

Голові спеціалізованої
вченої ради Д 35.052.08
Національного університету
"Львівська політехніка"
д.т.н., проф. Стаднику Б.І.

вул. С.Бандери 12, м. Львів,
Україна, 79013

ВІДГУК

Офіційного опонента на дисертаційну роботу
Мельничука Степана Івановича

**"Методи та програмно-апаратні засоби опрацювання сигналів з
поліпараметричною інформаційною ентропією"**,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми. Одним з динамічних напрямків розвитку сучасних комп'ютерних систем стали інтелектуальні, часто автономні, цифрові компоненти, що використовуються для контролю, вимірювання, ідентифікації та діагностування і ґрунтуються на перетворенні аналогових неелектричних величин у відповідні електричні: амплітуда, частота, фаза тощо, з подальшим опрацюванням та інтерпретацією. Виділення інформативної частини сигналу традиційно ґрунтується на методах статистичного, спектрального та кореляційного аналізу відповідних характеристик. Кореляційний підхід вважають найефективнішим, проте він потребує формування сигналів спеціальної форми, кореляційні властивості останніх є основою надійності та ефективності функціонування. Сучасні реалізації комп'ютерних систем в задачах контролю, ідентифікації та діагностування, ґрунтуються на опрацюванні амплітудних, частотних, фазових і т.п. характеристик сигналів, що як і при кореляційному підході, потребує значних обчислювальних ресурсів а також не завжди дозволяє отримати інформативні характеристики сигналу, особливо для випадку для ширококутових короткотривалих процесів. Використання додаткових, зокрема імовірнісних, характеристик інформаційного сигналу, дає можливість отримати такі переваги, як: низька залежність апертури імовірнісних оцінок від апертури амплітуд сигналу, імовірнісна інформативність ширококутових реалізацій, а також спрощення апаратного і програмного забезпечення цифрових систем опрацювання.

У зв'язку з цим актуальною є проблема розробки та ґрунтовного дослідження нового ентропійного підходу в області реалізації ефективних технологій формування, представлення та опрацювання цифрових сигналів, що забезпечують підвищення надійності, ефективності та спрощення апаратного і програмного забезпечення у комп'ютерних інформаційно-

вимірювальних системах. Тому тема наукового дослідження дисертаційної роботи Мельничука С.І. є актуальною.

Актуальність обраної теми також підтверджується тим, що робота виконана відповідно до держбюджетних тем, які проводились Тернопільським національним економічним університетом, Івано-Франківським Науково-дослідним і проектним інститутом ВАТ "Укрнафта", Івано-Франківським державним центром стандартизації, метрології і сертифікації а також Івано-Франківським національним технічним університетом нафти і газу.

Наукова новизна полягає в тому, що автором вперше виявлено, сформульовано та вирішено науково-технічну проблему підвищення ефективності формування, передавання та опрацювання широкосмугових випадкових сигналів в комп'ютерних інформаційно-вимірювальних системах та компонентах на основі ентропійного підходу, в ході вирішення якої автором отримано такі наукові результати:

– *вперше* запропоновано метод формування та опрацювання широкосмугових вимірювальних сигналів зі змінною інформаційною ентропією, що зумовлені стохастичними пульсаціями тиску потоку газового середовища, в якому, на відміну від відомих методів, для визначення витрати використано імовірнісні характеристики, що дозволило зменшити вплив неінформативних складових випадкових сигналів середовища на результат вимірювання;

– *вперше* запропоновано метод формування широкосмугових сигналів на основі маніпуляції реалізаціями випадкового сигналу з керованою інформаційною ентропією, що дозволило відмовитись від використання псевдовипадкових послідовностей для збільшення бази сигналу а також покращити завадостійкість нормованого відношення сигнал/завада на вході системи опрацювання;

– *вперше* запропоновано метод опрацювання широкосмугових випадкових сигналів, за яким виділення біт повідомлення здійснюється за статистичним оцінюванням значень інформаційної ентропії відповідних фрагментів таких сигналів, що на відміну від кореляційних методів не потребує зберігання еталонів форми сигналів а також за характеристиками наближається до оптимальних кореляційних методів і при опрацюванні сигналів в умовах однакової часової складності дозволяє покращити завадостійкість не менше як в півтора рази при заданій ймовірності помилок;

