

- фотоелектронні тощо.

Ультразвуковий контроль та радіоактивний метод контролю стають все більш поширеними в техніці автоматичного контролю. Автоматичний контроль параметрів є важливою складовою будь-якого автоматизованого процесу, оскільки звільняє людину від необхідності стежити за технологічним процесом. Пристрої автоматичного контролю виконують функції, такі як кількісна оцінка фізико-хімічних властивостей твердих, рідких і газоподібних тіл, визначення геометричних розмірів деталей в процесі обробки і після неї, оцінка якості виконаних робіт та облік результатів виробництва. Якщо параметри, які контролюються пристроями автоматичного контролю, виходять за межі допустимих норм, то пристрої автоматичного контролю негайно сповіщують про це пристрої управління.

Серед систем автоматичного контролю виділяють системи автоматичної сигналізації, які повідомляють людину про хід технологічного процесу та про виникнення аварійних ситуацій.

Пристрої автоматичного захисту також контролюють деякі параметри технологічного процесу, але при наближенні до аварійної ситуації вони не тільки повідомляють про це, але й зупиняють технологічний процес.

Отже, автоматичний контроль допомагає людині у виявленні якихось проблем, сповіщає її про небезпеку та навіть може припинити технологічний процес. Автоматичний контроль буває різних видів, але розповсюдженими є ультразвуковий контроль і радіоактивний методи контролю, які допомагають так чи інакше в технологічному процесі.

Література:

[1] Електронний ресурс: <https://www.wiki-data.uk-ua.nina.az/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C.html>

[2] Електронний ресурс: <https://joiner.org.ua/informatsiini-tekhnohii/vykorystannia-informatsiinykh-ta-komp-iuternykh-tekhnohii-dlia-avtomatyzatsii-vyrobnytstva/avtomatychnyi-kontrol-i-avtomatychnyi-zakhyst.html>

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ КАЛІБРУВАННІ НТС-ТЕРМІСТОРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Федін С.С., Зубрецька І.С.

Національний транспортний університет, ТОВ «БАЯДЕРА ЛОГІСТИК»

Нормування метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) та підвищення точності обробки вимірювальної інформації зокрема при калібруванні та градуванні температурних сенсорів, є однією із визначальних умов забезпечення єдності вимірювань. При цьому актуальним завданням є забезпечення точності побудови нелінійних градуювальних характеристик (ГХ) НТС-термісторів, які характеризуються високою чутливістю, малою інерційністю, стійкістю до хімічних і механічних впливів та ефективно використовуються в якості чутливих елементів ЗВТ при вимірюванні середніх температур у різних галузях промисловості. Експоненційний характер перетворення температури в електричний опір та значний розкид характеристик цих сенсорів обумовлює необхідність побудови індивідуальних ГХ у робочому діапазоні

температур. Вирішення цього завдання було запропоновано Дж. Стейнхартом і Ст. Хартом на основі застосування поліноміальної моделі третього порядку

$$T^{-1} = A + B(\ln R) + C(\ln R)^3, \quad (1)$$

де T – температура, К; R – електричний опір, Ом; A , B , C – параметри, які визначаються під час градуювання в трьох вузлових точках з інтервалом не менше ніж $10\text{ }^\circ\text{C}$ за умови максимального наближення до експериментальної залежності [1].

В випробувальних і калібрувальних лабораторіях процедура побудови ГХ контактних сенсорів температури здійснюється з використанням сучасних інформаційно-вимірювальних систем збору даних (СЗД). При цьому модель (1), яка використовується в обчислювальних алгоритмах СЗД, має різні значення параметрів в кожному піддіпазоні робочого діапазону температур, що обумовлює похибку функції перетворення NTC-термістора $\Delta=0,05\text{ }^\circ\text{C}$ [2].

Проведений аналіз літературних джерел дозволив висунути гіпотезу, що підвищення точності обробки вимірювальної інформації при калібрування NTC-термісторів у робочому діапазоні температур можливе за рахунок застосування в обчислювальних алгоритмах СЗД моделей обробки вимірювальної інформації, створених на основі методів нейронних мереж (НМ) [3–5]. Зокрема при побудові нелінійних ГХ NTC-термісторів ефективним може бути застосування моделей прямошарових НМ із радіально-базисними функціями (RBF), які дозволяють експоненційно зменшувати локалізовані нелінійності при апроксимації складних залежностей [6].

У результаті проведеного дослідження розроблено метод обробки вимірювальної інформації з використанням RBF-мереж для автоматизації процедури побудови індивідуальних градуювальних характеристик і періодичного калібрування NTC-термісторів. Експериментально встановлено, що застосування створеного методу дозволяє отримати максимальну похибку перетворення опору в температуру $\Delta_{\text{RBF}}=0,027\text{ }^\circ\text{C}$ і не менше ніж в 1,5 рази знизити похибку апроксимації ГХ NTC-термісторів у порівнянні з допустимою похибкою математичного перетворення $\Delta=0,05\text{ }^\circ\text{C}$ поліноміальної моделі третього порядку, яка використовується в програмному забезпеченні СЗД [7].

Таким чином, у результаті проведених статистичних випробувань у системі статистичного аналізу даних STATISTICA 6.1 на основі серій обчислювальних експериментів підтверджено гіпотезу про доцільність застосування моделей RBF-мереж для підвищення точності побудови ГХ NTC-термісторів у робочому діапазоні температур без поділу його на піддіпазони [7]. Аналіз отриманих результатів дослідження дозволяє рекомендувати застосування RBF-мереж в обчислювальних алгоритмах обробки вимірювальної інформації сучасних СЗД для підвищення точності градуювання і автоматизації процедури періодичного калібрування NTC-термісторів.

Список використаних джерел

1. John S. Steinhart, Stanley R. Hart, Calibration curves for thermistors, Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts, Vol. 15, Issue 4, August 1968, P. 497–503.
2. Agilent 34970 A Data Acquisition / Switch Unit User Guide Edition 3.0. Agilent Technologies, Inc., 2003. 434 p.

3. Запорожец О. В., Коротенко В. А., Овчарова Т. А. Компенсация нелинейности функции преобразования измерительных устройств с помощью искусственной нейронной сети // Системи управління, навігації та зв'язку. 2010. № 4(16). С. 99–103.

4. Дегтярев А. В., Запорожец О. В., Овчарова Т. А. Адаптивная система компенсации нелинейности функции преобразования измерительных устройств на базе трехслойного персептрона // Електротехнічні та комп'ютерні системи. 2012. № 6. С. 235–241.

5. Запорожец О. В., Овчарова Т. А., Руженцев И. В. Компенсация нелинейности полупроводникового терморезистора с помощью искусственной нейронной сети // Системи обробки інформації. № 6(131). 2015. С. 64–67.

6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. Изд. 2-е. М.: Вильямс, 2006. 1104 с.

7. Федін С.С., Зубрецька І.С. Методи та моделі нейромережевої апроксимації градуовальних характеристик NTC-термісторів // Системні дослідження та інформаційні технології ІПСА, НТУУ КПІ. – 2022 – №. 3. С. 102–120.

ВПЛИВ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ ПРИ НЕПЕРЕРВНОМУ КОНТРОЛІ

Благодарный Микола Петрович, Мішустін Дмитро Михайлович

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут”

Мехатронні системи, зазвичай, являються композицією вузлів механічної, електромеханічної та електронної природи яка знаходиться у єдності з керованими об'єктами (процесами) [1]. До них ставляться жорсткі вимоги щодо працездатності, які концентруються у мінімально допустимому значенні ймовірності $P_{доп}$ працездатності МС. Працездатність МС $P_{МС}(t)$ в поточний момент часу t визначимо добутком ймовірностей безвідмовної роботи контрольованої $P_k(t)$ та неконтрольованої $P_{нк}(t)$ частин МС

$$P_{МС}(t) = P_k(t) P_{нк}(t) \geq P_{доп}.$$

За умови незалежності вузлів МС, що практично завжди має місце [1, 2], ймовірність $P_k(t)$ може бути виражена добутком ймовірностей $P_i(t)$, $i = \overline{1, n}$, знаходження значень параметрів контрольованих вузлів (параметрів) в допустимих межах, тобто

$$P_k(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t),$$

де n – кількість контрольованих параметрів МС.

Вплив системи контролю на значення складових $P_i(t)$ проявляється через інтенсивності переходів $\alpha_{i_{12}}$ з справного стану в несправний стан i -го вузла та $\alpha_{i_{21}}$ з несправного стану в справний стан i -го вузла МС[3].

При описі процесу зміни станів неконтрольованої частини ОК однорідним марківським процесом вирази для $P_k(t)$ та $P_{нк}(t)$ мають наступний вигляд [3]:

$$P_i(t) = \frac{\alpha_{i_{21}}}{\alpha_{i_{21}} + \alpha_{i_{12}}} + \frac{\alpha_{i_{21}} P_i(0) + \alpha_{i_{12}} [1 - P_i(0)]}{\alpha_{i_{21}} + \alpha_{i_{12}}} \exp[-(\alpha_{i_{21}} + \alpha_{i_{12}})t],$$

де $P_i(0)$ – початкова ймовірність знаходження i -го параметра (вузла) МС в допустимих межах.

$\alpha_{i_{12}}$ – стаціонарне значення інтенсивності переходу i -го контрольованого параметра (вузла) МС у стан відказу (2-й стан);