

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради ДФ 64.052.013
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Валерій СЕМЕНІХІН, 1995 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2019 році Харківський національний університет радіоелектроніки за спеціальністю Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, працює молодшим науковим співробітником в Національному науковому центрі «ІНСТИТУТ МЕТРОЛОГІЇ» Мінекономіки України, м. Харків, виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Харківського національного університету радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України, м. Харків від «30» квітня 2024 року № 130, у складі:

Голови разової

спеціалізованої вченої ради: Володимир КАРТАШОВ, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем Харківського національного університету радіоелектроніки.

Рецензентів: Інна МОЩЕНКО, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Харківського національного університету радіоелектроніки;

Наталя ШТЕФАН, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Харківського національного університету радіоелектроніки.

Офіційних опонентів: Ігор ГРИГОРЕНКО, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій і систем Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

Михайло ДОРОЖОВЕЦЬ, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного університету «Львівська політехніка»

на засіданні «15» червня 2024 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування Валерію СЕМЕНІХІНУ на підставі публічного захисту дисертації «Удосконалення методик калібрувань засобів вимірювання та відтворення електричного опору» за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Дисертацію виконано у Харківському національному університеті радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник Ігор ЗАХАРОВ, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Харківського національного університету радіоелектроніки.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису який відповідає вимогам пункту 6 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 року № 44 (зі змінами).

Здобувач має 17 наукових публікацій за темою дисертації, з них 7 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection, які

відповідають вимогам пунктів 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії:

1. Zakharov I., Botsyura O., Semenikhin V. Study of reading errors at calibrating analog ohmmeters // Ukrainian Metrological Journal, 2024, No 1, 17-22. DOI: 10.24027/2306-7039.1.2024.300870 (Фахове видання, категорія А. Web of Science).

2. Igor Zakharov, Olesia Botsiura, Oleksandr Zakharov, Iryna Zadorozhna, Valerii Semenikhin, Oleg Novoselov. Main stages of calibration of measuring instruments // Ukrainian Metrological Journal. 2023. No. 3. P. 9–15. DOI: 10.24027/2306-7039.3.2023.291862 (Фахове видання, категорія А. Web of Science)

3. Igor Zakharov, Valerii Semenikhin, Oleksandr Zakharov, Svitlana Shevchenko. Features of measurement uncertainty evaluation during calibration of digital ohmmeters // Ukrainian Metrological Journal. 2023. No. 2. P. 22–27. DOI: 10.24027/2306-7039.2.2023.286713 (Фахове видання, категорія А. Web of Science).

4. Zakharov I., Neyezhnikov P., Semenikhin V., Warsza Z. Measurement Uncertainty Evaluation of Parameters Describing the Calibrated Curves // USA, Philadelphia, May 23-27, 2022. In book “Advances in Intelligent Systems and Computing”, Vol. 1427, Springer, 2022, pp. 391-398. DOI: 10.1007/978-3-031-03502-9_38 (Фахове іноземне видання. Web of Science).

5. Zakharov I., Botsyura O., Semenikhin V. Method of kurtosis in estimating the measurement uncertainty during calibration of the electrical resistance measures using a potentiometer // Ukrainian Metrological Journal, 2021, No 2, P. 30-34. DOI: 10.24027/2306-7039.2.2021.236078 (Фахове видання, категорія А. Web of Science).

6. Zakharov I., Botsiura O., Semenikhin V., Fomenko V. Considering of the input quantities distributions in the procedure for measurements uncertainty evaluating on the example of resistance box calibration // Ukrainian Metrological Journal, 2020, No 4, P. 3-8. DOI: 10.24027/2306-7039.4.2020.224189 (Фахове видання, категорія А. Web of Science).

7. Zaharov I., Botsiura O., Semenikhin V. Measurement uncertainty evaluation by kurtosis method at calibration of electrical resistance standards using a comparator // Ukrainian Metrological Journal. 2020. No. 1. P. 12–16. DOI: 10.24027/2306-7039.1.2020.204166 (Фахове видання, категорія А. Web of Science).

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти) та висловили зауваження:

1. Голова разової ради: Володимир КАРТАШОВ, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем Харківського національного університету радіоелектроніки.

Зауваження:

1) В роботі використовуються терміни - метод, методика, процедура, але відсутнє пояснення особливостей їх використання.

2. Рецензент Інна МОЩЕНКО, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Харківського національного університету радіоелектроніки.

Зауваження:

1) На стор. 46 у пункті 5 списку неузгоджене речення «...як оцінка вихідної величини буде змінюється зі зміною оцінки вхідних величин та знаходиться...».

2) На стор. 49 у п. 1.3.1 при вказанні діапазону «від 10^{-5} до 10^9 » не вказано одиниці вимірювань – потрібно додати Ом.

3) На стор. 76 у таблиці 2.3 в коефіцієнті чутливості фігурують Кельвіни, а у вхідній величині Цельсій – незрозуміло чи це правильно вказано, чи є помилкою.

