

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора **Гребенніка Ігоря Валерійовича**
на дисертаційну роботу **Савки Надії Ярославівни**
*«Методи ідентифікації інтервальних моделей характеристик середовища
моніторингу зворотного гортанного нерва»*
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

1. Актуальність теми дисертаційного дослідження

Основним завданням програмно-технічних комплексів, що використовуються в хірургії щитоподібної залози, є моніторинг області хірургічного втручання в процесі операції для виявлення місця розміщення зворотного гортанного нерва з метою уникнення його пошкодження. Принцип функціонування таких комплексів базується на подразненні тканин хірургічної рани електричним струмом й фіксації результатів цього подразнення на голосових зв'язках. Програмно опрацьовуються результати подразнення з метою виявлення інформативних ознак типу тканин хірургічної рани. В той же час важливою характеристикою середовища хірургічного втручання є відстань від точки подразнення до зворотного гортанного нерва, визначення якої впливає на тривалість операції на щитоподібній залозі.

Існуючі математичні моделі моніторингу зворотного гортанного нерва базуються на амплітуді, автокореляційних характеристиках інформаційних сигналів і у результаті визначають тип тканин середовища хірургічного втручання й не враховують відстані до зворотного гортанного нерва. При цьому ризик пошкодження зворотного гортанного нерва під час проведення операції на щитоподібній залозі залишається великим.

Саме тому у дисертаційній роботі Савки Н.Я. вирішується актуальна науково-технічна задача, яка полягає у розробленні методів структурної та параметричної ідентифікації математичних моделей характеристик середовища моніторингу зворотного гортанного нерва, які уможливають одержання інтервальної оцінки відстані від точки подразнення до зворотного гортанного нерва і забезпечують зниження ризику пошкодження зворотного гортанного нерва та зменшення часу проведення операції на щитоподібній залозі.

2. Аналіз структури, обсягу та змісту дисертації

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи – 146 сторінок, з них 120 – основного тексту, 48 рисунків та 10 таблиць; список використаних джерел містить 152 позиції.

У **вступі** автор визначає об'єкт досліджень, обґрунтовує актуальність роботи та наводить основні положення, які виносяться на захист.

У **першому розділі роботи** здійснено аналіз середовища хірургічного втручання та його характеристик, охарактеризовано особливості анатомічної будови щитоподібної залози.

Проаналізовано існуючі технічні засоби та математичні моделі для виявлення зворотного гортанного нерва на хірургічній рані. Обґрунтовано, що важливою характеристикою середовища хірургічного втручання є відстань від точки подразнення до зворотного гортанного нерва.

Проведено аналіз існуючих методів ідентифікації інтервальних моделей, виокремлено основні їх недоліки. Охарактеризовано особливості математичних моделей на основі радіально-базисних функцій та обґрунтовано їх застосування для побудови математичних моделей характеристик середовища моніторингу зворотного гортанного нерва.

Сформульовано мету та основні задачі дисертаційного дослідження.

У **другому розділі** описано процедуру формування вхідних експериментальних даних для задачі моніторингу зворотного гортанного нерва, обґрунтовано доцільність представлення вихідних експериментальних даних у інтервальному вигляді.

Розроблено математичну модель первинних характеристик тканин хірургічної рани, яка дозволяє одержати результуючий інтервал відстані від точки подразнення хірургічної рани до зворотного гортанного нерва для групи пацієнтів.

Описано розроблений алгоритм побудови інтервальної моделі первинних характеристик тканин хірургічної рани, на прикладах показано особливості його реалізації.

У **третьому розділі** дисертації описано розроблений метод структурної та параметричної ідентифікації інтервальних моделей з радіально-базисними функціями, в якому поєднано процедури налаштування параметрів рецепторних полів радіально-базисних функцій та аналізу інтервальних даних.

Описано розроблений алгоритм ідентифікації математичних моделей на основі радіально-базисних функцій в умовах інтервальної невизначеності. Відзначено, що алгоритм базується на процедурах кластеризації та лінійного програмування, що підтверджує його низьку обчислювальну складність.

