

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційне дослідження

Турукала Андрія Валерійовича

на тему: «**Дискретні шкальні засоби індикації вбудованих систем**»,

подане на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дослідження. У зв'язку з швидким розвитком інформаційних технологій та електронної техніки зростає потреба в ефективних засобах відображення інформації, які забезпечують користувачу зручність та ефективність сприйняття інформації. Широке використання засобів мікропроцесорної техніки є основою ефективної автоматизації сучасних систем, приладів та технологічного обладнання. Мікропроцесори та мікроконтролери використовуються для автоматизації промислових процесів у різних галузях техніки та нових сферах та є невід'ємними елементами систем. Там інтегровані пристрої відображення інформації, які реалізують інтерфейс «людина-машина». Раніше, такі пристрої будувалися на засадах жорсткої логіки, що обмежувало їх можливості для зміни або розширення функціональності. Зараз, завдяки зниженню вартості мікропроцесорів, можна створювати інформаційні платформи відображення даних на їх основі з собівартістю, що відповідає системам на основі жорсткої логіки. Апаратно-програмні платформи інформаційної обробки даних на основі мікроконтролера забезпечують високий рівень гнучкості систем. Такі платформи можуть швидко адаптуватися під будь-яку задачу та умови використання, швидко перебудовуючись з одного алгоритму на інший без зміни електронної схеми. Для створення людино-машинного інтерфейсу ключовим фактором є системний підхід, який поєднує оптимізацію апаратних та програмних рішень та підвищення ефективності візуального виведення даних в умовах експлуатації спеціалізованого інформаційного обладнання. У таких системах зміна умов впливає лише на зміну програми. Прогрес оптоелектроніки останніми роками дозволяє успішно реалізувати загальні принципи створення систем відображення інформації з високим рівнем технічних та ергономічних параметрів, які можуть бути спеціалізованими або універсальними. Обґрунтовуючи актуальність обраної теми, також варто наголосити на тому, що візуалізація даних є важливим компонентом будь-якої системи з наукової та практичної точки зору, і може мати значний внесок в розвиток інформаційних технологій та їх застосування в різних сферах. Про актуальність обраної теми дисертаційного дослідження А. В. Турукала свідчить також її зв'язок з науковими програмами, планами, темами, грантами. Наукове дослідження виконано відповідно до НДР № 110/1м-пр-2021 від

«22» січня 2021 року «Стратегія цифрової трансформації економіки України як інструменту забезпечення соціально-економічного розвитку та національної безпеки».

Ступінь обґрунтованості наукових положень висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації. Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані дисертантом, у своїй переважній більшості є обґрунтованими та переконливими. При їх обґрунтуванні використано широке коло вітчизняних та зарубіжних наукових джерел з оптоелектроніки, програмної інженерії, апаратної архітектури, ергономіки, людино-машинних інтерфейсів. Загальний перелік використаних джерел складає 106 найменувань.

При цьому слід зазначити, що наукові джерела використані здобувачем переважно критично – з проведенням аналізом, коректною полемікою та аргументацією власного підходу до тих чи інших положень, висновків чи пропозицій їх авторів, що свідчить про зрілість дослідника та його високу загально наукову культуру. У роботі не виявлено ознак академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікацій.

Висновки до розділів та загальні висновки відповідають сутності розглянутих питань і відзначаються чіткістю викладених думок.

Репрезентативним є системний підхід до дослідження, що вплинуло на обґрунтованість та достовірність наукових положень, рекомендацій та висновків проведеного А. В. Турукалом дослідження. Насамперед, це – нові алгоритми генерації зображення та практичні рекомендації для побудови програмного забезпечення апаратної платформи інформаційної технології виводу даних.

Поставлені здобувачем завдання дозволили всебічно розкрити тему наукового дослідження та досягти його мету – здійснення комплексного аналізу сучасного стану засобів індикації, виявлення основних недоліків цифрового відображення даних та шляхи покращення вже існуючих засобів відображення даних.

Відповідає встановленим вимогам та не викликає заперечень *предмет* дослідження – синтез шкального відліку у засобах виводу інформації з матричним з'єднанням елементів у вбудованих системах.

Новизна представлених теоретичних та/або експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень. Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що дисертація є комплексним теоретичним та практичним дослідженням для реалізації інформаційної технології обробки даних у вбудованих системах на основі розроблених оригінальних алгоритмів синтезу адитивного шкального відліку з мінімальним числом тактів збудження електрооптичних елементів індикатора. Комплексне опрацювання та системний аналіз наукових джерел дало можливість здобувачу сформулювати власні

наукові положення, висновки та рекомендації, що відзначаються достовірністю. До найбільш вагомих наукових положень, що характеризуються новизною або її елементами, слід віднести наступне.

Насамперед, слід відзначити реалізацію інформаційної технології обробки даних у вбудованих системах на основі розроблених алгоритмів синтезу адитивного шкального відліку з мінімальним числом тактів збудження електрооптичних елементів індикатора. Це забезпечує високий рівень комплексу технічних та ергономічних характеристик засобів виводу інформації завдяки мінімізації рівня споживання ресурсів, що використовуються системою на базі мікроконтролера. Важливим для інформаційних систем є наукові та методологічні основи створення та практичні рекомендації їх застосування для побудови апаратно-програмної платформи інформаційної технології обробки даних, які дозволяють визначити шляхи мінімізації витрат машинного часу однокристального мікроконтролера на обслуговування підсистеми візуалізації даних при обмежених ресурсах вбудованих систем.

Слід відзначити значну роботу, яка проведена здобувачем щодо дослідження теоретичних та прикладних основ побудови апаратної платформи інформаційної технології виводу даних із застосуванням багатоваріантних дискретних шкальних засобів відображення повідомлень оператору вбудованих систем.

Рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності. Метою дослідження є розробка та аналіз апаратно-програмної платформи інформаційної технології обробки даних з метою створення ефективних дискретних шкальних індикаторних засобів вбудованих систем.

Для досягнення зазначеної мети здобувачем у повному обсязі виконано такі завдання:

- комплексний аналіз пристроїв виведення інформації на рівні елементної бази для визначення найбільш доречних типів відображення даних;
- застосування програмно-математичних моделей обробки інформації в пристроях відображення інформації для створення алгоритмів синтезу адитивного шкального відліку з мінімальним числом тактів збудження;
- аналіз параметрів окремих світлодіодів для отримання якомога ефективнішої апаратної платформи інформаційної технології виводу даних;
- розробка, апробація та впровадження інформаційної технології обробки даних у вбудованих системах з високою надійністю.

Ефективне виконання зазначених завдань відбулося завдяки вдало підібраній ***методології*** та вмілому її застосуванню.

У процесі дослідження використано комплекс загальнонаукових та спеціально-наукових методів пізнання. Зокрема, на основі системного підходу детально досліджено інформаційні моделі багатоелементних шкальних пристроїв відображення інформації та з урахуванням узагальнення результатів проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблених рішень визначено шляхи, встановлено критерії та методи створення програмного забезпечення для оптимізованих шкальних засобів синтезу зображення, які дозволять спростити їх технічні реалізації, зменшити кількість часу для розробки та побудови апаратної платформи інформаційної технології виводу даних з довільним інформаційним полем та мінімізованим використанням ресурсів мікропроцесорної системи у промислових засобах автоматизації та вбудованих системах різного призначення (підрозділ 1.2, 1.3, 2.2, 3.1). За допомогою логіко-семантичного підходу сформульовано понятійний апарат, що застосовувався у дослідженні (підрозділи 1.1, 1.3, 2.1, 2.2). З використанням комплексного підходу до оптимізації дискретно-аналогових шкальних засобів синтезу зображення двотактними програмними засобами стало можливим створити оригінальні алгоритми цифрової обробки даних для апаратно-програмної платформи виводу інформації довільної розмірності з мінімізованими витратами ресурсів мікроконтролера. В результаті створено фундамент для подальшого визначення шляхів комплексної оптимізації та уніфікації апаратно-програмної платформи та інформаційних моделей, що використовуються в підсистемах виводу інформації вбудованих систем (підрозділи 1.3, 2.3, 3.3).

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що вони мають як науково-теоретичний, так і практичний інтерес, а відтак можуть бути використані у:

- науково-дослідній сфері – у якості основи щодо подальших наукових розробок із досліджуваної проблематики;
- практичній діяльності – при створенні нових апаратно-програмних засобів обробки інформації;
- навчальному процесі – при викладанні дисциплін «Системи комп'ютерного еколого-економічного моніторингу», «Комп'ютерні системи URBAN-моніторингу» та підготовці здобувачами вищої освіти магістерських робіт, а також навчально-методичних матеріалів (акт впровадження Національного університету біоресурсів і природокористування України та Київського університету імені Бориса Грінченка).

Повнота викладу в опублікованих працях наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, відповідає вимогам МОН України. Основні положення та висновки дисертації відображено в 21 науковій роботі, з яких стаття у журналі третього кварталу, включеному до міжнародних

наукометричних баз Scopus та Web of Science, 2 статті у наукових фахових виданнях України, 16 публікацій у матеріалах українських та міжнародних наукових конференцій, 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на комп'ютерні програми.

Достатньою є *апробація результатів дисертації*. Основні теоретичні положення, висновки та практичні рекомендації, викладені у дослідженні, апробовані на: Конференції молодих вчених з фізики напівпровідників «Лашкарьовські читання» з міжнародною участю (м. Київ, 2019 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка, фінанси та управління сучасним містом: можливості, проблеми, перспективи» (м. Київ, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології в соціокультурній сфері, освіті та економіці» (м. Київ, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі» (м. Київ, 2019 р.); VI Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих науковців «Інформаційні технології – 2019» (м. Київ, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні 2019» (м. Київ, 2019 р.); XVII International Conference Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems and Materials (м. Івано-Франківськ, 2019 р.); X Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта 2019» (м. Київ, 2019 р.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні 2020» (м. Київ, 2020 р.); VII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих науковців «Інформаційні технології – 2020» (м. Київ, 2020 р.); XI Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта 2020» (м. Київ, 2020 р.); Всеукраїнській науково-практичній інтернет конференції «Теоретичні та прикладні аспекти розробки комп'ютерних систем 2021» (м. Київ, 2021 р.); VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих науковців «Інформаційні технології – 2021» (м. Київ, 2021 р.); IX Міжнародній науково-практичній конференції «Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні 2021» (м. Київ, 2021 р.); XII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта 2021» (м. Київ, 2021 р.).

Оформлення дисертації. Дисертація оформлена згідно з нормативними вимогами і стандартами з дотриманням системного викладення матеріалу. Робота написана державною мовою, стиль викладення матеріалу – науковий, літературний. Текст дисертації переважно позбавлений граматичних та

орфографічних помилок, а також технічних недоліків. Основні положення, висновки, пропозиції та рекомендації дисертації в цілому характеризуються послідовністю, аргументованістю і завершеністю.

Висновки та пропозиції, що викликають певні сумніви, зауваження або вказують на окремі суперечності та можуть слугувати підґрунтям дискусії під час захисту дисертації. Дисертаційне дослідження, на думку офіційного опонента, викликає ряд зауважень, окремі висновки та пропозиції автора є недостатньо аргументованими та мають бути розглянуті в дискусії під час захисту дисертації:

1. Автор періодично використовує якісні значення замість кількісних. Наприклад, велика кількість параметрів інформаційної системи, вибірка невеликого розміру, велика складність алгоритму, зберігає лише набір даних за відносно невеликий проміжок часу і організує ефективний доступ до них.

2. Не зовсім коректно обрані та використані блоки в блок-схемах алгоритмів. Деякі з блоків позичені з мови UML, що може спричинити непорозуміння при ознайомленні з роботою.

3. Скорочення типу ІМ, ПВІ, ШІ, ЛМІ та ін. доцільно не використовувати у заголовках пунктів, підпунктів та в анотації, це складно читати та сприймати.

4. Було б доцільно розширити географію впровадження результатів дисертаційного дослідження.

5. Є певні зауваження до переліку умовних позначень. Деякі з наведених термінів (ВАХ, ДАС, ПЛ) є недоцільними, адже повторюються раз чи двічі.

6. Теоретичний розділ дещо перевантажений загальновідомою інформацією.

7. Є певні зауваження редакційного характеру.

Водночас, вищевикладені положення здебільшого мають дискусійний характер. Вони є висловленням власного бачення офіційним опонентом розкриття предмету дисертації та її окремих питань, окремі з яких, очевидно, можуть і не збігатися з позицією дисертанта та його наукового керівника. Ці положення у цілому не впливають на високу позитивну оцінку дисертації А. В. Турукала, а свідчать лише про її актуальність, комплексність та багатогранність досліджуваних автором проблем.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертація Турукала Андрія Валерійовича на тему: «Дискретні шкальні засоби індикації вбудованих систем» за актуальністю, ступенем новизни представлених результатів, їх наукової обґрунтованості, повноти викладення в опублікованих наукових працях, рівнем виконання поставленого наукового завдання та володіння методологією наукової діяльності відповідає вимогам, які висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертація відповідає галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах(наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 (зі змінами), наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) і 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, а її автор – **Турукало Андрій Валерійович** безумовно заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Офіційний опонент:

професор кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки Київського університету імені Бориса Грінченка
доктор технічних наук, професор

Наталія КОРШУН