4) Застосування розмірності для температурного коефіцієнту опору потребує пояснення, оскільки на стор. 75 він має розмірність $1/K$, а на стор. 94 – $1/^\circ C$.

5) На стор. 96 результат розрахунку сумарної стандартної невизначеності виражений в одиницях вимірювання в квадраті – мОм².

6) На рисунках 3.3 – 3.7, 4.1 на координатних осях повинні бути наведені одиниці вимірювання величин.

7) Стор. 111, пункт висновків 7. Написано, що похибка інтерполяції може досягати 81 %. Доречно вказати, що саме -81 %.

8) У табл. 4.15 – 4.17 потужність вказана у Вольтах.

3. Рецензент Наталя ШТЕФАН, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Харківського національного університету радіоелектроніки.

Зауваження:

1) На стор. 98 шрифт відрізняється від розміру шрифту дисертації.

2) Розділ 4 перевантажений довідковою інформацією загального характеру.

3) Таблиці 4.1 - 4.20 доцільно було б винести у додатки.

4) Підрозділи 4.3 – 4.5 стосуються радше ЗВТ взагалі, а не ЗВТ електричного опору.

5) Немає акценту на те, які переваги має запропонований удосконалений підхід до корекції міжкалібрувальних інтервалів перед існуючими підходами до розв'язання цієї задачі, в чому саме полягає вдосконалення.

6) Не у всіх висновках є числові показники, які дозволяють наочно оцінити удосконалення методик та процедур.

7) По тексту подекуди зустрічаються орфографічні помилки, одруківки, але їх небагато.

4. Офіційний опонент Михайло ДОРОЖОВЕЦЬ, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного університету «Львівська політехніка».

Зауваження:

1) За своїм обсягом 1-й розділ становить близько 36% всього тексту дисертації, враховуючи лише матеріал 4-х розділів. Він перевантажений великою кількістю загальновідомого матеріалу, який детально описано практично у всіх підручниках з методів та засобів вимірювань.

2) У підрозділі 1.2 „Основні етапи калібрування ЗВТ” забракло означення одного з найбільш важливих щодо теми цієї дисертації терміну „Калібрування”.

3) У 1-му розділі слід було представити методіку оцінювання невизначеності калібрування засобів з функційною залежністю, принаймні лінійною та параболічною.

4) У пункті 1.4.3 глибоко не проаналізовано результати досліджень інших авторів стосовно використання ексцесу для опрацювання результатів вимірювань, у т.ч. оцінювання довірчих інтервалів.

5) З аналізу виразу (2.4), а також з бюджету невизначеності (Таблиця 2.1) виходить, що температурний коефіцієнт міри опору (магазину) відомий абсолютно точно, або його невизначеністю порівняно з іншими складовими можна знехтувати. Чи це завжди так? Про це слід було оговорити у роботі.

6) Згідно вимог GUM числові значення невизначеності в результатах переважно представляються максимально 2-ма значущими цифрами. На стор.76 стандартна невизначеність представлена 4-ма значущими цифрами, а розширена у Таблиці 2.3, 2.5, 3.2, 3.3 – 3-ма цифрами. Подібно представлені числові значення невизначеності на стор. 82, 87.

7) Прийнята термінологія „омметр постійного струму” за своїм змістом трохи дивна. Амперметр постійного струму – зрозуміло, а омметр постійного струму?

8) Назва пункту 3.1 „Процедура оцінювання невизначеності прямих вимірювань омметром, що калібрується еталонної міри електричного опору” не цілком коректна. Правильніше мало б бути: 3.1 „Процедура оцінювання невизначеності прямих вимірювань еталонної міри електричного опору омметром, що калібрується”.

9) На стор. 43 у пункті 4 назва „Верифікація (валідація) методик калібрування” виглядає не цілком коректно, оскільки запис у дужках означає, що це різні назви однієї і тієї ж процедури але це різні процедури, тому їх слід було розділити, тобто у назві дужки не є коректними. Цей підхід також стосується пункту 4.5 розділу 4.

10) Матеріал у пункті 3.2.2 Ідентифікація неполіноміальної калібрувальної залежності з урахуванням інструментальних невизначеностей вимірювальних приладів електричного опору в основній частині є відтворенням оцінювання невизначеності коефіцієнтів та самої лінійної залежності за допомогою класичного МНК. Як добре відомо, класичний МНК базує на врахування випадкових впливів лише у вихідній величині. Натомість вплив випадкових змін у вхідній величині класичний МНК не враховує. Само собою у такому МНК не враховуються нескориговані систематичні впливи у вхідній та вихідній величинах. Для цього були запропоновані різні методи, що описані у низці публікацій.

11) З описаного у пункті 3.2.2 алгоритму оцінювання не зрозуміло, чи він враховує факт, що МДП (максимально допустимі похибки) засобів можуть бути описані не лише сталою (адитивною, *offset error*) функцією, але також лінійно змінною, так званою: *offset error+gain error*?

12) Чи вирази для реалізації методу заміни змінної у таблиці 3.5 є авторською пропозицією, чи вони відомі? Якщо відомі, то слід було навести джерело, з якого взято ці вирази.

13) Відсутність прикладу до опрацювання експериментальних результатів щодо калібрування засобу навіть з лінійною функцією, однак із впливом нескоригованих систематичних та некорельованих випадкових впливів у вхідній та вихідній величині, не дає змоги оцінити відповідним чином ефективність запропонованої автором методики оцінювання невизначеності.

14) Вступна частина 1-ї секції пункту 4.1 „Відтворення одиниці електричного опору за допомогою еталона Ома на квантовому ефекті Холла” є описом відомого матеріалу щодо квантового ефекту Холла.

15) У пунктах 4.1, 4.2 бракує посилань на джерела інформації до рисунків і таблиць характеристик мір електричного опору та іншого обладнання.

16) Рисунок холлівської структури міри 6800 А на стор. 119 має неправильну нумерацію – Рис. 4.10, замість Рис.4.11.

17) У наведених у розділі 4 таблицях характеристики точності засобів подані у різний спосіб. Зокрема, у Таблиці 4.3 числові значення в останній колонці з назвою „Похибка вимірювань” подані так, що невідомо що вони означають: відносна чи абсолютна МДП, тоді бракує знаку „±”, одиниці величини чи у % або ppm.

18) Ще одне зауваження стосується вживання термінології „невизначеність”. У базовому документі GUM у пункті 2.2.1 дається означення суті цього слова: The word “uncertainty” means doubt, and thus in its broadest sense “uncertainty of measurement” means doubt about the validity of the result of a measurement. Тобто тут слово “uncertainty” означає сумнів, і, таким чином, у найширшому розумінні “uncertainty of measurement” означає сумнів щодо достовірності результату вимірювання. Як бачимо, жодного натяку на „undeterminity”, що означає буквально „невизначеність”, у цьому означенні в GUM не йдеться. Тому вживання такого словосполучення „значення невизначеності” є безсенсовним. Тому термін “uncertainty” слід перекладати як „непевність” (сумнівність), а не „невизначеність”, що означає брак кількісного значення.

19) У Списку публікацій здобувача за темою дисертації, які подані у Додатку А, було би добре у явний спосіб подати авторський вклад у публікаціях зі співавторством, наприклад, у змістовній формі, а також відсотково. Це сприяло би можливості кращого оцінювання наукового досягнення Автора дисертаційної роботи.

5. Офіційний опонент Ігор ГРИГОРЕНКО, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій і систем Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Зауваження:

1) Обсяг першого розділу дисертаційної роботи становить 45 сторінок і є перебільшений порівняно з іншими розділами роботи.

2) У першому розділі дисертаційної роботи та при виборі напрямку досліджень слабко проаналізований внесок вчених із розвинутих країн світу (США, європейських країн, тощо), що підтверджують зацікавленість світової спільноти обраним напрямком наукових досліджень. У списку використаних джерел замало посилань на роботи іноземних вчених у зазначеному

напрямку.

3) По результатам другого розділу доцільно було б привести програму автоматизації оцінювання невизначеності вимірювань при калібруванні міри електричного опору, що суттєво підвищило б практичну цінність роботи.

4) У висновках другого розділу зазначено, що отримані в усіх розглянутих прикладах оцінки розширеної невизначеності методом ексцесів та методом Монте-Карло показали, що розбіжність між ними не перевищує $\pm 2,5\%$, але не зрозуміло – наскільки ефективно використання вказаних методів для вирішення поставлених задач у порівнянні із базовим алгоритмом GUM і який ефект досягнуто впровадженням методів ексцесів і Монте-Карло. ___

5) У третьому розділі на сторінці 94 дрейф опору котушки з моменту останнього калібрування позначено як δ_s – не більше 0,002 %, тобто у відсотках, а на сторінці 96 у формулі для визначення критерія знехтування до поправки $|\delta_s|$ відсутні позначення одиниць фізичної величини, тому не зрозуміла у яких одиницях ведено поправку – чи то відносні одиниці, чи відсотки, чи одиниці фізичної величини (мОм).

6) На сторінці 97 рис. 3.2 осі координат підписано англійською мовою, що вказує на додавання рисунку із англійської публікації. Доцільно було використовувати державну мову для підписання рисунку, бо усі інші підписи по тексту дисертаційної роботи зроблено українською мовою.

7) Із третього розділу не є очевидним, чому всі вклади невизначеності, що входять до моделі вимірювань, оцінені тільки за типом В без урахування невизначеності по типу А, що було б більш зрозумілим при розрахунку розширеної невизначеності.

8) У третьому розділі не зрозуміло яким вимірювальним засобом проводився контроль температури 20 °С при проведенні калібрування цифрового омметра типу 2318 бо стандартна невизначеність температури при цьому, що вказана у табл. 3.2 становить 1,154 °С.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Валерію СЕМЕНІХІНУ ступінь доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради



Володимир КАРТАШОВ

Підпис засвідчую
Проректор з наукової роботи
Харківського національного університету
радіоелектроніки



Юрій РОМАНЕНКОВ