Розроблено програмний комплекс для ідентифікації математичних моделей зі структурними елементами у вигляді радіально-базисних функцій. Описано особливості функціонування зазначеного програмного комплексу на прикладі задачі прогнозування індикаторів економічної безпеки регіону.

У **четвертому розділі** наведено результати інтеграції розробленої інтервальної моделі характеристик середовища моніторингу зворотного гортанного нерва у складі удосконаленої інформаційної технології для виявлення місця розміщення зворотного гортанного нерва на області хірургічного втручання.

Удосконалено інформаційну технологію для виявлення зворотного гортанного нерва, яка, на відміну від існуючих, ґрунтується на інтервальних моделях з радіально-базисними функціями, що забезпечує зниження ризику пошкодження зворотного гортанного нерва та зменшення часу проведення операції на щитоподібній залозі.

Проведено апробацію розробленої інтервальної моделі характеристик хірургічної рани та удосконаленої на її основі інформаційної технології для моніторингу зворотного гортанного нерва у Тернопільській міській комунальній лікарні швидкої допомоги.

У **висновках** окремих розділів та дисертації в цілому наведені основні теоретичні та практичні результати дослідження.

Додатки дисертаційної роботи містять акти впровадження та використання результатів дослідження, лістинг програмного коду для опрацювання інформаційних сигналів – реакції на подразнення тканин хірургічної рани та побудови інтервальних моделей із радіально-базисними функціями.

3. Основні наукові результати та наукова новизна дисертації

З аналізу змісту дисертації можна зробити висновок, що сформульовані автором на основі проведеного дослідження наукові положення достатньо обґрунтовані. Достовірність висновків та рекомендацій дослідження забезпечується коректним застосуванням математичного апарату, адекватністю побудованих моделей, вдалою програмною реалізацією, детальним аналізом та практичним впровадженням результатів дисертаційної

роботи.

Серед наукових результатів слід визначити такі:

1. Розроблено метод ідентифікації інтервальних моделей з радіально-базисними функціями, у якому одночасне налаштування структури моделі та одержання гарантованих оцінок її параметрів забезпечується за рахунок поєднання процедур формування центрів рецензорних полів радіально-базисних функцій та аналізу інтервальних даних.
2. Розроблено інтервальну модель характеристик середовища моніторингу зворотного гортанного нерва із структурними елементами у вигляді радіально-базисних функцій, яка, на відміну від існуючих, забезпечує оцінку відстані від точки подразнення до зворотного гортанного нерва та уможливорює одночасне зниження ризику пошкодження зворотного гортанного нерва та скорочення часу проведення операції на щитоподібній залозі за рахунок зменшення часу на моніторинг зворотного гортанного нерва.
3. Розроблено інтервальну модель характеристик середовища моніторингу зворотного гортанного нерва за умов неоднорідності вибірки даних у вигляді множини первинних ознак тканин хірургічної рани та відповідних інтервальних оцінок відстаней від точки подразнення до зворотного гортанного нерва, що, на відміну від існуючих, базується на субтрактивному алгоритмі кластеризації та аналізі інтервальних даних й забезпечує побудову єдиної математичної моделі характеристик середовища моніторингу зворотного гортанного нерва для групи пацієнтів.
4. Удосконалено інформаційну технологію моніторингу зворотного гортанного нерва, яка, на відміну від існуючих, ґрунтується на математичних моделях з радіально-базисними функціями як моделях характеристик середовища хірургічного втручання та забезпечує зниження ризику пошкодження зворотного гортанного нерва та зменшення часу проведення операції на щитоподібній залозі.

4. Практична цінність і значення дисертаційної роботи

Отримані у роботі нові наукові результати використано дисертантом для вирішення актуальної прикладної задачі, а саме: інтервальної оцінки відстані від точки подразнення на хірургічній рані до зворотного гортанного нерва. Програмне забезпечення, в основі якого методи та алгоритми ідентифікації

інтервальних моделей з радіально-базисними функціями інтегровано в інформаційну технологію для моніторингу зворотного гортанного нерва в процесі хірургічної операції на щитоподібній залозі.