– *удосконалено* метод опрацювання вимірювальних сигналів, що реалізується шляхом статистичного оцінювання значень інформаційної ентропії амплітуд послідовних фрагментів шумів контрольованого середовища який, на відміну від характеристик відомих методів, є інваріантним до дрейфу нуля амплітуди сигналів перетворювача, що дозволило забезпечити експлуатаційну стабільність та зменшити відносну стандартну невизначеність вимірювальних даних;

– *удосконалено* обчислювальний проєкційний метод ідентифікації об'єктів, за яким побудову проєкцій запропоновано здійснювати шляхом

статистичного оцінювання значень інформаційної ентропії відповідних фрагментів двомірних бінарних матриць їх представлень, що дозволяє спростити програмну реалізацію та забезпечити практично таку ж адекватність ідентифікації, як і при кореляційному опрацюванні в умовах випадкових спотворень з рівномірним розподілом;

– **отримали подальший розвиток** методи опрацювання діагностичних сигналів з малоінформативними спектральними характеристиками, що ґрунтуються на використанні імовірнісних представлень послідовних фрагментів їх амплітуд, які отримуються шляхом статистичного оцінювання значень інформаційної ентропії, що вперше дозволило ввести кількісну міру ефективності – верхню межу флуктуації коефіцієнта взаємкореляції модульної функції, ентропійних векторів інформативних ознак.

Практична цінність результатів дисертаційної роботи така:

1. На основі дослідження сигналів вимірюваного середовища розроблено первинний перетворювач витрати газу, що ґрунтується на запропонованому методі опрацюванні інформаційної ентропії шумів потоку, його алгоритмічне та програмне забезпечення на основі якого реалізовано інформаційно-вимірювальний канал витрати для еталонній повір очної установки.

2. На основі запропонованого методу розроблено апаратне та алгоритмічно-програмне забезпечення цифрових засобів обміну даними каналного рівня низових комп'ютерних систем контролю та обліку енергоносіїв, що за завадостійкістю несуттєво відрізняється від оптимальних кореляційних методів опрацювання широкосмугових сигналів, які характеризуються більшою алгоритмічною та обчислювальною складністю.

3. На основі дослідження діагностичних сигналів проведено розробку алгоритмічних та програмних рішень комп'ютерної системи діагностування артикуляційного простору при постановці знімних конструкцій, що дозволило використати показник флуктуації модульної взаємкореляційної функції, як критерій прийняття рішення і забезпечити достатню збіжність результатів опрацювання діагностичних сигналів.

Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достовірними та достатньо обґрунтованими, що підтверджується відповідним аналізом літературних джерел та відомих науково-технічних рішень; застосуванням методів теорії інформації, теорії імовірностей, теорії сигналів та теорії вимірювань; апарату математичного моделювання; математичною коректністю результатів отриманих в ході наукових досліджень.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій. Основні наукові положення та практичні результати досліджень опубліковано у 86 працях, 46 – статей, з яких 42 у фахових наукових виданнях в т. ч. 8 у виданнях індексованих в наукометричних базах, а також 11 патентів України на винахід. Наукові положення дисертації

доповідались і пройшли апробацію на 29 міжнародних науково-практичних конференціях.

Положення, які виносяться на захист, отримані автором особисто, а з наукових праць опублікованих у співавторстві, використано лише той матеріал, що належать автору особисто.

Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Зміст дисертаційної роботи повністю відповідає її назві. Зміст автореферату відповідає змісту дисертації і достатньо повно відображає основні положення наукового дослідження та не містить інформації, яка не відображена в основній роботі.

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційна робота є закінченим науковим дослідженням, яке присвячене вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми розвитку теорії та впровадження програмно-апаратних засобів на основі ентропійного підходу у комп'ютерних інформаційно-вимірювальних системах орієнтованих на різні предметні області.

У **першому розділі** проведено аналіз тенденцій розвитку теорії, методів а також цифрових засобів опрацювання сигналів в комп'ютерних системах. Розглянуто джерела формування інформаційно-вимірювальних та діагностичних сигналів, а також сучасні технології формування широкосмугових сигналів в каналах обміну даними.

У **другому розділі** розроблено теоретичні засади та метод цифрового опрацювання випадкових широкосмугових сигналів зі змінною інформаційною ентропією, які формуються в первинних перетворювачах витрати газу інформаційно-вимірювальних каналів, що дозволило спростити їх конструкцію і покращити метрологічні та експлуатаційні характеристики.

У **третьому розділі** розроблено основи теорії а також методи формування і опрацювання випадкових широкосмугових сигналів, з маніпульованою інформаційною ентропією, каналного рівня для цифрових засобів обміну даними, що дозволило покращити характеристики завадостійкості за суттєво менших обчислювальних затрат порівняно з кореляційними методами опрацювання.

У **четвертому розділі** розроблено теоретичні основи побудови та метод опрацювання проєкцій варіативної інформаційної ентропії об'єктів представлених бінарними матрицями у системах ідентифікації, що дозволило розвинути обчислювальні алгоритми задіяні для такого класу задач, а також отримати практично сумірну, з кореляційними методами, адекватність прийняття рішень за рівномірного спотворення.

У **п'ятому розділі** розвинуто методи опрацювання сигналів з малоінформативними спектральними характеристиками в системах діагностування. Запропоновано формування векторів інформативних ознак за ентропійними оцінками реалізації діагностичних сигналів, що дозволило покращити збіжність результатів та зменшити впливу апертури амплітуд сигналів діагностування.

У шостому розділі проведено розробку структурного, алгоритмічного та програмно-апаратного забезпечення засобів цифрового опрацювання сигналів з поліпараметричною інформаційною ентропією комп'ютерних інформаційно-вимірювальних систем.

Зауваження.

1. Дисертантом запропоновано використовувати оцінки інформаційної ентропії шумів вимірювальних сигналів, як опосередкований параметр швидкості потоку, проте практично усі дослідження проведено для фіксованих конструктивних параметрів замірної ділянки, зокрема умовного діаметру, в результаті маємо деяку обмеженість проведених досліджень.

2. Реалізація запропонованого комунікаційного методу при передаванні даних невеликими блоками в байтовому режимі, наявність преамбули, кодів ознак (флагів) та біт-стафінгу зумовлює трьохкратну надлишковість потоків даних в комунікаційних каналах комп'ютерних систем.

3. В роботі не проведено порівняльний аналіз запропоновано методу ідентифікації з методами, які реалізуються на основі пресептронних структур, нечіткої логіки тощо, що могло б більш однозначно позиціонувати запропонований підхід в загальній ієрархії методів ідентифікації.

4. В четвертому розділі роботи не розглянуто вплив фрагментарних спотворень на ефективність запропонованого методу ідентифікації.

5. В частині розроблення нового методу, методики та засобів діагностування, при формуванні векторів інформативних ознак за послідовними фрагментами тестових реалізацій сигналу, доцільно було б також розглянути використання ковзних значень ентропійних оцінок, які розраховують при зміщенні меншому від розміру вибірки.

Однак, наведені зауваження не стосуються наукової новизни роботи, сформульованих висновки та положень, які виносяться автором на захист і не впливають на загальну позитивну оцінку представленої роботи.

Висновок. Дисертаційна робота Мельничука Степана Івановича "Методи та програмно-апаратні засоби опрацювання сигналів з поліпараметричною інформаційною ентропією" є завершеною науковою працею, яка виконана особисто здобувачем і не містить матеріалів з кандидатської дисертації. В дисертаційній роботі отримано нові, науково обгрунтовані результати, які вирішують актуальну науково-технічну проблему, що має важливе значення при створенні нових ефективних технологій цифрового опрацювання сигналів у комп'ютерних системах та компонентах, які дозволяють використати імовірнісні характеристики сигналу, в даному випадку інформаційну ентропію, як додаткового джерела інформативних ознак процесів, які їх формують.

За темою та змістом подана робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти. Матеріал викладено логічно, чітко та зрозуміло а висновки загалом відображають суть проведених наукових досліджень. Публікації автора у фахових, цитованих та закордонних наукових виданнях з достатньою повнотою висвітлюють наукові положення і результати дисертаційної роботи.

В цілому, оформлення дисертаційної роботи та автореферату, з урахуванням поданих вище зауважень, відповідають вимогам та загальноприйнятим нормам щодо представлення результатів наукових досліджень.

Отже, дисертаційна робота за актуальністю, новизною, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю задовольняє вимогам, що ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук згідно прядку присудження наукових ступенів, а її автор Мельничук Степан Іванович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

завідувач кафедри Інтелектуальних
інформаційних технологій Брестського
державного технічного університету,
д.т.н., професор


Головка В.А.

Підпис д.т.н, проф. Гловка В.А. засвідчую
Проректор з наукової роботи Брестського
державного технічного університету




Рубанов В.А.