

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

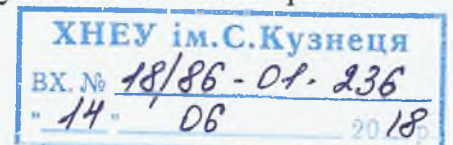
на дисертаційну роботу **Твердохліб Юлії Володимирівни**
«Методи та інформаційна технологія комплексного оцінювання параметрів
вейвлет-перетворення нестационарних сигналів»,
поданої на здобуття наукового ступеня **кандидата технічних наук**
за спеціальністю **05.13.06 – інформаційні технології**
у спеціалізовану вчену раду К 64.055.03
Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця
Міністерства освіти і науки України

На підставі вивчення дисертації Твердохліб Ю.В. та її автореферату, опублікованих за темою дисертаційного дослідження наукових праць та матеріалів щодо практичного впровадження результатів дисертації можна констатувати наступне.

1. Актуальність обраної теми.

Підвищення якості оброблення даних об'єкту дослідження є важливою задачею як технічного так і медичного діагностування. Певна більшість експериментальних даних має нестационарний характер. Як правило, такі сигнали складаються з близьких за часом, короткоживучих високочастотних компонент і довготривалих, близьких по частоті низькочастотних компонент. Частотний аналіз таких сигналів нестационарної природи зі змінними у часі характеристиками має певні труднощі, оскільки для них спектр (спектральна щільність) визначає деякі «усереднені» частотні властивості. Для аналізу таких сигналів потрібні методи, що здатні забезпечити хорошу здатність і по частоті, і за часом. Перше потрібно для локалізації низькочастотних складових, друге – для дозволу компонент високої частоти. Вейвлет-перетворення на сьогоднішній день є однією з найбільш перспективних технологій аналізу даних, його інструменти знаходять застосування в самих різних сферах інтелектуальної діяльності. На відміну від перетворення Фур'є, вейвлет-аналіз дозволяє виділяти одночасно як частотну, так і часову компоненти мінливості, тобто дає можливість аналізувати часові зміни частотного спектра процесу. Проте обґрунтоване визначення параметрів вейвлет-перетворення є дуже важливим кроком при використанні самого математичного апарату.

Таким чином, дисертаційне дослідження автора, присвячене створенню ефективних методів та інформаційної технології комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів, має теоретичне і практичне значення для сучасного стану проблеми аналізу нестационарних сигналів з метою підвищення ефективності діагностування об'єктів різної природи в технічній та медичній галузях.



2. Зв'язок роботи з державними та галузевими науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота Твердохліб Ю.В. виконувалася згідно із планами Запорізького національного технічного університету в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт «Моделі, методи та інформаційні технології прийняття рішень і технічного діагностування» (номер державної реєстрації ДР № 0109U007672), «Моделі, методи та інформаційні технології управління складними об'єктами на основі спектрального аналізу та ризик-орієнтованого прийняття рішень» (номер державної реєстрації ДР № 0113U001098), «Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень та цифрової обробки даних на основі вейвлет-аналізу» (номер державної реєстрації ДР № 0112U005349), де автор приймав участь як виконавець, розробив і експериментально досліджував методи вейвлет-аналізу нестационарних сигналів різної природи.

3. Ступінь обґрунтованості та достовірності нових наукових положень, отриманих в дисертаційній роботі.

Ознайомлення із дисертаційною роботою Твердохліб Ю.В. дозволяє зробити висновок, що сформульовані наукові положення, висновки і рекомендації достатньо обґрунтовані та достовірні. У ході роботи автор застосував ряд методів, що відповідають поставленій попередньо проблемі: методи вейвлет-аналізу – для ідентифікації спектральних характеристик сигналу, методи теорії інформації – для визначення інформаційних складових декомпозиційного сигналу, методи математичної статистики – для аналізу розподілу вейвлет-коефіцієнтів. Їх використання засвідчує особистий внесок дисертанта у розвиток практичних та теоретичних підходів щодо комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів.

