

## **ВИСНОВОК**

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення  
результатів дисертації « Обробка результатів вимірювань витрати  
рідини з використанням машинного навчання»  
здобувача ступеня доктора філософії  
Ащепкова Валерія Олеговича  
за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна  
техніка галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування**

Науковий семінар проведений на засіданні кафедри Інформаційно-вимірювальних технологій «21» грудня 2024 р., протокол № 5.

**1.Актуальність теми дисертації.** Швидкий розвиток технологій та зростаючі вимоги до точності та надійності вимірювань ставлять перед науковцями та фахівцями галузі метрології завдання пошуку надійних і точних методів обробки результатів вимірювань та виявлення викидів.

На сьогоднішній день методи машинного навчання здобули широкого застосування у різних галузях науки та техніки. Вони дозволяють якісно вирішувати складні завдання аналізу даних та прогнозування на основі навчання на великих обсягах інформації. У зв'язку з цим використання методів машинного навчання для обробки результатів вимірювань та виявлення викидів є перспективним напрямом досліджень.

У роботі проведений критичний аналіз існуючих методів обробки даних та виявлення викидів у галузі метрології з метою визначення їхніх переваг та недоліків. Впровадження методів машинного навчання, зокрема методу ізольованого лісу, у цю сферу відкриває нові можливості для підвищення точності та надійності вимірювань, що має велике значення для сучасних метрологічних процесів.

У зв'язку з цим тема дисертаційного дослідження “Обробка результатів вимірювань витрати рідини з використанням машинного навчання” є актуальною, а її вирішення – доцільним і своєчасним.

**2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри.** Тема дисертації не пов'язана з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри.

**3. Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є підвищення стабільності вимірювань витрати рідини та достовірності метрологічних даних шляхом розробки та адаптації алгоритму на основі моделі ізольованого лісу. Виключення надмірних похибок дозволяє зменшити стандартну невизначеність за типом А, що сприяє забезпеченню надійності отриманих результатів

Для досягнення цієї мети поставлені наступні завдання:

– провести аналіз статистичних методів і методів машинного навчання для виявлення викидів, визначивши їх переваги, обмеження та

придатність до задач метрологічних досліджень із малими вибірками та невідомим розподілом;

- дослідити технічні фактори, що впливають на стабільність витрати рідини в умовах державного еталона, та розробити заходи для зменшення варіативності результатів вимірювань;

- використати метод ізольованого лісу для виявлення викидів у метрологічних даних, перевіривши його надійність через порівняння з робастними статистичними методами;

- розробити алгоритм на основі моделі ізольованого лісу, адаптований до специфіки метрологічних даних, та оцінити його ефективність у зниженні стандартної невизначеності за типом А і покращенні достовірності вимірювань

#### **4. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів.**

Дисертаційна робота є закінченим, самостійно виконаним науковим дослідженням. Здобувачем виконано весь комплекс теоретичних та експериментальних досліджень, пов'язаних з обробкою та аналізом вимірювальних даних, а також розробкою та налаштуванням алгоритму на основі методу ізольованого лісу для виявлення викидів. Особистий внесок здобувача у наукові праці виконані у співавторстві конкретизовано у списку праць, наведеному нижче (п.8).

**5. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій.** Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів дисертаційної роботи підтверджується теоретичним обґрунтуванням базових положень, результатами апробації, відповідністю результатів, а також моделювання розрахунку експериментальних результатів, їх відповідністю результатам, отриманими із застосуванням класичних методів.

**6. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру:**

- вперше проведено дослідження технічних факторів, що впливають на стабільність витрати рідини в умовах державного еталона, із розробкою заходів для зменшення варіативності даних;

- вперше запропоновано використання моделі ізольованого лісу для виявлення викидів у метрологічних даних із малими вибірками та невідомим розподілом, що дозволило підвищити достовірність результатів вимірювань;

- порівняння результатів роботи алгоритму ізольованого лісу з робастними статистичними методами підтвердило його переваги для метрологічних задач, що забезпечило нові підходи до виявлення викидів у вимірювальних даних;

- розроблено та адаптовано алгоритм на основі ізольованого лісу для специфіки метрологічних даних, що дозволило знизити стандартну невизначеність за типом А та підвищити стабільність і достовірність результатів вимірювань.

#### **7. Практична цінність результатів дослідження та їх впровадження**

Результати дослідження можуть бути застосовані в галузі Автоматизації та приладобудування, в метрологічній діяльності при проведенні робіт з калібрування ЗВТ та у навчальному процесі:

- розроблений алгоритм дозволяє автоматично ідентифікувати та виключати викиди у вимірювальних даних, що особливо важливо для забезпечення високої точності і стабільності під час метрологічних досліджень;

- отримані результати використані в ПрАТ «Енергооблік» для покращення якості продукції та оптимізації виробничих процесів;

- розроблений алгоритм на основі моделі ізольованого лісу впроваджено в процеси метрологічної діяльності, які здійснюються з використанням «Державного первинного еталона одиниці об'ємної та масової витрати рідини, об'єму та маси рідини, що протікає по трубопроводу»»;

- розроблений у дисертації підхід до обробки результатів вимірювань витрати рідини під час міжнародних звірень впроваджено як актуальний метод аналізу вимірювальних даних у дисципліні «Державні еталони України» в навчальному процесі Харківського національного університету радіоелектроніки на кафедрі Інформаційно-вимірювальних технологій.

**8. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації.** За темою дисертації опубліковано 6 друкованих праць, у тому числі: 2 статей – у наукових періодичних фахових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection, 3 – у наукових періодичних фахових виданнях, які віднесені до категорії «Б», 1 – у матеріалах апробаційного характеру.

1. V. Aschepkov, "Methods of machine learning in modern metrology," *Measuring Equipment and Metrology*, vol. 85, no. 1, pp. 57–60, 2024. doi: 10.23939/istcm2024.01.

2. В.О. Ащепков, "Використання моделі ISOLATION FOREST для виявлення аномалій у даних вимірювань," *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*, no. 1 (27), pp. 98–113, 2024. doi: 10.30837/ITSSI.2023.26.

3. В.О. Ащепков, "Дослідження метрологічних характеристик державного первинного еталона одиниці об'ємної та масової витрати рідини при підготовці до участі у міжнародних звіреннях," *Український метрологічний журнал*, no. 1 (77), pp. 31–37, 2024. doi: 10.24027/2306-7039.1.2024.300937. (*Web of Science*)

4. V. Aschepkov, "Methods for outlier detection in metrological studies," *Measuring Equipment and Metrology*, vol. 85, no. 3, pp. 25–29, 2024. doi: 10.23939/istcm2024.03.025.

5. В.О. Ащепков, Д.Ю. Бялович, В.В. Складаров, "Вплив порогових значень на стандартну невизначеність типу А при вимірюваннях масової витрати рідини," *Український метрологічний журнал*, no. 3 (30), 2024. doi: 10.24027/2306-7039.3.2024.312469. (*Web of Science*)

*Особистий внесок:* Розрахунок викидів методом ізольованого лісу, розрахунок викидів статистичними методами, розрахунок стандартної невизначеності вимірювань за типом А, аналіз отриманих результатів та формулювання висновків.

6. V. Aschepkov, "Improving the efficiency of processing of measurement results using the machine learning method," in Theses of Reports 1st European Competition of Young Best Metrologists in Ukraine, Ivano-Frankivsk, Ukraine, June 24–28, 2024, pp. 6–8.

**9. Апробація основних результатів дослідження.** Основні результати дисертаційної роботи обговорювались на: 1st European Competition of Young Best Metrologists in Ukraine, Ivano-Frankivsk, Ukraine, June 24–28.

**10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення.**

Дисертація підготовлена державною мовою і подана у вигляді спеціально підготовленої наукової праці на правах рукопису, виконана в науковому стилі та має чітку логічну структуру, яка відповідає діючим вимогам, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (108 найменування на 14 с.) та 4 додатків (на 14 с.), а також містить 70 рисунка та 8 таблиць. Загальний обсяг роботи складає 198 с., з них 148 с. основного тексту.

Порушень академічної доброчесності (академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації) в дисертації не виявлено, про що свідчить аналіз звіту її перевірки на плагіат.

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

З урахуванням зазначеного, на науковому семінарі кафедри Інформаційно-вимірювальних технологій **ухвалили:**

1. Дисертація Ащепкова Валерія Олеговича «Обробка результатів вимірювань витрати рідини з використанням машинного навчання» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання, яке полягає у розробці підходів до обробки результатів вимірювань витрати рідини з використанням методів машинного навчання для виявлення викидів і підвищення якості метрологічних даних.

2. У 6 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації – 2 статті в журналі категорія А, що цитується в наукометричній базі Web of Science; 3 – в журналі категорії Б, та 1 апробація матеріалів дисертації.

3. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 та вимогам освітньо-

наукової програми «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка у Харківському національному університеті радіоелектроніки.

4. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Ащепкова Валерія Олеговича дисертація «Обробка результатів вимірювань витрати рідини з використанням машинного навчання» рекомендується для подання до розгляду та захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Рішення прийнято одногосно.

**Головуючий на науковому семінарі кафедри  
Інформаційно-вимірювальних технологій**

**д.т.н.**



*Ігор ЗАХАРОВ*

**Експерти:**

**к.т.н., доц.**



*Олег ЗАПОРОЖЕЦЬ*

**к.т.н., доц.**

*Наталія ШТЕФАН*