

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н. проф. Кондрашова С.І.
на дисертаційну роботу Овчарової Тетяни Олександрівни
«Удосконалення моделей та методів обробки вимірюальної інформації за
допомогою штучних нейронних мереж», яка представлена на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.01.02 – Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення

Актуальність теми

В дисертаційній роботі Овчарової Т. О. розглядається важлива проблема розробки нейромережевих моделей засобів вимірюальної техніки (ЗВТ) з нелінійними функціями перетворення на основі тришарового персептрона з метою їх вдосконалення за допомогою імітаційного моделювання на ЕОМ. Вдосконалення методів компенсації нелінійності статичних і динамічних ЗВТ та дослідження характеристик і властивостей нейромережевих компенсаторів нелінійності проведено шляхом імітаційного моделювання.

Впровадження таких нейромережевих моделей дозволить створювати інтелектуальні вимірюальні перетворювачі і системи з можливостями адаптації їх динамічних характеристик до факторів, впливу та зміни умов проведення вимірювань.

Саме відсутність на час початку теоретичних і практичних досліджень, певна недосконалість метрологічних основ забезпечення єдності вимірювань у царині нейромережевих моделей на базі тришарового персептрона зумовили появу роботи Овчарової Т.А. та її актуальність для царини штучних нейронних мереж.

Таким чином, розробка нейромережевих моделей нелінійних ЗВТ, які дозволять підвищити точність вимірювань є безумовно актуальною задачею. Тема дисертаційної роботи є досить актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі метрології та вимірювальної техніки Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ) і зв'язана з виконанням держбюджетних тем: № 230-6 «Електромагнітний моніторинг навколошнього середовища» (ДР №0109U002572), та № 267-6 «Формування основ метрологічного забезпечення цифрової голографічної мікроскопії» (ДР №0112U000208), в яких здобувачка брала безпосередньо участь.

Наукова новизна одержаних результатів

1. Вперше запропоновано модельне рівняння нейромережевого перетворювача на базі тришарового персептрона, що дозволило отримати оцінки сумарної стандартної і розширеної невизначеності вимірювання вихідного сигналу нейромережової моделі нелінійних засобів вимірювань.
2. Удосконалено метод компенсації нелінійності статичних і динамічних вимірювальних перетворювачів з використанням обернених нейромережевих моделей на базі тришарового персептрона, що значно покращить метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки.
3. Отримали подальший розвиток нейромережеві моделі нелінійних статичних і динамічних засобів вимірювальної техніки на базі тришарового персептрона, перевагою яких є інваріантність його структури до виду нелінійної функції перетворення об'єкта моделювання і можливість синтезувати такі моделі через його «навчання».

Практичне значення та впровадження результатів роботи полягає у тому, що були розроблені моделі та методи обробки вимірювальної інформації за допомогою штучних нейронних мереж, які за рахунок компенсації нелінійності ЗВТ дозволяють підвищити точність вимірювань по відношенню до традиційних підходів, а також розроблено програмний комплекс для

запропонованих нейромережевих моделей і алгоритмів обробки вимірюваної інформації.

Наукові результати дисертаційної роботи впроваджені:

– у ТОВ «Промгідропривід» (м. Харків) запропонований здобувачем метод компенсації нелінійності на базі нейромережової моделі застосовано для покращення метрологічних характеристик терморезисторного датчика температури лічильника тепла;

– у ТОВ «НВО Агротехніка» (м. Харків) запропонована здобувачем обернена модель на базі тришарового персептрона була використана для обробки даних вимірювань мікропроцесорної системи контролю температури та вологості зерна на елеваторі;

– у навчальній процес в Харківському національному університеті радіоелектроніки при читанні курсу лекцій та проведенні лабораторних робіт з дисциплін «Інформаційно-вимірювальні системи та комплекси» та «Сучасні інформаційно-вимірювальні системи».

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

Основні результати дисертації досить повно відображені в публікаціях здобувача. За темою дисертації опубліковано 16 наукових праць (з них 5 – одноосібних, у тому числі 8 статей опубліковані в спеціалізованих виданнях ВАК України, 5 – тез доповідей, 3 – статті за кордоном), 5 робіт опубліковані в спеціалізованих виданнях, індексованих у наукометричних базах.

