

На правах рукопису

МАСЛИК Богдан Олексійович

УДК 681.586'36

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ
ТЕМПЕРАТУРИ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ

Спеціальність 05.11.05 - Прилади та методи
вимірювання електричних і магнітних величин

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



00756840 (U)

- 2

кафедрі інформаційно-обчислювальних систем та управління тернопільського інституту народного господарства.

Науковий керівник

Заслужений винахідник України
доктор технічних наук, професор
САЧЕНКО Анатолій Олександрович

Офіційні опоненти

доктор технічних наук, професор
ВОЛОДАРСЬКИЙ Євген Тимофійович

кандидат технічних наук, доцент
ДОРОЖОВЕЦЬ Михайло Миронович

Провідне підприємство

Спеціальне конструкторське бюро
мікроелектроніки в приладобуду-
ванні, м. Львів

Захист відбудеться 19.09 1994р. о 15⁰⁰ год. на
засіданні Спеціалізованої Ради К 068.14.14 в Київському
політехнічному інституті (252056, м. Київ-56, пр. Перемоги, 37)
корпус 18, ауд. 305.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотечі Київського
політехнічного інституту.

Відгуки на автореферат дисертації (в двох екземплярах,
завірені печаткою установи) просимо надсилати на адресу інститу-
ту вченому секретарю Спеціалізованої Ради К 068.14.14 по захисту
дисертацій.

Автореферат розіслано 19.08 1994р.

Вчений секретар
Спеціалізованої Ради
к. т. н., доцент

В. В. Літвіч

Метою дисертаційної роботи є дослідження шляхів підвищення завадостійкості засобів вимірювання (ЗВ) з калібратором температури (КТ) в промислових умовах.

Для досягнення встановленої мети в роботі виконано:

1. Аналіз похибок вимірювання температури з допомогою ЗВ з КТ та обґрунтовано вимоги до блоків вимірвального (ВК) та коригуючого (КК) каналів.
2. Проаналізовано шляхи зменшення впливу зовнішніх та внутрішніх завад на ВК та КК під час фазового переходу (ФП).
3. Синтезовано вдосконалену узагальнену структурну схему ЗВ з КТ, в якій мінімізовано вплив завад на результат калібрування та вимірювання температури.
4. Запропоновано оригінальні структурно-функціональні схеми блоків ідентифікації моменту ФП (ІФП) та формування коригуючої поправки (ВФП) з підвищеною завадостійкістю.
5. Розроблено та впроваджено цифровий вимірвач температури Ф4835-02 та одноплатний завадостійкий аналого-цифровий перетворювач (АЦП) двофазного інтегрування, орієнтований на використання в засобах прецизійного вимірювання температури.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В ряді галузей промисловості (електронній, авіаційній та ін.) зросли вимоги до точності вимірювання (а значить і завадостійкості) такого важливого параметру, як температура. Домінуючий вплив при її вимірюванні має похибка датчика. Наприклад, серійні термоелектричні перетворювачі (ТЕП) мають початковий розкид параметрів характеристики перетворення (ХП) до 6,5°C в діапазоні 500-1300°C і дрейф до 10...15°C за 1000 год. Тому висока точність цифрових ЗВ не може бути ефективно використана. Конструктивно-технологічні методи не забезпечили серійного випуску точних і стабільних датчиків. Ефективнішими, стосовно до температурних вимірювань, є структурні методи, зокрема метод зразкового сигналу, що реалізується за допомогою КТ. КТ представляє собою герметичну капсулу, яка знаходиться в тепловому контакті з робочим кінцем (РК) ТЕП (постійно або тільки

під час калібрування) і заповнена реперним матеріалом (чистим металом або сплавом) з відомою температурою ФП - плавлення або кристалізації.

Перші ЗВ в КТ були недосконалими і послужили базою для розробки основ схемотехніки. Їх вдосконалення привело до створення порівняно точних ЗВ. Однак, досвід експлуатації виявив їх недостатню завадостійкість. Тому задача створення ЗВ в КТ, що можуть забезпечити похибку вимірювання 1-1,5°C в промислових умовах при значному рівні завад нормального та загального виду (ЗНВ та ЗЗВ), як синусоїдального так і імпульсного характеру, є актуальною.

Методи досліджень. Дослідження базуються на використанні методів інформаційної теорії вимірювань, апарату теорії лінійних кіл теорії імовірності та математичної статистики, а також числових методів розрахунку з використанням ЕОМ.