Обґрунтування обраної теми дисертації можна характеризувати як змістовне та переконливе, а коло питань, які вирішуються, таким, що сприяє повноцінному розкриттю теми та досягненню мети дослідження. Здобувачем чітко сформульовано мету роботи, яка відповідає темі дисертаційного дослідження та трансформується в систему поставлених і вирішених в роботі завдань. Сформульовані завдання структурно та логічно узгоджені між собою, а їх кількість достатня для всебічного розкриття теми дисертації у відповідності із визначеною метою. Отримані наукові положення автором сформульовано із дотриманням наукової логіки, кожному з них відповідають одержані наукові результати, що мають наукову новизну. Думки дисертанта викладено послідовно, завдяки чому простежується аргументована логіка дослідження.

Ознайомлення із роботою свідчить, що виконана дисертаційна робота характеризується новизною розробок та оригінальними авторськими підходами

до вирішення поставленого наукового завдання щодо підвищення ефективності аналізу та діагностування об'єктів різної природи за допомоги розробки методів та інформаційної технології комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів.

Висновки являють собою логічно обгрунтований підсумок виконаної роботи, повністю відображають основні положення проведеного дослідження та можливі напрями їх практичного застосування. Достовірність результатів підтверджується експериментальними дослідженнями в медичній (кардіології) та машинобудівній (фрезуванні) галузях. В дисертаційній роботі наведено та обгрунтовано наукові положення, що виносяться на захист.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації, підтверджується достатньою кількістю публікацій та оприлюдненням на регіональних, всеукраїнських та міжнародних конференціях.

Наукові положення, висновки та рекомендації, що наведені у дисертаційному дослідженні, є достатньо обгрунтованими, а зміст роботи свідчить про глибоку обізнаність дисертанта з фаховими працями як вітчизняних так і зарубіжних науковців відносно проблеми аналізу нестационарних сигналів.

4. Повнота викладення наукових результатів дисертацій в опублікованих працях.

Основні положення і висновки, що представлені у дисертації Твердохліб Ю.В., опубліковано в 40 наукових працях, з яких 9 статей, 8 з яких у наукових спеціалізованих виданнях, що входять до переліку фахових видань України, в яких публікуються результати досліджень з технічних наук та науково метричних баз даних, 28 тез доповідей на міжнародних, всеукраїнських, та регіональних науково-практичних конференціях, 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір та патент на винахід (корисну модель).

5. Наукова новизна положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Наукова новизна дисертації відображена у розробці нових та вдосконаленні існуючих методів комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів, які забезпечують ефективне застосування математичного апарату вейвлет-аналізу стосовно до об'єктів різної природи.

Автором вперше запропоновано метод оптимальної декомпозиції сигналу складної форми, який використовує критерій мінімізації сумарної ентропії вейвлет-коефіцієнтів обох його компонент при визначенні

оптимального рівня декомпозиції, відновлення сигналу за апроксимуючими вейвлет-коефіцієнтами оптимального рівня декомпозиції при визначенні його компонент, що дозволяє розкласти сигнал складної форми на незалежні складові.

В роботі удосконалено метод побудови вейвлет-частотної характеристики, який відрізняється тим, що не застосовує залежності значень середньоквадратичних відхилень вихідного та реконструйованого сигналів у заданому (досліджуваному) частотному діапазоні, що дозволяє використовувати будь-який вейвлет-базис, не вимагаючи наявності скейлінг-функції вейвлету.

Також удосконалено метод визначення ефективного вейвлет-базису при застосуванні апарату вейвлет-перетворення, який відрізняється тим, що використовує в якості критерію вибору мінімізацію параметрів вейвлет-частотної характеристики і дозволяє вибрати оптимальний вейвлет-базис при аналізі сигналу.

Крім того, подальший розвиток отримали методи дослідження електрокардіосигналу, які використовують процедуру вейвлет-трешолдінгу, порогове значення з апроксимацією сигналу в ділянках QRS-комплексів, нейромережевий класифікатор з виділенням морфології ЕКГ, що дозволили покращити ефективність його аналізу і подальшого діагностування здорових та з патологічними хворобами серця пацієнтів.

Також набув подальшого розвитку метод аналізу профілограм металевих поверхонь, оброблених шляхом фрезерування, який відрізняється тим, що використовує процедуру вейвлет-декомпозиції сигналу складної форми на незалежні складові, що дозволяє виділити профілі хвилястості та шорсткості поверхні.

Таким чином, отримані наукові результати мають практичну цінність та високий рівень обґрунтованості, про що свідчить аналіз та узагальнення праць провідних фахівців з даної проблеми, достатньою апробацією та впровадженням.

6. Теоретична цінність та практичне значення отриманих результатів.

В дисертаційній роботі усі теоретичні розробки дисертації доведені автором до конкретних методів і покладені в основу функціонування інформаційної технології комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів різної природи, а саме: розроблено рекомендації для вирішення завдання виділення профілів хвилястості і шорсткості профілограм металевих поверхонь та задачі виділення комплексів електрокардіографічного сигналу. Розроблені методи дозволили обґрунтовано

визначити оптимальний материнський вейвлет (вейвлет-базис) для нестационарних сигналів при виконанні вейвлет-перетворення, провести оптимальну вейвлет-фільтрацію сигналів, розподілити сигнал складної форми на незалежні складові.

Наукові результати роботи підтверджується впровадженням в Запорізькому національному технічному університеті в курсі «Теорія прийняття рішень», в курсі «Чисельні методи» в Запорізькому національному університеті, на кафедрі медичної і фармацевтичної інформатики та новітніх технологій Запорізького державного медичного університету, а також впроваджені на підприємствах ПАТ «МОТОР СІЧ» та ДП «Івченко-Прогрес» у вигляді методів, алгоритмів і інформаційної технології комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів.

7. Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Структура та обсяг роботи відповідають встановленим вимогам на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук. Представлена дисертаційна робота виконана у науковому стилі, а її зміст є чітким та логічним. У свою чергу автореферат підтверджує ідентичність ключових положень, висновків і пропозицій дисертації.

8. Дискусійні положення та зауваження.

Грунтовний аналіз дисертації дає змогу стверджувати про високий рівень розробки наукових і практичних положень та належну обґрунтованість наукових висновків і пропозицій. Проте варто зазначити, що деякі положення є дискусійними та потребують внесення зауважень, що перш за все носять характер рекомендацій для здобувача.

1. В першому розділі роботи хотілось би побачити більш розширений перелік практичних застосувань методів та інформаційних технологій вейвлет-перетворень щодо аналізу нестационарних сигналів.

2. При розгляді роботи виникають питання: чому саме кардіологічні дані та профілограми металевих поверхонь були використані в якості експериментальних для розроблених вейвлет-методів, по-перше, та по-друге, чи можна їх (методи) застосувати до інших типів даних.

3. В роботі застосовано поняття «вейвлет-частотна характеристика». Вважаю, що для усунення невизначеності в термінології слід глибше розкрити відмінність понять від класичної амплітудно-частотної характеристики фільтру та самого вейвлету.

4. Не досить детально представлено блок збору даних в розробленій моделі інформаційної технології в четвертому розділі роботи.

5. Не зазначено, чи є обмеження до аналізу профілограм металевих поверхонь, оброблених при інших режимах різання.

Представлені зауваження та недоліки **не знижують** загальної позитивної оцінки роботи, що виконана на належному науковому рівні та відповідає встановленим вимогам до дисертаційних досліджень. Отримані в дисертації Твердохліб Ю.В. результати мають теоретичне і практичне значення.

9. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Твердохліб Ю.В. «Методи та інформаційна технологія комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестаціонарних сигналів» є завершеним науковим дослідженням, результати якого вирішують проблему оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестаціонарних сигналів з метою підвищення ефективності аналізу та діагностування об'єктів різної природи у технічній (фрезування) та медичній (кардіологія) галузях.

Зміст та рівень виконання роботи відповідає встановленим вимогам на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук. У свою чергу, обрана дисертантом тема дослідження розкрита належним чином, а встановлена мета та задачі дисертаційної роботи досягнуті та виконані. Тема дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Автореферат дисертації підтверджує ідентичність ключових положень, висновків і пропозицій дисертації.

Дисертаційна робота за своїм змістом **відповідає** вимогам пп. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 (зі змінами, внесеними згідно з постановою КМУ № 567 від 27.07.2016), а її автор, Твердохліб Юлія Володимирівна, **заслуговує** на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри математичного
забезпечення комп'ютерних систем
Одеського національного університету
імені І.І. Мечникова, м. Одеса

Є.В. Малахов

Підпис Малахова Є.В. засвідчую
Вчений секретар ОНУ імені І.І. Мечникова,
канд. хім. наук, доцент



С.В. Курандо