Зміст дисертаційної роботи відповідає спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення, за якою її подано до захисту і профілю спеціалізованої вченої ради Д 64.827.01.

Автореферат дисертації відображає основний зміст, висновки, рекомендації дисертаційної роботи та відповідає вимогам, що встановлені до авторефератів.

Вважаю за необхідне відзначити позитивні аспекти дисертаційної роботи Овчарової Т.О. Дисертація представляє собою логічно побудовану за єдиним задумом і структурою наукову працю, що направлена на вирішення науково-прикладної задачі розвитку штучних нейронних мереж для ідентифікації та компенсації нелінійності функції перетворення, що дозволить створити інтелектуальні перетворювачі систем зі здатністю до індивідуалізації своїх параметрів при зовнішніх впливах та зміні умов проведення вимірювань.

Розроблено програмний комплекс, який реалізує запропоновані в роботі нейромережеві моделі. Застосування нейромережевого компенсатора нелінійності дозволило значно підвищити точність вимірювань порівняно з підходом на базі поліноміальної апроксимації. Розроблений програмний комплекс впроваджено у виробництво та навчальний процес.

Поряд з загальним позитивним характером оцінки роботи, вважаю за необхідне відзначити наступні недоліки роботи:

1. На стор.14 автор формулює поняття лінійного перетворення. Це визначення не зовсім коректне. Є відоме чітке визначення лінійного оператора системи. Лінійна стаціонарна система описується диференційним рівнянням з постійними коефіцієнтами. Така система має властивості пасивності, адитивності, збереження значення константи масштабу вхідного сигналу. Це підтверджується наведеними вихідними сигналами моделей, які ніколи не розпочинаються з координати графіку $[0, 0]$, рис. 3, 6, 8 і т.п. Мабуть йдеться мова про лінійність на певних відрізках скорегованої функції перетворення.
2. Слід було вказати початкову невизначеність вихідного шумового сигналу персептрона при відсутності вхідного інформаційного сигналу.

3. Кроки адаптації моделі при навчанні (стор. 5) і вимоги збільшити/зменшити їх у 10 разів є на наш погляд достатньо грубими. Це потребує уточнення для моделі навчання.
4. При використанні апроксимації нелінійних функцій за допомогою ШНМ фактично використовується апроксимація поліномами 3-5 порядку. По суті встановлено, що для різних нелінійних функцій перетворення ідентифікація є ефективною для степеневих і показникових функцій, що обумовлено моделлю (2) нейронів, чого слід було очікувати (степеневі і логарифмічні моделі).
5. Не зовсім зрозумілим є процес «навчання». Таку процедуру слід було визначити, як підстроювання параметрів нейромережі з метою апроксимації довільної нелінійної функції поліномом заданого порядку.
6. У таблиці 2 вказані похибки ідентифікації для різних видів входного сигналу. Незрозуміло чому похибка ідентифікації випадкового сигналу найменша, навіть менша, ніж для синусоїdalного сигналу. Можливо це особливість конкретного динамічного об'єкту.
7. Третій розділ по суті розглядає задачу статистичної лінеаризації нелінійної функції перетворення при наявності шумів (завад). Ця задача у статистичній теорії визнана некоректною. Вирішується вона за допомогою нелінійного фільтра, передаточна функція якого змінюється у залежності від параметра, відношення сигнал – шум.
8. Для компенсації нелінійності запропоновано використовувати динамічний нейромережевий компенсатор, який реалізує обернену функцію відновлення сигналу $x(t)$. Похибки корекції для різних видів сигналів наведені у табл. 4. Середньоквадратичне значення похибки корекції не характеризує точність. Слід було навести відносні значення похибок.

Автореферат в достатній мірі відображає зміст і основні положення дисертації.

Дисертаційна робота Овчарової Т.О. «Удосконалення моделей та методів обробки вимірювальної 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 24.07.2013 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 інформаційно-
вимірювальних технологій і систем
Національного технічного
університету «ХПІ»

Доктор технічних наук, професор

Кондрашов С. І.