Наукова новизна. Розроблена та досліджена узагальнена структурна схема існуючих ЗВ в КТ, яка відображає шляхи проникнення завад у вимірювальний (ВК) та коригуючий (КК) канали. В результаті її аналізу досліджено методи та розроблені способи підвищення завадостійкості блоків ІФП та ВФП, і синтезована вдосконала узагальнена структурна схема. На основі останньої розроблено ряд оригінальних структурних схем ЗВ температури, що послужили базою для створення одноплатного завадостійкого АЦП двоохватного інтегрування та цифрового вимірювача температури Ф4835-02. Це дозволило забезпечити вимірювання температури в діапазоні 300-1100°C з похибкою 1-1,5°C.

Практична цінність. Цифровий вимірювач температури Ф4835-02 дозволив в 3-5 разів підвищити точність вимірювання при дії промислових завад. Одноплатний 16-ти розрядний завадостійкий АЦП напруги низького рівню є основою для побудови засобів та систем прецизійного вимірювання температури.

Реалізація роботи. Теоретичні і практичні результати робіт використані в п'ятьох НДР (Ндр 79037475, 1983р., Ндр 182013373, 1984р., Ндр 01860026239, 1986р., 1988р., Ндр 01.860026238, 1988р., тема АСМ - 14 - 93 - виконується) і договорі про співробітництво між Тернопільським ІНГ та СКБ МП (м. Львів). В результаті реалізовані і впровадженні в промисловість експериментальні зразки цифрового вимірювача температури Ф4835-02 та завадостійкого одноплатного АЦП двоохватного інтегрування. Сумарний очікуваний економічний

ефект від впровадження результатів дисертаційної роботи становить шість млн. руб.

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались на міжнародній, а також чотирьох всесоюзних та дев'яти національних науково-технічних конференціях і семінарах. За результатами досліджень опубліковано 29 робіт, з них 12 - авторські свідчення на винаходи.

Обсяг та структура дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури і додатку. Робота викладена на 148 сторінках, містить основного тексту 90 сторінок, ілюстрацій 25 сторінок, список літератури з 86 найменувань на 10 сторінках і додаток на 20 сторінках.

ЗМІСТ РОБ.И

У вступі обгрунтовано актуальність і перспективність підвищення точності вимірювання температури методом аравкового сигналу, проаналізовано стан проблеми, сформульовано мету дисертації, та положення, які виносяться на захист.

В першому розділі для обгрунтування вимог до заводськості ЗВ в КТ проведені експериментальні дослідження ЗНВ і ЗЗВ в електронечах опору з ШІМ та ФІМ - способами управління тиристорними регуляторами (ТР), які показали, що: 1) амплітуда завод зростає з температурою (ЗЗВ прямує до напруги живлення термоагрегату); 2) рівень ЗНВ співмірний з сигналом ТЕР; 3) форма завод визначається способом управління ТР; 4) приведені значення Енвп, еквівалентне дії всіх завод, можна представити як суму регулярної та імпульсної складових і шуму.

Реалізація методу аравкового сигналу передбачає виконання 5 процедур: 1) визначення моменту ФІ; 2) знаходження відхилень реальної ХІ ТЕР від номінальної; 3) визначення параметрів коригуючої функції та їх запам'ятовування; 4) визначення поправки; 5) внесення поправки. Їх виконання передбачає введення в структуру ЗВ в КТ блоків ІФІ та ВФІ, які утворять КК і організацію спеціальних вимірювань (режим КАЛІБРУВАННЯ). Показано, що вихідний сигнал Р блоку ІФІ можна зобразити в виді умови

$$P = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \tau p + \Delta i a - \Delta(i-1)a \geq \Delta \text{ Едоп,} \\ 1, & \text{якщо } \tau p + \Delta i a - \Delta(i-1)a < \Delta \text{ Едоп,} \end{cases} \quad (1)$$

де λ - швидкість нагріву РК ТЕП; τp - час між попереднім та поточним вимірюваннями; $\Delta i a, \Delta(i-1)a$ - випадкові похибки, обумовлені впливом Енвп; $\Delta \text{Едоп}$ - поріг спрацювання ІФП.

Аналіз відомих схем ЗВ з КТ дозволив синтезувати узагальнену структурну схему такого ЗВ, яка дала можливість визначити шляхи проникнення ЗНВ та ЗЗВ в ВК і КК, а також їх вплив на похибку вимірювання $\Delta_{\text{вм}}$. Для аналізу похибки блоку ІФП $\Delta_{\text{іфп}}$ використовується термограма ФП (рис.1), де виділено 3 ділянки: 1 - (0 - t_1) нагрів РК ТЕП з КТ до ФП (характеризується постійною швидкістю λ); 2 - (t_1 - t_3) ФП реперного матеріалу КТ (у зв'язку з інерцією теплових процесів, характеризується зменшенням швидкості λ , а найкраще співпадання температур РК ТЕП та ФП буде в момент t_3); 3 - (після t_3) продовження нагріву.

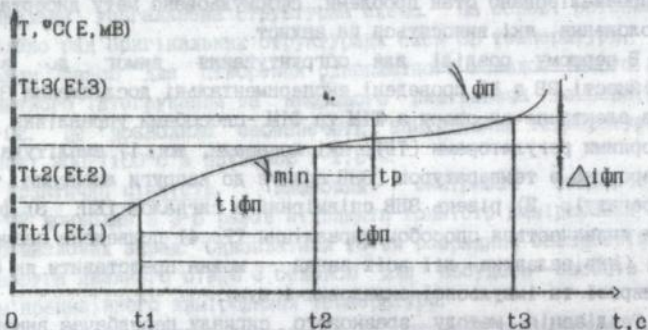


Рис.1 Термограма роботи КТ.

Однак, навіть в момент t_3 швидкість нагріву не падає до нуля, а відповідає $\lambda_{\text{фп}}$. Час виконання процедур 1...3 вимагає виконання умови (1) раніше, в момент t_2 , коли РК відповідає $\lambda_{\text{мін}}$. Різниця температур РК ТЕП при $\lambda_{\text{мін}} - T_{t_2}$ та $\lambda_{\text{фп}} - T_{t_3}$ визначає $\Delta_{\text{іфп}}$ в ідеальному випадку. Вплив шуму $\Delta_{\text{ш}}$ і Енвп $\Delta_{\text{в}}$ збільшує $\Delta_{\text{іфп}}$, тому,

що вибравши $\Delta_{\text{Едоп}} = \sqrt{\min * \text{tp}}$, неможливо надійно визначити ФП. Реально

$$\Delta_{\text{Едоп}} = \sqrt{\min * \text{tp} + \sqrt{\Delta_{\text{ш}}^2 + \Delta_{\text{з}}^2}} \quad (2)$$

звідки видно, що $\Delta_{\text{іфп}}$ визначається рівнем шумів та завад. Су-марну похибку $\Delta_{\text{вм}}$ вимірювання температури можна визначити як

$$\Delta_{\text{вм}} = \sqrt{\Delta_{\text{кл}}^2 + \Delta_{\text{нд}}^2 + \Delta_{\text{нкв}}^2 + \Delta_{\text{Еар}}^2 + \Delta_{\text{в}}^2 + \Delta_{\text{вп}}^2 + 3 * \Delta_{\text{ш}}^2 + 3 * \Delta_{\text{з}}^2} + \sqrt{\min * \text{tp}} \quad (3)$$

де $\Delta_{\text{кл}}$, $\Delta_{\text{нд}}$, $\Delta_{\text{нкв}}$, $\Delta_{\text{Еар}}$, $\Delta_{\text{в}}$, $\Delta_{\text{вп}}$ - похибки КТ, нестабільності датчика і ВК, зразкового сигналу, віднімання і вводу поправки.

Як видно, похибки від шумів та завад в $\Delta_{\text{вм}}$ входять 3 рази, і їх вплив треба зменшувати. Аналіз запропонованої узагальненої структурної схеми дозволив розробити комплекс захисних заходів, який передбачає використання інтегруючих АЦП, усереднення результатів ряду перетворень при попарно-протифазній синхронізації запуску (ПЗС) ЗВ з мережею та їх цензурування, фільтрацію, мажорювання виконання умови (1), відкидання збоїв та оптимізацію структури КК по завадостійкості.

В другому розділі, відповідно до комплексу захисних заходів, зменшення впливу регулярної завади досягається використанням в АЦП двохтактного інтегрування двохступінчатої вагової функції $q(t)$. Для оцінки ефективності визначено її спектральну характеристику

$$F(j) = \frac{\omega T_1}{\omega T_1} \sin \frac{\omega T_1}{2} \cos \frac{\omega T_1}{2} e^{-j(T_1 + \zeta)/2} \quad (4)$$

де T_1 - час інтегрування, ζ - часовий асуг; i , на її основі, коефіцієнт завадостійкості

$$K_{\text{п}} = 20 \lg \frac{\sin(\omega T_1/2) \cos(\omega T/2)}{\dots} \quad (5)$$

графік залежності якого від частоти завади представлено на рис. 2. Для оцінки коефіцієнту $K_{\text{с}}$ додаткового підвищення завадостійкості при ППО, вивчено фазу ψ , при якій $K_{\text{п}}$ мінімальний, шляхом побудови його функції (рис. 3) виходячи з залежності

$$K_{\text{п}} = 20 \lg \frac{8faT_1}{\cos \psi + \cos(2\sqrt{fa}t_2 + \psi) - \cos(2\sqrt{fa}t_3 + \psi) - \cos(2\sqrt{fa}t_4 + \psi)} \quad (6)$$

На рис. 4 представлений графік залежності мінімального $K_{\text{с}}$ від похибки синхронізації. ППО добре узгоджується з усередненням і дозволяє мати сумарний коефіцієнт завадостійкості більше 90дБ.

Вплив імпульсних завад на Δ вм визначається їх параметрами (тривалість, спектральна характеристика, частота виникнення) і проявляється двояко - у вигляді малих відхилень від середньої температури (короткочасні завади та шуми) та у вигляді різких відхилень (авоів), що вимагає двох різних підходів для їх зменшення. Перший ґрунтується на комбінуванні наявних операцій інтегрування та усереднення з фільтруванням. Другий полягає у відкиданні результатів, що містять авоі. Критерієм розпізнавання авоів Рзб є умова перевищення різниці поточного E_n та попереднього E_{n-1} результатів вимірювань максимально можливої зміни за час t_p .

Для зменшення впливу внутрішніх завад розроблено оригінальні технічні рішення "цифрової" установки нуля АПП, аналогових ключів інтегратора, кусочно-лінійної апроксимації ХП ТЕП і компенсації температури вільних кінців (ТВК) ТЕП. Спосіб установки нуля розв'язує протиріччя між швидкодією і стійкістю операційних підсилювачів (ОП) і передбачає заряд-розряд конденсатора запам'ятовування напруги дрейфу порціями зряду в 2-3 рази меншими одиниці молодшого розряду АПП з частотою в 3-4 рази меншою швидкодії компаратора. Г-подібна схема (рис. 5) ключів (КЗ і ін.) інтегратора Інт та повторювач напруги ПП (на ОП) дозволяють зменшити напруги між стоком, витоком і підложкою VT1, VT2 до співмірних з напругами зміщення ОП, і їх струмками витоку можна

анектувати. Для виключення випрямлення завади на межі двох ділянок при кусочно-лінійній апроксимації ХП ТЕП, номер ділянки визначається за результатами додаткового вимірювання. Структурне розділення каналів вимірювання ТЕП та компенсації ТВК суттєво зменшує вплив ЗЗВ на Енвп.

Розроблений комплекс захисних заходів послужив основою для синтезу вдосконаленої узагальненої структурної схеми ЗВ з КТ (рис.6), в якій ВК (АЦП двотактного вагового інтегрування) створений комутатором Км, вхідним підсилювачем Пс, інтегратором Інт, компаратором Кп, пристроями керування ПК1, ПК2 (аналоговою і цифровою частинами), і блоками гальванічної розв'язки БГР. Вплив ЗНВ (Енв...ЕнвЗ) відображається через вузли сумування, а ЗЗВ (Езв, Емас) - через опір ізоляції Rіз. КК створений ІФП, БФП та пристроєм керування ПКЗ. ІФП складається з компаратора Еп і Еп-1 Кп1, оперативного запам'ятовуючого пристрою Еп-1 ОЗП та лічильників співпадань ЛчСп (виконує операцію мажорювання) і збоїв ЛчЗ. БФП складається з джерела аразкової напруги ДЗНТ (відповідає номінальному сигналу ТЕП при ФП), ОЗП поправки та формувача поправки ФП. Нормуючий перетворювач НП компенсації ТВК ТЕП з блоком живлення БЖ1 винесені за екран. Варіанти реалізації КК залежать від ВК і повинні з ним максимально узгоджуватись, тому запропоновано 3 способи побудови КК - аналоговий, гібридний та цифровий.

