Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000021

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-01-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Максим'юк Сергій Орестович
2. Serhii Maksymiuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6312-7047

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: 28-02-2025

Спеціальність за освітою: енергетичний менеджмент

Місце роботи здобувача: Організація відсутня

Код за ЄДРПОУ: 00000000

Місцезнаходження: ------, Київ, 00000, Україна

Форма власності: Змішана

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 7546

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:

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

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:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.01.81, 44.09.37, 55.55.39.29, 87.53.81, 90.27.31

Тема дисертації:

1. Удосконалення інформаційно-вимірювальних систем якості і транспортування енергоресурсів на засадах їх енергетичної цінності

2. Improvement of information and measuring systems of quality and transportation of energy resources on the basis of their energy value

Реферат:

1. Максим'юк С.О. Удосконалення інформаційно-вимірювальних систем якості і транспортування енергоресурсів на засадах їх енергетичної цінності. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 – метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, 2024. Об'єктом досліджень є процес визначення енергетичної цінності природного газу в розгалужених газових мережах низького тиску. Предметом дослідження є методи оцінки енергетичної цінності газу під час транспортування в газорозподільній системі, на базі сучасних інформаційно-вимірювальних технологій, експрес-методу контролю якості газу, а також впливу домішок водню та

біометану на функціональні параметри мережі. У дисертаційній роботі вирішена науково-практична задача, пов'язана з удосконаленням інформаційно-вимірювальних систем для визначення якості енергоресурсів у газорозподільних мережах з двома джерелами газопостачання шляхом розроблення нових математичних моделей з врахуванням впливу закачаного біометану та водню в газопровід. У вступі обґрунтовано актуальність задач дослідження, наведена наукова новизна та сформульоване практичне значення отриманих результатів. У першому розділі здійснено системний аналіз сучасних підходів до контролю якості та транспортування природного газу, обґрунтовано перехід до енергетичних одиниць обліку й актуальність дослідження взаємозв'язку між якісними характеристиками газу та параметрами мереж для інтеграції нових енергоносіїв. У другому розділі дисертації розроблено методику оцінки вищої теплоти згорання природного газу в розгалужених мережах з двома входами, що враховує об'ємні частки потоків і фізико-хімічні параметри газу. Запропоновано математичну модель, засновану на багатофакторному регресійному аналізі, та підтверджено її високу точність із похибкою 0,24%. Розроблено алгоритм функціонування інформаційно-вимірювальної системи контролю якості газу, який включає інтеграцію з системами диспетчеризації, а також запропоновано використання штучних нейронних мереж для підвищення точності прогнозів. Модель адаптовано для врахування впливу водню, що забезпечило середню похибку 0,31%, підтверджуючи її придатність для прогнозування змішаних газів. У третьому розділі досліджено вплив якості природного газу на параметри газотранспортних мереж. Моделювання показало, що зниження теплотворної здатності на 4,5% збільшує споживання газу та зменшує запаси у сховищах. Удосконалено метод оцінки технічного стану газопроводів низького тиску, в якому на відміну від існуючих, застосовано новий інформативний параметр зміни теплотворної здатності газу, що дозволяє прогнозувати утворення корозійних пошкоджень трубопроводу низького тиску. У четвертому розділі досліджено енергетичну цінність біогазу, вплив його компонентів на характеристики газових сумішей та адаптовано модель оцінки теплоти згоряння для інтеграції біометану в газопроводи. Проаналізовано технології очищення біогазу, вимоги до якості біометану за стандартами, а також вплив кисню на енергетичні показники газу. Розроблена нейронна мережа для прогнозування теплоти згорання природного газу в мережах з двома входами, з урахуванням присутності в газопроводі природного газу, водню та біометану, забезпечила високу точність результатів ($R \geq 0.996$). У рамках апробації результатів створено проекти двох національних стандартів: ДСТУ EN 16723-1:2023 для інтеграції біометану в газотранспортну систему та ДСТУ EN 12007-4:2019 для модернізації газових мереж до 16 бар із акцентом на безпеку та надійність. Ключові слова: природний газ, математична модель, похибка вимірювання, результат вимірювання, нейронні мережі, діагностичні ознаки, енергетичні параметри, декарбонізація, водень, газоводневі суміші, тверді побутові відходи, компонентний склад, біогаз, статистичні оцінювання, транспортування вуглеводнів.

2. Maksym'yuk S.O. Improvement of information and measuring systems of quality and transportation of energy resources on the basis of their energy value. – Qualification scientific work in the form of a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 152 – metrology and information and measuring equipment. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2024. The object of research is the process of determining the energy value of natural gas in branched low-pressure gas networks. The subject of research is methods for assessing the energy value of gas during transportation in the gas distribution system, based on modern information and measuring technologies, an express method for gas quality control, as well as the influence of hydrogen and biomethane impurities on the functional parameters of the network. The dissertation solves a scientific and practical problem related to the improvement of information and measurement systems for determining the quality of energy resources in gas distribution networks with two sources of gas supply by developing new mathematical models taking into account the impact of injected biomethane and hydrogen into the gas pipeline. The introduction substantiates the relevance of the research tasks, presents the scientific novelty and formulates the practical significance of the results obtained. The first section provides a systematic analysis of modern approaches to quality control and transportation of natural gas, justifies the transition to energy units of accounting and the relevance of studying the relationship between the qualitative characteristics of gas and network parameters for the integration of new energy carriers. The second section of

the dissertation develops a methodology for assessing the higher calorific value of natural gas in branched networks with two inputs, which takes into account the volume fractions of flows and the physicochemical parameters of gas. A mathematical model based on multivariate regression analysis was proposed and its high accuracy with an error of 0.24% was confirmed. An algorithm for the functioning of an information and measuring system for gas quality control was developed, which includes integration with dispatching systems, and the use of artificial neural networks was also proposed to increase the accuracy of forecasts. The model was adapted to take into account the influence of hydrogen, which provided an average error of 0.31%, confirming its suitability for forecasting mixed gases. In the third section, the influence of natural gas quality on the parameters of gas transmission networks was investigated. The modeling showed that a decrease in calorific value by 4.5% increases gas consumption and reduces reserves in storage facilities. The method for assessing the technical condition of low-pressure gas pipelines was improved, in which, unlike existing ones, a new informative parameter of the change in the calorific value of gas was applied, which allows predicting the formation of corrosion damage to the low-pressure pipeline. In the fourth section, the energy value of biogas, the influence of its components on the characteristics of gas mixtures, and the model for estimating the heat of combustion for the integration of biomethane into gas pipelines were studied. Biogas purification technologies, biomethane quality requirements according to standards, and the influence of oxygen on the energy performance of gas were analyzed. A neural network was developed to predict the heat of combustion of natural gas in networks with two inputs, taking into account the presence of natural gas, hydrogen, and biomethane in the gas pipeline, which ensured high accuracy of the results ($R \geq 0.996$). As part of the testing of the results, drafts of two national standards were created: DSTU EN 16723-1:2023 for the integration of biomethane into the gas transportation system and DSTU EN 12007-4:2019 for the modernization of gas networks up to 16 bar with an emphasis on safety and reliability. Keywords: natural gas, mathematical model, measurement error, measurement result, neural networks, diagnostic features, energy parameters, decarbonization, hydrogen, gas-hydrogen mixtures, solid household waste, component composition, biogas, statistical evaluations, hydrocarbon transportation.

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 транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Maksymiuk, S., Rybitskyi, I., Karpash, O., Tsykh, V., Doroshenko, Y. (2024). Method for Estimating the Calorific Value of Natural Gas for Branched Networks Using Express Quality Control Tools. In: Babak, V., Zaporozhets, A. (eds) Systems, Decision and Control in Energy VI. Studies in Systems, Decision and Control, vol 561. Springer, Cham.
- Височанський І. І., Чабан Н. І., Максим'юк С. О. Оптимізація газових мереж низького тиску з врахуванням енергетичних характеристик природного газу / Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - 2017. - № 4. - С. 103-110.
- Максим`юк, С. О. Височанський І. І., Карпаш О. М. Аналіз викликів у системному підході управління динамічними процесами мереж газотранспортної системи / Нафтогазова енергетика. - 2018. - № 2. - С. 25-31.

- Максим'юк С.О. Карпаш О.М. Диверсифікація методів діагностики технічного стану газопроводів в умовах розвитку системи оцінки якості природного газу за принципами ЄС / Науково-технічний журнал «Методи та прилади контролю якості». 2020. №2 (45). С. 82-89.
- Voronych, A., Yatsyshyn, T., Raiter, P., Zhovtulya, L., Maksymiuk, S. (2023). Research of Characteristics of Solid Waste as Energy Resource. In: Zaporozhets, A. (eds) Systems, Decision and Control in Energy IV. Studies in Systems, Decision and Control, vol 454. Springer, Cham.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; проєкти нормативних документів

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0117U007107

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рибіцький Ігор Володимирович
2. Ihor V. Rybitskyi

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.11.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3596-3918

Додаткова інформація: Google Scholar ID: fz9SWRUAAAAJ; Scopus Author ID: 56070136800; Web of Science Researcher ID: E-3832-2019

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:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Матіко Федір Дмитрович
2. Fedir Matiko

Кваліфікація: д.т.н., доц., 05.11.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6569-2587

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=29068004100

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Куц Юрій Васильович
2. Yurii Kuts

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.11.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8493-9474

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26532936000

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. Яворський Андрій Вікторович
2. Андрій В. Яворський

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.11.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5970-4286

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57220331064

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. Григорський Станіслав Ярославович
2. Stanislav Hryhorskyi

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.15.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6401-0345

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56712006400

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:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Середюк Орест Євгенович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Середюк Орест Євгенович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Максим'юк Сергій Орестович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна