

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002647

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-07-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ ВНТУ №323 від 26.09.2024р.



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. КОМПАНЕЦЬ Дмитро Миколайович

2. Dmytro KOMPANETS

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0000-4558-444X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 152

Назва наукової спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Дата захисту: 02-09-2024

Спеціальність за освітою: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Місце роботи здобувача: Акціонерне товариство "Фармак"

Код за ЄДРПОУ: 00481198

Місцезнаходження: вул. Кирилівська, буд. 63, Київ, 04080, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 05.052.036

**Повне найменування юридичної особи:** Вінницький національний технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02070693

**Місцезнаходження:** вул. Хмельницьке шосе, буд. 95, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Вінницький національний технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02070693

**Місцезнаходження:** вул. Хмельницьке шосе, буд. 95, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 71.01.37, 90.27.29, 90.27.37.09, 90.01.85

**Тема дисертації:**

1. Динамічні вимірювання параметрів потоку нафтопродуктів витратоміром Коріоліса
2. Dynamic Measurements of Petroleum Product Flow Parameters Using Coriolis Flow Meter

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота: 144 с., 7 табл., 43 рис., 64 джерел, 3 дод. ВИТРАТОМІР КОРІОЛІСА, ДИНАМІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КАНАЛ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ, КВАНТУВАННЯ, ЧАСТОТА, ФУНКЦІЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ, ШВИДКІСТЬ ПОТОКУ, МАСОВА ВИТРАТА, ГУСТИНА, НАФТОПРОДУКТИ, ДИНАМІЧНІ ТА СТАТИЧНІ МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СИСТЕМАТИЧНІ ТА ВИПАДКОВІ ПОХИБКИ, НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА НАЛИВУ. Метою дисертаційної роботи є підвищення точності вимірювання масової витрати та густини нафтопродуктів витратоміром Коріоліса. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі задачі: – провести аналіз існуючих методів та засобів вимірювання масової витрати рідини; – провести аналіз відомих методів та засобів вимірювання масової витрати за принципом сили Коріоліса; – оцінити вплив неінформативних параметрів потоку, зміна яких під час вимірювання витратоміром Коріоліса, збільшують похибку вимірювання масової витрати та густини потоку; – вивести функцію перетворення, що однозначно пов'яже вихідну величину, а саме, масову витрату із вхідними величинами, а саме, площа попереченого перерізу,

жорсткість і довжину витратомірної трубки, а також, зміна швидкості та густину потоку; - оцінити похибку квантування витратоміру Коріоліса за вимірювальним каналом масової витрати; - розробити математичну модель витратоміру Коріоліса у вигляді диференційного рівняння та оцінити динамічні метрологічні характеристики; - розробити схему функціональну мікропроцесорну витратоміру Коріоліса; - розробити експериментальну установку для дослідження впливу зміни параметрів потоку рідини на точність вимірювання витратоміру Коріоліса; - провести експериментальне дослідження впливу зміни параметрів потоку нафтопродуктів, а саме дизелю та бензину із застосуванням удосконаленої інформаційно-вимірювальної системи витратоміру Коріоліса та порівняти розробку з існуючими; - визначити бюджет складових невизначеності результатів вимірювання, оцінити складові невизначеності результатів вимірювання, а також оцінити що обумовлені зміною швидкості потоку та характеру течії потоку рідини, масової витрати та густину, що вимірюються витратоміром Коріоліса; - удосконалити методику повірки витратоміру Коріоліса у складі автоматизованої системи наливу; - оцінити критерії зміни параметрів потоку рідини, що впливають на точність вимірювання витратоміру Коріоліса, які дозволять контролювати виконання вимірювань за заданих умов, що підвищить точність вимірювання витратоміру Коріоліса.

