

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н., професора Кошового М.Д. на дисертаційну роботу
Овчарової Тетяни Олександровни

«Удосконалення моделей та методів обробки вимірювальної інформації за допомогою штучних нейронних мереж»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення

Актуальність теми дисертаційної роботи. Сучасний рівень розвитку вимірювальної техніки передбачає активне використання засобів обчислювальної техніки та інформаційних технологій, що в свою чергу потребує розробки нових, більш досконалих моделей засобів вимірювань та методів обробки вимірювальної інформації.

Однією з найважливіших задач метрологічної практики є досягнення потрібної точності результату. Досить часто доводиться мати справу з нелінійними характеристиками вимірювальних пристройів. Тому вдосконалення методів та моделей обробки даних нелінійних вимірювальних перетворювачів при підвищенні точності вимірювань є актуальною проблемою метрологічного забезпечення України.

У виконаній автором роботі реалізовано комплексний підхід до вирішення завдань лінеаризації нелінійних вимірювальних перетворювачів за допомогою штучних нейронних мереж. Тому слід вважати, що дисертаційна робота Овчарової Т.О., яка присвячена удосконаленню моделей та методів обробки вимірювальної інформації за допомогою штучних нейронних мереж, вирішує актуальну, важливу і навіть пріоритетну науково-прикладну задачу.

Окрім того, актуальність теми дисертації підтверджується участю автора у виконанні пріоритетних науково-дослідних та дослідно-конструкторських держбюджетних роботах.



Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, забезпечується глибоким критичним аналізом літературних джерел, чітким формулюванням мети роботи, коректністю постановки і вирішення завдань дисертації, використанням ефективних сучасних методів дослідження, послідовним викладенням теоретичних та експериментальних результатів, отриманих моделюванням на основі положень теорії штучних нейронних мереж, зокрема методів математичного та імітаційного моделювання на ЕОМ, градієнтних методів оптимізації та методів теорії невизначеності. Наукові положення, що виносяться на захист, обґрунтовані та доведені на необхідному науковому рівні, є новими та забезпечують істотний внесок у розвиток наукових зasad метрологічного забезпечення засобів вимірювання, які мають нелінійні характеристики, підтверджуються широкою апробацією основних результатів і висновків на міжнародних науково-технічних конференціях, а також впровадженням результатів роботи у ТОВ «Промгідропривід» (м.Харків) та у ТОВ «НВО Агротехніка» (м.Харків).

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в розробці та удосконаленні нейромережевих моделей та методів обробки вимірюальної інформації, що дозволяють суттєво підвищити точність вимірювань при використанні ЗВТ з нелінійними характеристиками. Зокрема, автором:

- вперше запропоновано модельне рівняння нейромережевого перетворювача на базі тришарового персептрона, на основі якого були отримані оцінки сумарної стандартної і розширеної невизначеності вимірювання вихідного сигналу нейромережевої моделі нелінійних засобів вимірювань;
- удосконалено метод компенсації нелінійності статичних і динамічних вимірювальних перетворювачів з використанням обернених нейромережевих моделей на базі тришарового персептрона, що значно покращить метрологічні характеристики засобів вимірюальної техніки;

- дістали подальший розвиток нейромережеві моделі нелінійних статичних і динамічних засобів вимірюванальної техніки на базі тришарового персептрона, перевагою яких є інваріантність до виду нелінійності функції перетворення об'єкта моделювання і можливість синтезувати такі моделі через навчання.

Практична цінність отриманих у дисертації результатів полягає у використанні розроблених автором методів та моделей обробки вимірюванальної інформації за допомогою штучних нейронних мереж, які за рахунок компенсації нелінійності вимірювальних перетворювачів дозволяють підвищити точність вимірювань в порівнянні з використанням традиційних підходів. Зокрема розроблено програмний комплекс для практичної реалізації запропонованих нейромережевих моделей і алгоритмів обробки вимірюванальної інформації.

Практична реалізація вирішених в роботі задач дасть змогу отримати економічний ефект за рахунок збільшення кількості та швидкодії вимірювань, а також за рахунок автоматизації процесу.

Результати роботи були впроваджені в метрологічну практику України, в такі підприємства, як ТОВ «Промгідропривід» та ТОВ «НВО Агротехніка».

Повнота викладення основних наукових положень, висновків та рекомендацій

Основні результати дисертаційного дослідження досить повно відображені в публікаціях автора. За темою дисертації опубліковано 16 наукових праць (5 одноосібних), у тому числі 8 опубліковані в спеціалізованих виданнях ВАК України, 5 тез доповідей і 3 статті, опубліковані за кордоном, з яких 5 робіт опубліковані в спеціалізованих періодичних виданнях, індексованих у міжнародних наукометрических базах «Google Scholar» і «Index Copernicus». В усіх публікаціях є повний опис наукових результатів.

Робота пройшла широку апробацію: її основні наукові положення, висновки і рекомендації доповідались на міжнародних, всеукраїнських та звітних науково-технічних конференціях.

Публікації в повному обсязі відображають основні результати дисертаційної роботи.

Оцінка структури та змісту дисертаційної роботи

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури та додатків, викладених на 140 сторінках друкованого тексту і містить 64 рисунки, 14 таблиць, 4 додатки та список використаних літературних джерел з 110 найменувань.