Теоретичні та прикладні результати дисертаційної роботи використано:

- в Тернопільській міській комунальній лікарні швидкої допомоги для моніторингу зворотного гортанного нерва при проведенні хірургічних операцій на щитоподібній залозі;

- при виконанні держбюджетних тем: «Інформаційна технологія для ідентифікації і візуалізації зворотного гортанного нерва в процесі хірургічної операції на щитовидній залозі», «Теорія побудови та методи реалізації в реальному часі міждисциплінарних математичних моделей зміни стану складних об'єктів»;

- в навчальному процесі Тернопільського національного економічного університету на кафедрі комп'ютерних наук під час викладання дисциплін «Інтервальні обчислення», «Інтелектуальний аналіз даних» для студентів спеціальностей «Інженерія програмного забезпечення» та «Програмне забезпечення систем».

Отримані автором нові наукові результати знайшли практичне застосування, що підтверджується доданими до дисертації актами про впровадження.

5. Повнота викладення здобувачем основних результатів дисертаційної роботи в публікаціях

Основні результати дисертації в повній мірі опубліковано у фахових виданнях з технічних наук. Автором опубліковано 21 наукову працю, зокрема 7 статей у фахових наукових виданнях, одну з яких опубліковано у іноземному періодичному виданні (Польща), одна опублікована праця входить до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus, 14 публікацій у матеріалах конференцій, 2 з яких входять до міжнародної наукометричної бази Scopus.

Автореферат достатньо повно відображає основний зміст дисертації. Оформлення дисертаційної роботи та автореферату відповідає діючим вимогам.

6. Зауваження до дисертаційної роботи

1. В оглядовій частині дисертаційної роботи відсутній огляд основних

положень інтервального аналізу (інтервальні арифметики, інтервальні відображення тощо), аналіз можливостей їх застосування в обраній предметній області та обґрунтування їх вибору. Натомість наведено аналіз методів ідентифікації математичних моделей за умов інтервального представлення їх вихідних характеристик.

2. У другому розділі роботи при описанні організації експерименту для формування даних задачі моніторингу зворотного гортанного нерву для більш повного сприйняття підходу доцільно було б навести спосіб побудови інтервальної оцінки відстані від точки подразнення до зворотного гортанного нерву. Замість цього наведене посилання на статтю, в якій описано зазначений спосіб.

3. В третьому розділі при описанні процедури перевірки сумісності інтервальної системи лінійних алгебраїчних рівнянь не зрозуміло, в який спосіб формуються задачі лінійного програмування, наявність розв'язку яких свідчить про сумісність зазначеної системи.

4. Наведений в третьому розділі приклад для демонстрації ефективності розроблених методу, алгоритму та програмного комплексу для ідентифікації інтервальних моделей на основі РБФ виходить далеко за межі предметної області. Краще було б продемонструвати ефективність цих результатів прикладом, що належить безпосередньо до предметної області задачі, яка розглядається в роботі.

7. Загальний висновок по роботі

В цілому дисертація Н. Я. Савки виконана на належному науковому рівні, у роботі вирішено актуальне науково-технічне завдання розроблення методів структурної та параметричної ідентифікації математичних моделей характеристик середовища хірургічного втручання із структурними елементами у вигляді радіально-базисних функцій. У роботі отримано важливі для практики науково-обґрунтовані результати. Перелічені зауваження не знижують загальної оцінки роботи в цілому. За своїм змістом, науковим рівнем, обґрунтованістю висновків та рекомендації, практичним значенням дисертація відповідає «Порядку присудження наукових ступенів».

Робота задовольняє всім вимогам МОН України, які ставляться до кандидатських дисертацій, а її автор Надія Ярославівна Савка за проведені дослідження заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри системотехніки
Харківського національного університету
радіоелектроніки

І. В. Гребеннік

Підпис проф. Гребенніка І. В. засвідчую.

Учений секретар ХНУРЕ



І. В. Магдаліна