Об'єктом дослідження є процес вимірювання масової витрати потоку рідини із змінною параметрів потоку під час вимірювання. Предмет дослідження є методи та засоби підвищення точності вимірювання масової витрати витратоміру Коріоліса рідини при зміні параметрів потоку нафтопродуктів. Методи дослідження - в процесі виконання дисертаційної роботи проводяться дослідження із застосуванням основи теорії вимірювального перетворення неелектричних величин для розробки математичної моделі витратоміру Коріоліса, методи математичного, фізичного та комп'ютерного моделювання з використанням середовища Maple при дослідженні застосування сили Коріоліса для динамічних вимірювань масової витрати потоку рідини, основи теорії вимірювань похибок для оцінювання метрологічних характеристик використаного засобу, методи математичної статистики при обробці результатів вимірювань під час дослідження збіжності результатів вимірювання та оцінювані невизначеності результатів вимірювання, методів постановки та планування експериментів. Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному: - удосконалено математичну модель засобу динамічних вимірювань, у вигляді диференційного рівняння, яка порівняно з відомими враховує зміну швидкості потоку; - вперше розроблено та оцінено критерій допустимого значення зміни параметрів потоку рідини, відповідність числовому значенню якого забезпечує задану точність, а при перевищенні цього числового значення, за допомогою регулюючих пристроїв забезпечується зміна параметрів потоку до нормованого значення, що дозволило підвищити точність вимірювання масової витрати в 3 рази для бензину та в 2 рази для дизельного палива; - отримала подальший розвиток методика повірки витратоміру Коріоліса у складі автоматизованої системи наливу нафтопродуктів, як на відміну від відомих враховує критерій індексу пульсації потоку нафтопродуктів, а саме, дизелю та бензину. Результати досліджень можуть бути застосовані на підприємствах, які застосовують витратоміри Коріоліса у технологічному процесі у складі автоматизованої системи наливу для динамічних вимірювань масової витрати та густини потоку рідини. Повірочними та калібрувальними лабораторіями, які перевіряють метрологічні характеристики витратоміру Коріоліса за місцем експлуатації.

2. 2.англ. Dissertation: 144 p., 7 tables, 43 figures, 64 references, 3 appendixes. CORIOLIS FLOW METER, DYNAMIC MEASUREMENTS, MEASURING CHANNEL, MEASURING TRANSDUCER, QUANTIZATION, FREQUENCY, TRANSFORMATION FUNCTION, FLOW RATE, MASS FLOW, DENSITY, PETROLEUM PRODUCTS, DYNAMIC AND STATIC METROLOGICAL CHARACTERISTICS, SYSTEMATIC AND RANDOM ERRORS, UNCERTAINTY OF MEASUREMENT RESULTS, AUTOMATED POURING SYSTEM. The aim of this dissertation is to increase the accuracy of measuring the mass flow rate and density of petroleum products using Coriolis flow meter. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: - analyze the existing methods and means of measuring liquid mass flow; - analyze the known methods and means of mass flow measurement according to the principle of the Coriolis force; - evaluate the influence of non-informative flow parameters, the change of which during measurement with Coriolis flow meter increases the error of mass flow and flow density measurement; - derive the transformation function that unambiguously links the output value, namely, the mass flow with the input

