurement: scientific, applied, regulatory and methodical aspects, Sozopol, Bulgaria, 2019; 4-я Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості» - ІТОТП-2019, м. Івано-Франківськ, 2019 р.; IV міжнародна науково-практична конференція «Прикладні науково-технічні дослідження», Івано-Франківськ, 2020 р.; 7-ма міжнародна науково-технічна конференція «Метрологія, інформаційно-вимірювальні технології та системи» (МІВТС-2020), м. Харків, 2020 р..

**Відповідність дисертації вимогам МОНУ.** Дисертаційна робота відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України «Про порядок проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» від 06.03.2019 р. № 167, вона пройшла перевірку на плагіат.



**Оцінка мови та стилю дисертації.** Дисертаційна робота написана грамотною українською технічною мовою, стиль викладення матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

Малісевич Наталія Миколаївна є сформованим науковим фахівцем, що може ставити і самостійно вирішувати наукові проблеми.

Враховуючи наведене вище, фаховий семінар рекомендує дисертацію Малісевич Наталії Миколаївни на тему «Вимірювання теплоти згорання природного газу із застосуванням торцевих звужувальних пристроїв» до розгляду та захисту на здобуття ступеня доктора філософії (галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування, за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка) у спеціалізованій вченій раді.

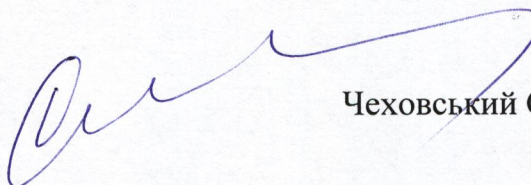
**Результати голосування:** «за» – одноголосно всі члени семінару.

Рецензент,  
професор кафедри енергетичного  
менеджменту та технічної діагностики  
д.т.н., проф.



Карпаш М.О.

Рецензент,  
професор кафедри  
метрології та інформаційно-  
вимірювальної техніки,  
к.т.н., проф.



Чеховський С.А.