

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н. проф. Середюка О.Є. на дисертаційну роботу
Матвіїва Романа Олеговича
**«Переносні калібратори для оперативного контролювання характеристик
засобів вимірювань»**,
яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне
забезпечення

Актуальність теми дисертаційної роботи

Сучасний етап розвитку інформаційно-вимірювальних систем вимагає розроблення принципово нових підходів до їх метрологічного забезпечення, оскільки переважна більшість класичних методів оперативного контролювання та перевірки вимірювальних каналів цих систем передбачає необхідність демонтажу окремих каналів або цілої системи. При цьому перевіряються не всі ланки вимірювальних кіл, зокрема функціонування модемів, ліній зв'язку та центрального комп'ютера. Для підвищення метрологічної надійності вимірювальних каналів інформаційно-вимірювальних систем в експлуатаційних умовах доцільно застосовувати оперативне контролювання технічних і метрологічних характеристик засобів вимірювань за допомогою мобільних переносних калібраторів. Тому актуальним є питання вдосконалення переносних калібраторів, яке може бути реалізовано шляхом підвищення їх точності із застосуванням нових методів корекції адитивних похибок, що характеризує актуальність дисертаційної роботи в цілому.

Наукова новизна дисертаційної роботи стосується розвитку методів і засобів автоматичного коригування адитивних зміщень в калібраторах напруги постійного струму і імітаторах електричного опору.

Найвагомішими науковими результатами є наступні:

1. Вперше запропоновано для автоматичного коригування адитивних зміщень в калібраторах напруги постійного струму застосовувати подвійне комутаційне інвертування зразкової вхідної напруги та вихідної напруги калібратора, яка через фільтри низьких частот подається до двох вихідних запам'ятовувальних конденсаторів, що забезпечує суттєве зменшення значення нескоригованих адитивних зміщень.

2. Вперше запропоновано здійснювати коригування адитивних зміщень в імітаторах електричного опору з використанням двох синхронних перемикачів полярності, потенціальні входи одного з яких сполучені з обидвома вхідними клемми імітатора, до яких також підключені струмові виходи іншого імітатора, що дозволяє коригувати адитивні зміщення завдяки періодичним перемиканням напряму протікання струмів через імітатор, що практично усуває необхідність у ручному встановленні нуля.

3. Набули подальшого розвитку теоретичні засади моделювання процесів автоматичного коригування похибок в калібраторах напруги, що дало можливість синтезувати їх нові структурні схеми з додатковим джерелом зразкової напруги та аналогової пам'яті, які забезпечують зменшення

адитивних складових похибки і зменшення впливу перехідних комутаційних процесів на вихідні сигнали калібраторів.

Практична цінність отриманих автором результатів полягає у розробленні і експериментальному дослідженні макету калібратора напруги постійного струму, концептуальні підходи і технічні рішення створення якого використані при модернізації багатозначних мір напруги та опору типів МК4702 і МК4703 в ПрАТ «СКБ мікроелектроніки в приладобудуванні» (м. Львів). Розроблений здобувачем метод корекції впливу опору ліній зв'язку в терморезистивних перетворювачах використаний в ПрАТ Самбірський приладобудівний завод «Омега» при проектуванні приладів ПВЦ-01АС, ПВЦ-01/5 МАС, РПЦ-02/І_{МГ} АС.

Одержані наукові результати впроваджені в навчальний процес кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного університету «Львівська політехніка» при підготовці фахівців за спеціальністю «Метрологія та вимірювальна техніка» з дисциплін «Методи та засоби підвищення точності вимірювань та випробувань», «Еталони одиниць фізичних величин» та «Комп'ютерні діагностичні системи».

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Основні теоретичні положення роботи, які захищаються здобувачем, *обґрунтовані* та підтверджені коректним використанням основних положень теорії лінійних електричних кіл, структурно-алгоритмічних методів підвищення точності, теоретичних основ метрології, теорії похибок вимірювань, принципів побудови засобів мікросхемотехніки, теорії вимірювального перетворення і методів комп'ютерного імітаційного моделювання з використанням сучасних стандартизованих програмних пакетів.

Отримані автором наукові результати у відповідності до поставлених задач є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям, повністю відображають отримані автором результати, а також підтверджуються достатньою апробацією основних положень і висновків на міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях.

Достовірність отриманих в роботі положень і наукових результатів підтверджується застосуванням апробованих теоретичних основ метрологічного забезпечення при синтезі наукових результатів, строгим математичним виведенням аналітичних співвідношень, а також коректністю застосування системи припущень і формулювання умов досліджень при комп'ютерному моделюванні фізичних процесів в калібраторах електричних параметрів. Достовірність отриманих результатів підтверджується малими значеннями розбіжностей між результатами математичного моделювання і експериментальних досліджень калібраторів напруги і імітаторів активного опору, а також виготовленням макету калібратора напруги постійного струму, концептуальні підходи і технічні рішення створення якого використані при модернізації багатозначних мір напруги та опору типів МК4702 і МК4703.

Рекомендації щодо використання результатів роботи. Розроблений автором новий метод і засіб автоматичного коригування адитивних зміщень в калібраторах напруги постійного струму і імітаторах активного опору можуть бути використані в практичній діяльності підприємств, які займаються

проектуванням і виготовленням зразкових засобів у сфері електричних вимірювань, а також у практичній діяльності підприємств, які здійснюють метрологічний нагляд за функціонуванням інформаційно-вимірювальних систем.

Повнота викладу основних матеріалів в опублікованих працях.

Результати наукових досліджень, які отримані автором, опубліковані у 11-ти основних наукових працях, в тому числі у фахових виданнях України 5, серед яких 1 стаття включена до міжнародної наукометричної бази даних. Серед наукових праць є 1 стаття у періодичному виданні іншої держави і 1 патент України на корисну модель. Наукові публікації достатньо розкривають суть розв'язуваних наукових задач. Дисертаційна робота пройшла достатню апробацію, її основні положення доповідалися на 4-ох міжнародних та всеукраїнських науково-технічних та науково-практичних конференціях. Тому апробацію результатів дисертаційних досліджень можна вважати достатньою.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 117 найменувань на 11 сторінках та 4 додатків. Загальний об'єм дисертації складає 167 сторінок друкованого тексту, в тому числі 59 рисунків та 69 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, задачі досліджень, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, відзначено наукову новизну та практичну цінність отриманих в роботі результатів, а також наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів досліджень і публікації щодо роботи.

У першому розділі визначені основні принципи побудови кодированих мір напруги та опору. Охарактеризовані вимоги до побудови калібраторів напруги, опору та сили електричного струму. Здійснений аналіз існуючих методів побудови калібраторів напруги постійного струму і імітаторів опору постійного струму. Проведений аналіз технічних і метрологічних характеристик, переваг і недоліків існуючих серійних калібраторів електричних сигналів. Запропонована концепція до практичного застосування оперативного контролювання вимірювальних каналів розпоршених інформаційно-вимірювальних систем.

Другий розділ присвячений викладенню результатів теоретичних засад вдосконалення калібраторів напруги з автоматичних коригуванням похибок. Розглянуті теоретичні засади практичної реалізації калібраторів напруги з автоматичних коригуванням похибок, на основі яких розроблена структурна схема калібратора напруги з додатковим джерелом зразкової напруги, що забезпечує коригуванням адитивних зміщень на основі методу комутаційного інвертування. Спроектовано структурну схему калібратора напруги постійного струму з додатковим джерелом зразкової напруги протилежної полярності для спрощення схеми комутації джерела зразкової напруги і зменшення мультиплікативної похибки. Вдосконалено вихідну частину калібратора напруги постійного струму за допомогою елементів аналогової пам'яті, що дозволило зменшити вплив перехідних процесів. Проведено аналіз частотних властивостей калібраторів напруги постійного струму з коригуванням

адитивної складової похибки і підібрано оптимальну для використання структуру фільтра.

Третій розділ стосується розроблення теоретичних засад побудови імітаторів активного опору та калібраторів напруги з широтно-імпульсним подільником та автоматичним коригуванням похибок. Розглянута методологія корекції впливу опору ліній зв'язку в двопровідних терморезистивних схемах. Проаналізовано вплив адитивних складових похибки в активних імітаторах опору. Розроблена структура активного імітатора опору з чотирипровідним під'єднанням до об'єкту та автоматичним коригуванням адитивної складової похибки за допомогою методу комутаційного інвертування. Розглянуті моделі калібраторів напруги з широтно-імпульсним подільником із застосуванням активних і пасивних фільтрів низьких частот і здійснене комп'ютерне математичне моделювання їх роботи.

Четвертий розділ присвячений викладенню результатів експериментальних досліджень макетів калібраторів напруги постійного струму з комутаційним інвертуванням. Розглянуто структурну схему, алгоритм функціонування та принципову схему розробленого макету калібратора напруги постійного струму з автоматичним коригуванням адитивної складової похибки. Викладено результати експериментальних досліджень макету цього калібратора напруги при різних частотах тактового генератора. Теоретично і експериментально досліджено макет вдосконаленого калібратора напруги з додатковим джерелом зразкової напруги і аналоговою пам'яттю. Подані фотографії зовнішніх виглядів реалізованих макетів калібраторів.

У висновках сформульовані основні результати виконаних досліджень.

У додатках подано результати лабораторних досліджень макету калібратора напруги постійного струму з коригуванням адитивної складової похибки, акти впровадження дисертаційних досліджень в навчальний процес, а також акти впровадження результатів дисертації в ПрАТ «СКБ мікроелектроніки в приладобудуванні» (м. Львів) та в ПрАТ Самбірський приладобудівний завод «Омега».

Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам оформлення дисертацій. Дисертаційна робота написана загальноприйнятою науковою українською мовою із використанням сучасної правильної української наукової термінології. Робота виконана на належному науковому рівні, є завершеною науковою працею, має практичне значення та відображає рішення актуальної науково-прикладної задачі вдосконалення переносних калібраторів напруги та імітаторів активного опору шляхом підвищення їх точності із застосуванням нових методів коригування адитивних похибок. Оформлення дисертації в цілому відповідає темі досліджень і вимогам пунктів 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» щодо кандидатських дисертаційних робіт, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 №567 та діючим пунктам Наказів Міністерства освіти і науки України «Про опублікування результатів дисертацій та здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» від 17.10.2012 р. №1112, від 03.12.2012 р. №1380 та Листа МОН України від 04.12.2015 р. №1/9-586 «Про опублікування результатів дисертацій у

періодичних виданнях», а також паспорту спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Відповідність автореферату змісту дисертації. Автореферат в загальному написаний відповідно до вимог МОН України до авторефератів. Він містить всі необхідні складові структурної побудови і в ньому викладена основна суть виконаних наукових досліджень, а також наведені висновки та список основних публікацій. В цілому зміст автореферату дисертації адекватно відображає основну суть виконаної роботи.

Зауваження до дисертаційної роботи і автореферату.

1. Тема дисертаційної роботи не в повній мірі відображає конкретизацію предмету дослідження (не вказано тип калібратора або вид електричного параметра, якого він стосується).

2. Надто велика кількість завдань дисертаційного дослідження (сім), серед яких відсутні складові щодо теоретичних досліджень і моделювання, що відображено у висновках до дисертації.

3. Відсутні посилання на прізвища вітчизняних і закордонних вчених і отримані результати їхніх наукових досліджень у сфері створення і вдосконалення калібраторів електричних сигналів.

4. В роботі відсутня метрологічна модель калібраторів з конкретизацією чисельних значень окремих складових похибки для покращення розуміння впливу адитивної похибки на точність калібраторів, яка компенсується при їх роботі.

5. В підрозділі 2.3 не конкретизовані точки під'єднання імітатора адитивного зміщення до входів окремих елементів схеми калібратора напруги постійного струму, за результатами яких встановлено, що ступінь коригування не залежить від місця під'єднання вказаного імітатора до схеми калібратора.

6. В підрозділі 2.4 відсутнє кількісне обґрунтування зменшення застосовуваним фільтром змінної складової до 1 мкВ, яке реалізовано комп'ютерним дослідженням (див. стор.78).

7. Відсутній алгоритм розрахунку похибки і її розмірності стосовно зразкових струмів (стор.90 і рис.3.2).

8. Відсутнє пояснення про досягнення повного коригування напруги зміщення нульового рівня операційного підсилювача на стор.100 дисертації.

9. Не обґрунтовано доцільність побудови калібратора напруги з широтно-імпульсним подільником напруги (підрозділ 3.5).

10. Не достатньо проаналізовано вплив частоти перемикання ключів на точність вихідної напруги калібратора залежно від їх частотних властивостей.

11. Дисертаційна робота містить ряд неточностей у її оформленні:

11.1 Не розкрита суть терміну «розпорошені інформаційно-вимірювальні системи» і який критерій при цьому використовується?

11.2 Формулювання висновку щодо актуальності роботи у вступі тексту дисертації і в авторефераті є неодинаковими.

11.3 В авторефераті в переліку апробацій на конференціях і в списку публікацій апробованих результатів щодо конференцій вказані різні назви конференцій (див. стор.4 і стор.16 автореферату).

11.4 У списку основних опублікованих праць за темою дисертації відсутній отриманий автором патент України на корисну модель, який вказаний позицією 117 в списку використаних джерел дисертації.

11.5 Наявні повторення літературних джерел у списку використаних джерел, наприклад є однаковими поз. 8 і 31, поз. 43 і 63, поз. 6, 26, 62.

11.6 Неправильно подано бібліографічний запис літературного джерела поз. 29.

11.7 Низька якість виконання деяких рисунків, наприклад рис. 2.9, 2.17, 3.8.

Висновок про відповідність дисертації вимогам ДАК Міністерства освіти і науки України

Дисертаційна робота Матвіїва Р.О. є завершеним науковим дослідженням, в якому отримані суттєві нові наукові і практичні результати, що дозволяють розв'язати науково-прикладне завдання вдосконалення переносних калібраторів напруги та імітаторів активного опору шляхом підвищення їх точності із застосуванням нових методів коригування адитивних похибок.

Мета роботи, поставлені та розв'язані в ній завдання досліджень, викладені основні наукові результати дають можливість зробити висновок про те, що дисертаційна робота відповідає спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Відзначені недоліки і зауваження не стосуються основних наукових положень дисертації і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи та на її наукову цінність.

На підставі проведеного аналізу дисертації, вважаю, що дисертаційна робота «Переносні калібратори для оперативного контролювання характеристик засобів вимірювань» за актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю отриманих в ній результатів досліджень і рівнем виконання відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України, що ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор Матвіїв Роман Олегович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Офіційний опонент:

В.о. завідувача кафедри «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»
Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу
доктор технічних наук, професор

О.Є. Середюк

Підпис(и)	<i>О.Є. Середюк</i>
посвідчую	
Учений секретар ІФНТУНГ	<i>В.І. [ініціали]</i>
«...»	20... р.