Зміст дисертаційної роботи відповідає:

- паспорту спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення, як формулі, так і напрямам досліджень;
- профілю спеціалізованої вченої ради Д 64.827.01.

Автореферат дисертації адекватно відображає основний зміст, положення, висновки, рекомендації дисертаційної роботи.

Позитивними моментами дисертаційної роботи є чітке, послідовне і логічне викладення матеріалів дослідження, теоретичне обґрунтування отриманих результатів, значний обсяг обчислювальних експериментів та всебічне дослідження властивостей запропонованих нейромережевих пристрій обробки вимірювальної інформації. Заслуговують уваги розроблені компенсатори нелінійності статичних та динамічних ЗВТ на базі тришарового персептрона, перевагою яких перед традиційними методами лінеаризації є інваріантність до виду нелінійності. Отримані у роботі теоретичні результати підкріплені практичним застосуванням, про що свідчать акти впровадження їх у виробництво.

Основні зауваження по роботі

Разом з тим, незважаючи на в цілому високий рівень виконаних досліджень, дисертаційній роботі притаманні ряд недоліків, зокрема:

1. Для побудови моделей нелінійних засобів вимірювань та обробки вимірювань автор обмежується тільки одним типом штучних нейронних мереж, а саме тришаровим персепtronом. Разом з тим існує досить широкий спектр структур нейронних мереж, які застосовуються для моделювання різноманітних нелінійних перетворень, але не були досліджені у роботі. Зокрема, в задачах ідентифікації успішно використовуються радіально-базисні нейромережі, які теж доцільно було б розглянути у рамках даного наукового дослідження.

2. З тексту роботи не зовсім зрозуміло, яким чином визначається кількість нейронів у прихованому шарі персептрона. Очевидно, що збільшення числа нейронів прихованого шару призводить до підвищення точності моделювання нелінійного перетворення, але одночасно суттєво збільшує обсяг необхідних обчислень. Тут потрібно досягти деякого компромісу між точністю моделі і її обчислювальною складністю. Обґрунтуванню цього питання приділено недостатньо уваги.

3. У розділі 2.2, присвяченому дослідженням нейромережевих моделей статичних нелінійних вимірювальних перетворювачів, моделювання вимірювальних пристрій здійснювалось з використанням 9 різних нелінійних функцій. Цей же перелік функцій фігурує і в розділі 3.2, де досліджуються характеристики нейромережевих компенсаторів нелінійності. В роботі не сказано, чому саме ці нелінійні функції було обрано для дослідження і чи досить повно вони покривають основні типи нелінійностей, що зустрічаються у вимірювальних задачах.

4. Порівняння запропонованих методів обробки вимірювальної інформації з вже існуючими обмежується поліноміальними моделями, доцільно було б провести порівняльний аналіз і з іншими відомими видами моделей нелінійних засобів вимірювань.

5. Для навчання нейромережової моделі на її вхід потрібно подавати відомий калібрувальний (еталонний) сигнал. На практиці вироблення такого сигналу або отримання достовірної інформації про нього може викликати додаткові ускладнення.

6. Хотілося б мати більше числових результатів дослідження, які б дозволили оцінити вигрош від застосування запропонованих у роботі нейромережевих моделей та методів обробки вимірювальної інформації, показати у скільки разів зменшилась похибка вимірювання чи покращились інші метрологічні характеристики засобів вимірювань.

7. У якості практичного застосування результатів наукового дослідження у роботі розглянуто задачу компенсації нелінійності функції перетворення напівпровідникового терморезистора. Разом з тим існує досить багато вимірювальних задач, при розв'язанні яких могли б використовуватись запропоновані у дисертації моделі та методи. Одним з недоліків роботи можна вважати недостатнє висвітлення питання практичного застосування отриманих наукових результатів.

8. Дещо завищений обсяг автореферату.

Однак незважаючи на те, що зроблені зауваження дещо знижують, як відмічалось раніше, високу оцінку роботи, можна констатувати, що вони носять частковий характер і не стосуються основних положень дисертації, які виносяться на захист.

Висновок. В цілому, на основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що дисертаційна робота Т.О. Овчарової є завершеною працею, яка містить нові науково обґрунтовані розробки, що в сукупності забезпечують розв'язання значної прикладної проблеми у галузі метрології – компенсації нелінійностей за допомогою штучних нейронних мереж, відповідає науковому рівню робіт, що подаються на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. За актуальністю, науковим рівнем розробок та їх практичним втіленням, наявністю необхідної кількості і обсягу публікацій та апробації дисертаційна

робота Овчарової Т.О. «Удосконалення моделей та методів обробки вимірюальної інформації за допомогою штучних нейронних мереж» відповідає вимогам п. 9, 11-13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» стосовно кандидатських дисертацій, що затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р., а її автор **Овчарова Тетяна Олександрівна** заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри авіаційних приладів та вимірювань Національного аерокосмічного університету

ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

д.т.н., професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

М. Д. Кошовий

Підпис д.т.н., професора Кошового М.Д. засвідчує.

Проректор з науково-дослідної

роботи, д.т.н., професор

О.В.Гайдачук

