

УДК 621.389

А.М. Науменко, Д.С. Завгородній, В.Ю. Запека

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДАТЧИКІВ В БАГАТОКАНАЛЬНИХ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

*В статті проаналізовані проблеми створення та застосування інтелектуальних датчиків, які відрізняються підвищеною вірогідністю вимірювальної інформації, більшою метрологічною надійністю та зростанням терміну служби без обслуговування.*

**Ключеві слова:** датчики, система, інформація.

### Вступ

**Постановка задачі.** Автоматизація збору і обробки технологічної інформації вимагає вживання датчиків, здатних на щось ще окрім видачі повідомлень про включення-виключення. Стала доступна безліч плат для збору даних, що підключаються до шини IBM з комплексним програмним забезпеченням (ПЗ) для збору, обробки, аналізу і відображення інформації. Для прочитування інформації, яка пов'язана зі збором, обробкою та аналізом, з подальшою передачею її контролеру або серверу даних, необхідний датчик, що володіє рядом спеціальних можливостей, а також, здатний працювати в несприятливих умовах. Тому питання створення інтелектуальних датчиків є вельми актуальними.

**Аналіз літератури.** В літературі [1, 2] описані сучасні та розробляемі структури інтелектуальних датчиків, у літературі [3] наведені методи визначення похибок таких датчиків, у літературі [4] розглянуті засоби з малим ступенем інтелектуальності, у літературі [5] описані основні функції метрологічного самоконтролю. Але в цій літературі не розглядаються питання застосування інтелектуальних датчиків в багатоканальних випробувальних системах та особливостях їх експлуатації.

**Метою статті** є аналіз проблем застосування інтелектуальних датчиків в багатоканальних випробувальних системах та особливості їх експлуатації.

### Основний матеріал

Останнім часом в області розробки ефективних, недорогих і безпомилкових багатоканальних динамічних випробувальних систем були досягнуті значні успіхи. Завдяки появі сучасних контрольно-вимірювальних приладів, передавальних в базу даних точні відомості про свої характеристики, чутливість, місці розташування і так далі, внесення оператором помилок до документації було практично усунене. Значною мірою ці успіхи зобов'язані вживанню так званих "змішаних" інтелектуальних датчиків – звичайних аналогових пристроїв із вбудованими мікросхемами, що містять специфічну для да-

ного датчика інформацію. У звичайному режимі роботи вихідний сигнал такого датчика є аналоговим. Під час вступу від користувача спеціальної команди датчик починає передавати цифрову інформацію, що містить його ідентифікаційний номер. Передача цифрових даних здійснюється по тій же парі провідників, за допомогою якої подається напруга живлення і яка використовується для передачі вихідного високочастотного аналогового сигналу. Після закінчення цифрової передачі лінія зв'язку знов підключається до аналогових вихідних ланцюгів датчика.

Призначення пропонованого стандарту єдиного інтерфейсу – формулювання рекомендацій по розробці протоколів і інтерфейсів "змішаних" інтелектуальних датчиків, а також узгодження з форматом даних TEDS (Transducer Electronic Data Sheet – Електронна специфікація даних перетворювача). Реалізація цього стандарту дозволить відмовитися від традиційної практики обліку використання датчиків, а також істотно понизити питомі витрати, що доводяться на один канал, пов'язані із збором даних, їх перевіркою і аналізом в багатоканальних випробувальних системах, що застосовуються в промислових і лабораторних умовах.

Призначені лише для читання дані записані в ПЗП цифрової мікросхеми. Інші параметри, такі як чутливість, дата калібрування, код місця розташування датчика і інші величини, зберігаються в програмованій пам'яті (ЕСППЗУ) чіпа.

З точки зору управління конфігурацією і обслуговування можливість звернення до TEDS-інформації датчика надає масу переваг. Специфікація TEDS дозволяє не лише реалізувати автоматичну конфігурацію датчика і спростити його узгодження з іншою електронною апаратурою, але і проектувати випробувально-вимірювальні системи, що передбачають накопичення точних, надійних і відтворних даних (згодом на основі цих даних може бути побудована математична модель).

Проведення вимірювань великомасштабних об'єктів, наприклад фюзеляжів літаків або пускових ракетних майданчиків, вимагає вживання безлічі

сенсорних каналів. В більшості випадків більше половини часу роботи багатоканальної випробувальної системи вирушає на формування конфігураційних даних і на маніпулювання ними (відстежування ідентифікаторів датчиків, кабелів, каналів), а також на введення інформації з бази даних сенсорів в аналітичні програми. Вживання сумісною із стандартом P1451.4 інтелектуальної системи компанії Endevco дозволяє мінімізувати і навіть повністю усунути тимчасові витрати на виконання більшої частини цих операцій.

Стандарт IEEE P1451.4 – це реальність. Немає жодних сумнівів в тому, що у великомасштабних багатоканальних випробувальних системах врешті-решт переважатиме розподілена архітектура збору даних на базі технологій зв'язку Ethernet, RS-232 або безпроводних систем. Високі темпи розвитку в області інтелектуальних датчиків і допоміжного устаткування дозволять не лише спростити організацію динамічних випробувань і аналіз отриманих результатів, але і підвищити швидкість багатоканального тестування, зробивши його більш відповідним для вживання в промислових умовах. Завдання виробників датчиків і випробувальної апаратури полягає, таким чином, в розробці відповідного інструментарію, що забезпечує впровадження нових сенсорних технологій і результуюче підвищення ефективності тестування.

У загальному вигляді диференціальне рівняння перетворювача в операторній формі з вихідною величиною  $X(t)$  та вихідною  $Y(t)$  величиною матиме вигляд:

$$(a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_0) Y(t) = (b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_0) X(t),$$

де  $e$ ,  $a_n$ ,  $b_m$ ,  $p^n$  – постійні коефіцієнти.

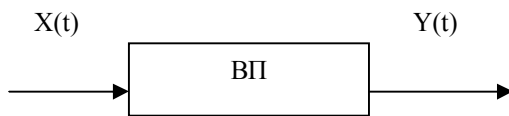


Рис. 1. Вимірювальний перетворювач, як структурний елемент

При розробці інтелектуальних датчиків виникає необхідність опиратися на властивості експертних систем.

Експерт – це людина, що володіє великими пізнаннями в деякій області.

Пізнання діляться на факти і правила.

Правила визначають структуру, яка дозволяє робити виводи на основі фактів.

Така ж структура міститься в машині логічного виводу (МЛВ).

У простому випадку МЛВ складається з набору умовних операторів IF-THEN (ЯКЩО-ТОДІ). Їх

структура і послідовність визначає дорогу, яка пройде експертна система для здобуття остаточного виводу. Ця дорога називається ланцюжком виводу. Розрізняють ланцюжки прямого і зворотного виводу. У ланцюжку зворотного виводу логічна структура працює у зворотному напрямі від заданої гіпотези, намагаючись зібрати факти для підтвердження її (гіпотези) істинності.

Прикладом може служити збір детективом фактів для підтвердження своїх підозр. Ланцюжок прямого виводу починає від заданих фактів і намагається отримати висновок на їх основі.

Але в разі вимірювальних систем оптимальним варіантом є прямий ланцюжок виводу. Для прямого ланцюжка потрібно визначити механізм поведінки при вирішенні неоднозначностей, які з'являються, якщо при роботі МЛВ виконується більш за одне правило. Цю проблему вирішують розставлянням пріоритетів для правил, одноразовим використанням правил або використанням правила, що відноситься до найбільш пізнього доповнення в пам'ять даних.

Ранні застосування з використанням штучного інтелекту були створені для того, щоб помістити експертну оцінку відомого фахівця або досвід цілої команди в базу знань, якою пізніше міг би скористатися новачок або до якої міг бути забезпечений видалений доступ.

Крім того, вона могла бути оброблена на високій швидкості, не доступній людині. Розглянемо експертні системи.

Медичний експерт по діагностуванню і лікуванню раку може надати свій професійний досвід в on-line-доступ з будь-якої точки світу.

Стійка робота видаленої інженерної споруди, такого як бурова платформа або космічний корабель. Знання розробників і обслуговуючого персоналу можуть зберігатися прямо на борту, і при аварійних ситуаціях, діагностування і ремонт можна здійснити навіть за відсутності зв'язку з базою.

Діагностика відмов деяких складних пристроїв після виробництва або при обслуговуванні, наприклад, використання комп'ютера для діагностики несправностей в автомобілях. Компанії, що займаються далекими перевезеннями, мають можливість відстежувати стан автомашин в дорозі.

Після повернення на базу ці дані аналізуватимуться і діагностуються можливі несправності, що призводить до зниження кількості поломок автомобілів на трасі.