values, namely, the cross-sectional area, stiffness and length of the flow-measuring tube, as well as the change in speed and flow density; - to estimate the quantization error of Coriolis flow meter on the mass flow measurement channel; - develop a mathematical model of Coriolis flow meter in the form of a differential equation and evaluate dynamic metrological characteristics; - to develop a scheme of a functional microprocessor Coriolis flow meter; - to develop an experimental setup for researching the effect of changing the parameters of the liquid flow on the measurement accuracy of Coriolis flow meter; - conduct an experimental study of the impact of changing the parameters of the flow of petroleum products, namely diesel and gasoline using the improved information and measurement system of Coriolis flow meter and compare the development with the existing ones; - to determine the budget of uncertainty components of the measurement results, estimate the uncertainty components of the measurement results, as well as estimate what is caused by the change in the flow rate and the nature of the flow of the liquid flow, mass flow rate and density measured with Coriolis flow meter; - to improve the method of checking Coriolis flow meter as part of the automated pouring system; - evaluate the criteria for changing the parameters of the liquid flow, which affect the accuracy of Coriolis flowmeter measurement, which will allow to control the performance of measurements under the specified conditions, which will increase the accuracy of Coriolis flowmeter measurement. The object of research is the process of measuring the mass flow rate of a liquid flow with variable flow parameters during measurement. The subject of the study is methods and means of increasing the accuracy of measuring the mass flow rate of liquid of Coriolis flow meter when the parameters of the flow of petroleum products are changed. Research methods - in the course of the dissertation, research is carried out using the basis of the theory of measurement transformation of non-electric quantities for the development of a mathematical model of Coriolis flowmeter, methods of mathematical, physical and computer modeling using Maple environment in the study of the application of Coriolis force for dynamic measurements of the mass flow of a liquid flow, the basics of the theory of error measurements for evaluating the metrological characteristics of the used tool, methods of mathematical statistics in the processing of measurement results during the study of the convergence of measurement results and estimated uncertainties of measurement results, methods of setting and planning experiments. The scientific novelty of the obtained results is as follows: - the improvement of the mathematical model for dynamic measurements, represented by a differential equation, now incorporates variations in flow rate, a feature not addressed in previous models; - for the first time, a criterion for permissible changes in liquid flow parameters was developed and evaluated. Adherence to this numerical value ensures specified accuracy. When this value is exceeded, regulating devices are employed to normalize flow parameters. This advancement resulted in a threefold increase in mass flow measurement accuracy for gasoline and a twofold increase for diesel fuel; - the method for checking Coriolis flow meters within automated petroleum pouring systems has been further advanced. Unlike existing methods, it now considers the pulsation index criterion for petroleum product flows, specifically diesel and gasoline. Research results can be applied at enterprises that use Coriolis flow meters in the technological process as part of an automated pouring system for dynamic measurements of mass flow and liquid flow density.

### **Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

### **Публікації:**

- O. Vasilevskyi, P. Kulakov, D. Kompanets, O. Lysenko, V. Prisyazhnyuk, W. Wójcik and D. Baitussupov. "A new approach to assessing the dynamic uncertainty of measuring devices", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 108082E, 2018;
- O. Vasilevskyi, V. Didych, A. Kravchenko, M. Yakovlev, I. Andrikevych, D. Kompanets, Y. Danylyuk, W. Wójcik and A. Nurmakhambetov. "Method of evaluating the level of confidence based on metrological risks for determining the coverage factor in the concept of uncertainty", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 108082C, 2018;
- О.М. Васілевський та Д.М. Компанець, «Вплив хаотичної зміни швидкості потоку нафтопродуктів на точність вимірювання витратоміру Коріоліса», Вісник ВПІ, № 1, с. 14-20, 2021;
- І.А. Дудатьєв та Д.М. Компанець, «Метод контролю плинного середовища та спосіб оцінювання складової невизначеності результатів вимірювання витратоміра Коріоліса», Вісник ВПІ, №1, с. 6-10, 2024;

**Наукова (науково-технічна) продукція:** пристрої; технології; методичні документи

**Соціально-економічна спрямованість:** підвищення продуктивності праці; підвищення автоматизації виробничих процесів

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. ДУДАТЬЄВ Ігор Андрійович
2. Igor DUDATIEV

**Кваліфікація:** к.т.н., доцент, 05.11.13

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-8810-4706

**Додаткова інформація:** <https://scholar.google.com.ua/citations?user=6u1CIsgAAAAJ&hl=ua>  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195673898>

**Повне найменування юридичної особи:** Вінницький національний технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02070693

**Місцезнаходження:** вул. Хмельницьке шосе, буд. 95, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. СЕРЕДІЮК Орест Євгенович

2. Orest SEREDIUK

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.01.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-8539-2693

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**Код за ЄДРПОУ:** 02070855

**Місцезнаходження:** вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. КОРОБКО Іван Васильович

2. Ivan KOROBKO

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.11.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-8024-3616

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. ОСАДЧУК Олександр Володимирович

2. Oleksandr OSADCHUK

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.11.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6662-9141

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Вінницький національний технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02070693

**Місцезнаходження:** вул. Хмельницьке шосе, буд. 95, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. СЕМЕНОВ Андрій Олександрович

2. Andrii SEMENOV

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.12.13

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-9580-6602

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Вінницький національний технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02070693

**Місцезнаходження:** вул. Хмельницьке шосе, буд. 95, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

КУХАРЧУК Василь Васильович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

КУХАРЧУК Василь Васильович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Іванчук Ярослав Володимирович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна