

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Олеськів Ольги Михайлівни

**«Метрологічна перевірка програмного забезпечення засобів
вимірювання»,**

яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних
наук за спеціальністю

05.01.02 - стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення

Актуальність теми дисертаційної роботи. Сьогодення наукових і прикладних досліджень в різних галузях науки і техніки зумовлює необхідність вдосконалення методів і засобів вимірювання різних параметрів, без чого неможливе отримання позитивних результатів при наукових дослідженнях. При цьому під час проектування та розроблення сучасних засобів вимірювання спостерігається тенденція до зменшення аналогової частини та розширення цифрової частини в інтелектуальних засобах вимірювання, що приводить до зростання «ваги» програмного забезпечення у сучасних засобах вимірювання. За цих умов постійно зростає об'єм отримуваних результатів вимірювання і обчислень, які реалізуються переважно програмним способом. Некоректна програмна реалізація алгоритмів розрахунку та опрацювання результатів вимірювання поряд з невідповідністю програмного забезпечення до вимірювальної задачі приладу, випадкова або навіть навмисна зміна функцій програмного забезпечення можуть привести до виникнення некоректних результатів вимірювання з достатньо великою похибкою.

Крім того, розвиток нового наукового напрямку створення інтелектуальних вимірювальних засобів – кібер-фізичні системи – також зумовлює необхідність проведення метрологічної перевірки програмного забезпечення, оскільки кібер-фізичні системи у процесі функціонування можуть змінювати своє програмне забезпечення, тобто використовувати так зване гнучке програмне забезпечення, яке також підлягає метрологічній перевірці для підтвердження можливості його використання після внесення в нього змін. Тому актуальним є проведення метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання, розробки еталонних засобів та нових методів метрологічної перевірки програмного забезпечення. Саме ці аспекти підтверджують актуальність теми виконаної дисертаційної роботи.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.

Основні отримані теоретичні положення дисертаційної роботи, які захищаються здобувачем, *обґрунтовані* та підтверджені результатами математичного моделювання та коректністю постановки завдань досліджень з використанням основних положень теорії вимірювання, теорії вимірювальних сигналів, методів імітаційного моделювання, теорії перетворення Фур'є, що дає змогу перевірити адекватність та точність побудованих математичних моделей. Обґрунтованість отриманих наукових положень базується також на застосуванні теорії похибок та непевності результатів вимірювань, теорії статистичного

аналізу, що дає змогу кількісно оцінити похибки та непевності результатів вимірювання, які розраховані в тому числі із використанням методу Монте-Карло для умов функціонування необхідного програмного забезпечення. Отримані автором наукові результати у відповідності до поставлених задач дослідження є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним закономірностям, повністю відображають отримані автором результати, а також підтверджуються достатньою апробацією основних положень і висновків на міжнародних науково-технічних конференціях.

Достовірність одержаних результатів обумовлена коректністю виконання експериментів та обчислень, підтверджена концептуальною узгодженістю одержаних результатів експериментальних досліджень по відношенню до результатів теоретичного аналізу.

Наукова новизна дисертаційної роботи стосується вдосконалення наукових засад для реалізації метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання.

Найвагомішими науковими результатами є наступні:

- вперше запропоновано метод багаторівневої метрологічної перевірки програмного забезпечення компонентів інтелектуальних засобів вимірювання і кібер-фізичних систем, що дає змогу покращити надійність їх функціонування та спростити процес метрологічної перевірки їх програмного забезпечення;
- вперше запропоновано метод метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання на основі методу «чорної скриньки» та методу генерування «еталонних» даних, який дозволяє уніфікувати процес метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання та суттєво зменшити його тривалість;
- вдосконалено математичну модель та алгоритм роботи генератора зразкових цифрових послідовностей із врахуванням параметрів вимірюваного сигналу, що дає змогу створювати генератор зразкових цифрових послідовностей як окремий еталонний засіб метрологічної перевірки програмного забезпечення.

Практична цінність отриманих автором результатів полягає у розробленні і апробації функціонування генератора зразкових цифрових послідовностей, який дозволяє формувати зразкові цифрові послідовності для метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання. Створений генератор зразкових цифрових послідовностей може використовуватися для програмного забезпечення на етапі його розроблення як засіб відлагоджування та метрологічної перевірки програмного забезпечення при експлуатації. Практична цінність запропонованого засіб метрологічної перевірки програмного забезпечення полягає у його можливості інтегрування як окремого компонента у будь-який програмний пакет сучасних засобів вимірювання, наприклад типу MATLAB, LabVIEW. Основні результати роботи використовуються у навчальному процесі для студентів при здобутті освітньо-

кваліфікаційного рівня «Магістр», зокрема при вивченні дисциплін: «Тестуванні інформаційно-вимірювальних систем».

Рекомендації щодо використання результатів роботи. Розроблена автором методологія метрологічної перевірки програмного забезпечення, яка реалізована з використанням генератора зразкових цифрових послідовностей може бути використана в діяльності науково-дослідних лабораторій і виробничих підрозділів підприємств, які займаються питаннями налаштування, діагностування та метрологічної перевірки програмного забезпечення сучасних інтелектуальних засобів вимірювання на етапі їх проектування, налагоджування та експлуатації. Результати роботи можуть бути використані при розробленні нового нормативного документа України щодо методів діагностики і метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 110 найменувань та 2 додатків, викладена на 147 сторінках друкованого тексту, у тому числі основний зміст дисертації представлений на 107 сторінках тексту, робота містить 62 рисунки та 7 таблиць.

У вступі висвітлено актуальність теми, обґрунтовано мету та задачі дослідження. Показано зв'язок роботи з науковими програмами та планами. Дана характеристика наукової новизни та практичної цінності отриманих результатів, а також наведені дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів досліджень та публікації щодо роботи.

У першому розділі охарактеризовано основні терміни, які стосуються метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання. Здійснений огляд особливостей реалізації інтегрованого та прикладного програмного забезпечення засобів вимірювань. Наведені структура та класифікація кібер-фізичних систем і засобів вимірювання з програмним забезпеченням. Проведений аналіз процедур та методів перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання. Розглянуті можливості проведення метрологічної перевірки програмного забезпечення в залежності від структури засобів вимірювання. Сформульовано напрями та завдання дослідження, які необхідно вирішити у роботі.

У другому розділі досліджено особливості метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання та кібер-фізичних систем. Здійснене моделювання структурних схем і алгоритмів метрологічної перевірки засобів вимірювання. Розглянутий запропонований метод багаторівневої метрологічної перевірки програмного забезпечення кібер-фізичних систем. Описані розроблені алгоритми реалізації метрологічної перевірки програмного забезпечення кібер-фізичних систем на різних рівнях функціонування.

Третій розділ присвячений викладенню суті розробленого генератора зразкових цифрових послідовностей. Описано розроблену математичну модель, алгоритм роботи та інтерфейс користувача цього генератора. Акцентовано на особливостях розробленого генератора, який може працювати у режимі метрологічної перевірки або режимі відлагоджування програми. Генератор зразкових цифрових послідовностей можна інтегрувати у будь-який програмний

пакет сучасних засобів вимірювання (типу MATLAB, LabVIEW, тощо) як окремий блок для налагоджування або метрологічної перевірки програмного забезпечення засобу вимірювання.

У четвертому розділі здійснено дослідження похибок та непевностей програмного забезпечення засобів вимірювання з використанням розробленого генератора зразкових цифрових послідовностей. Досліджені особливості практичної реалізації метрологічної перевірки програмного забезпечення на прикладі дослідження похибки функції перетворення Фур'є програмного пакету MATLAB для двох типів даних типу int; типу double. Виконано дослідження похибки та непевності функції перетворення Фур'є програмних пакетів MATLAB та MathCad з врахуванням похибок аналого-цифрового перетворювача. Здійснений кількісний аналіз складових похибок і непевностей з врахуванням параметрів сигналу, його форми, а також частоти і типу квантування.

У висновках до дисертаційної роботи наведені найбільш важливі наукові та практичні результати, які були отримані при проведених дослідженнях.

Додатки містять програмну реалізацію генератора зразкових цифрових послідовностей, а також документи, що підтверджують впровадження отриманих результатів дисертаційної роботи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам до оформлення дисертацій

Дисертаційна робота написана загальноприйнятою науковою 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 методів і засобів метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання. Оформлення дисертації в цілому відповідає темі досліджень і вимогам пунктів 13 та 14 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», вимогам МОН України, а також паспорту спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Ідентичність 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.

Повнота викладу основних матеріалів в опублікованих працях. За темою дисертації опубліковано 9 наукових робіт, у тому числі 4 статті у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави. Дисертаційна робота пройшла апробацію, її основні положення доповідалися на 4 міжнародних та національних науково-технічних конференціях. Тому апробацію результатів дисертаційних досліджень можна вважати достатньою.

Зауваження до дисертаційної роботи і автореферату

1. В роботі не відображені прізвища і результати досліджень вітчизняних і закордонних дослідників та отримані ними наукові досягнення у напрямку досліджень програмного забезпечення, адже на сьогоднішній день тисячі розробників займаються вдосконаленням ІТ технологій.

2. У роботі не конкретизовані особливості конструктивної і цифрової реалізації засобу вимірювання, для яких здійснюється метрологічна перевірка програмного забезпечення, наприклад швидкодія, розрядність, дискретність опрацьовуваної вимірювальної інформації результатів вимірювання та ін.

3. У висновках до 1 розділу сказано, що для реалізації метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання доцільно реалізувати поєднання двох методів: методу «чорної скриньки» та методу генерування «еталонних» даних, що дозволить уніфікувати метрологічну перевірку програмного забезпечення, однак в роботі не конкретизовано методика реалізації цієї уніфікації.

4. В роботі доцільно було навести приклади реалізації гнучких кібер-фізичних систем з конкретизацією їх інформаційних потоків, що дозволило би більш глибоко зрозуміти особливості метрологічної перевірки їх програмного забезпечення.

5. Чому використовується лише одна зразкова цифрова послідовність в режимі метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання?

6. Яким чином здійснюється вибір параметрів тестових сигналів та чи вони пов'язані з технічними і метрологічними характеристиками засобів вимірювання?

7. Відсутній порівняльний аналіз досліджуваних похибок і непевностей за однакових практичних умов реалізації метрологічної перевірки програмного забезпечення.

8. Чому в дисертаційній роботі здійснене дослідження похибок та непевностей тільки на прикладі функції перетворення Фур'є? Для яких інших видів функцій можлива реалізація метрологічна перевірка програмного забезпечення?

9. В роботі не конкретизована кількісна характеристика багаторівневої метрологічної перевірки програмного забезпечення компонентів кібер-фізичних систем, хоча про це зазначено в висновку 2 до дисертаційної роботи.

10. Дисертаційна робота містить ряд неточностей у її оформленні:

10.1 У формулюванні теми дисертаційної роботи доцільно було би відобразити особливості або суть розробленої метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання.

10.2 Формулювання об'єкту дослідження є неправильним, оскільки ним повинні бути процес або явище, наприклад процес метрологічної перевірки.

10.3 Формулювання предмету дослідження є некоректним, оскільки предметом дослідження є не генератор, а програмне забезпечення.

10.4 Пункт 1 наукової новизни, який стосується розвитку класифікації структур засобів вимірювання, не відображає наукової новизни.

10.5 Посилання в тексті дисертації на рисунки необхідно було здійснювати зі словом рис., а не рисунок, наприклад с.18, 19, 36.

10.6 Відсутні посилання по тексту дисертаційної роботи на публікації здобувачки, наприклад на роботи [1...4] списку використаних джерел.

10.7 Некоректно використаний термін «похибка визначення гармонік», оскільки не відображений вид конкретного досліджуваного параметру, наприклад частоти, амплітуди та ін.

10.8 Рисунок 3.15 – Алгоритм формування зразкових цифрових послідовностей, який займає 7 сторінок тексту, доцільно було би перенести у додатки.

10.9 Навіщо посилатися в дисертаційній роботі на джерело (с. 56), де описується рівняння прямої лінії, яке є відомим зі шкільної програми?

Висновки про відповідність дисертації вимогам Міністерства освіти і науки України. Дисертаційна робота Олесків Ольги Михайлівни є завершеним науковим дослідженням, в якому отриманні суттєві нові наукові і практичні результати, що дозволяють розв'язати науково-прикладне завдання вдосконалення методів та засобів метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання і кібер-фізичних систем із застосуванням методу одно- і багаторівневої метрологічної перевірки.

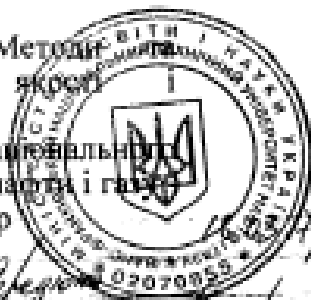
Мета роботи, поставлені та розв'язані в ній завдання досліджень, викладені основні наукові результати дають можливість зробити висновок про те, що дисертаційна робота відповідає спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

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

Вважаю, що дисертаційна робота Олесків Ольги Михайлівни «Метрологічна перевірка програмного забезпечення засобів вимірювання» за актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю отриманих в ній результатів досліджень і рівнем виконання відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», що затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р., щодо робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її авторка заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри «Методи прилади контролю якості і сертифікації продукції» Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, докт. техн. наук, професор



О.Є. Середюк

О.Є. Середюк

16. 03 17