Складність конструкції сучасних літаків наводить до того, що екіпаж не завжди здатний своєчасно відреагувати на попередження про атаку або не завжди володіє достатніми навиками, аби оцінити значущість несправності або рівень необхідного ремонту, ґрунтуючись на значеннях аварійних сиг-

налів. Використання експертних систем на комерційних авіалайнерах дозволило зменшити кількість екіпажа.

Вважається, що експертні системи, засновані на правилах, є найкращим вибором для виробництва систем баз знань. Експертні системи відрізняються

один від одного залежно від їх призначення. Але їх основою, як було сказано вище, є велика база знань, за допомогою якої робляться відповідні висновки. Інколи може потрібно введення додаткових даних користувачем, але при цьому введені дані повинні відповідати поняттям і структурі бази даних.

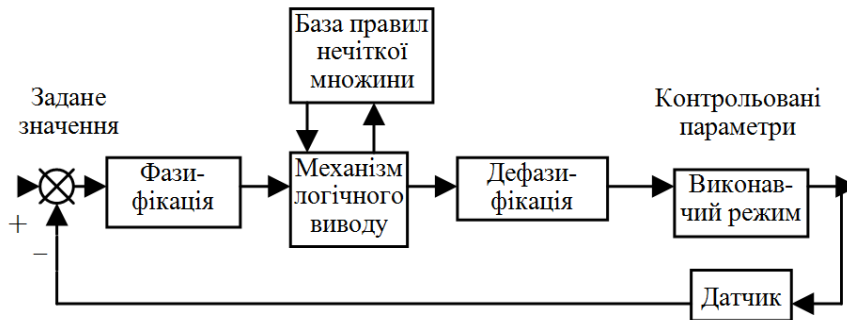


Рис. 2. Схема простої системи автоматичного управління

Також можна оцінити вірогідність збігу. У деяких застосуваннях можлива автоматична видача сигналів, що управляють. Для експертних систем були розроблені спеціалізовані мови програмування. Найбільш відомі з них – LISP, PROLOG і OPS. Мова LISP була створена Джоном Маккарті і є старим зі всіх мов. Поява досяжних обчислювальних потужностей, які виникли з приходом в 1980-х роках ПК і робочих станцій, підштовхнула багато розробників програмного забезпечення до створення комп'ютерних програм для розробки експертних систем. Тобто користувачеві вже не потрібно було бути досвідченим програмістом для використання цих мов. Середовище розробки стали називати оболонкою (shell). Це пакет програм, що містить всі необхідні інструменти, а розробка структури системи зводиться лише до введення користувачем фактів і правил.

## Висновки

1. В статті проаналізовані проблеми створення інтелектуальних датчиків для багатоканальних випробувальних систем.

2. Розглянуті оптимальні рішення створення інтелектуальних датчиків.

3. Проведено аналіз експертних систем, принципи будови яких можливо враховувати при створенні інтелектуальних датчиків.

## Список літератури

1. Ицкович Э.Л. Современные интеллектуальные датчики общепромышленного назначения, их особенности и достоинства / Э.Л. Ицкович // Датчики и системы. – 2002. – № 2. – С. 42-47.
2. Дентон Р. Будущее датчиков и систем вибромониторинга / Р. Дентон // Датчики и системы. – 2001. – № 1. – С. 62-64.
3. Цветков Э.И. Интеллектуализация измерительных средств / Э.И. Цветков // Сб. докл. Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям SCM-99. С-Пб. – 1999. – С. 42-46.
4. Шалобаев Е.В. Об интеллектуальном управлении мехатронными системами / Е.В. Шалобаев // Датчики и системы. – 2002. – № 2. – С. 8-12.
5. Allgood G.O. and Manges W.W. Sensor Agents – When Engineering Emulates Human Behavior. – Sensors. – August 2001.

Надійшла до редколегії 18.12.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А.М. Науменко, Д.С. Завгородний, В.Ю. Запека

*В статье проанализированы проблемы создания и применения интеллектуальных датчиков, которые отличаются повышенной достоверностью измеряемой информации, большей метрологической надежностью и увеличенным сроком службы без обслуживания.*

**Ключевые слова:** датчики, система, информация.

## PROBLEMS OF INTELLECTUAL SENSOR MULTI-CHANNEL TEST SYSTEM

A.M. Naumenko, D.S. Zavgorodniy, V.J. Zapeka

*The article analyzes the problems of creating and use of intelligent sensors that are characterized by high reliability of the measured data, the greater metrological reliability and extended service life without maintenance.*

**Keywords:** sensors, system information.