В третьому розділі на основі вдосконаленої узагальненої структурної схеми розроблені оригінальні заводостійкі структурні схеми ЗВ з КТ з аналоговою (з зміною та без зміни алгоритму роботи АЦП), гібридною (на основі двох або реверсивного лічильників) та цифровою структурами КК. На рис.6 представлений ЗВ з аналоговою (без зміни алгоритму) структурою КК, де запуск АЦП (перетворювача напруга - число імпульсів ПНЧ1) здійснюється за допомогою ЛчЗ, а тривалість попереднього та наступного перетворень $tx1, tx2$, тобто моменти поступлення імпульсів КІНЕЦЬ ПЕРЕТВОРЕННЯ (КП), визначаються з формул

$$tx1 = t1 + \int_0^{tx} E_{n-1} dt, \quad tx2 = t_{2n} + t1 + \int_0^{tx} E_n dt, \quad (7.8)$$

де $t1$ -тривалість першого такту; t_{2n} -період запуску; tx -три-

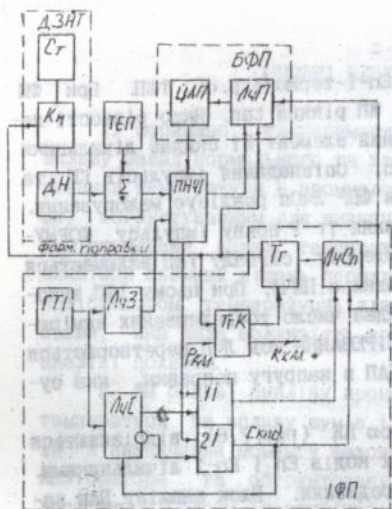


Рис.7 ЗВ з КТ (аналогова структура КК).

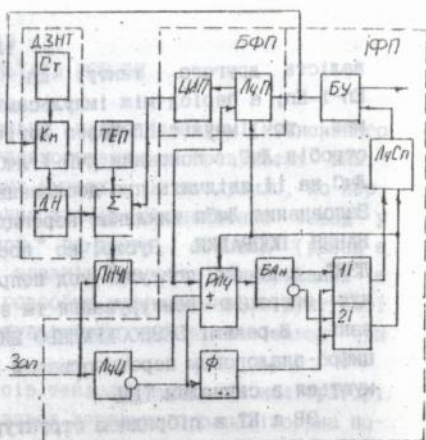


Рис.9 ЗВ з КТ на основі реверсивного лічильника.

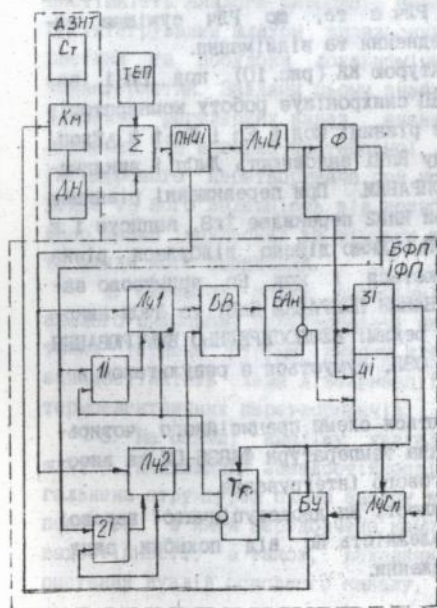


Рис.8 ЗВ з КТ на основі двох лічильників.

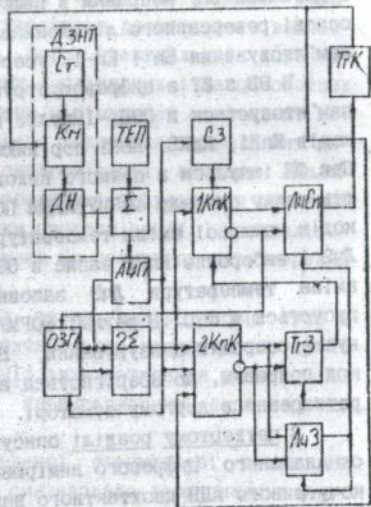


Рис.10 ЗВ з КТ (цифрова структура КК).

валість другого такту; Еп, Еп-1-термо-е.р.с. ТЕП При ФП Еп-1-Еп, а період між імпульсами КП рівний тап. Якщо рівності немає, то імпульс КП через логічний елемент ЗІ скидає лічильники стробів ЛчС, поправки ЛчП і ЛчСп. Співпадання імпульсів КП та ЛчС на ІІ свідчить про досягнення ФП. ЛчСп реалізує мажорювання. Заповнення ЛчСп викликає перекидання Тг і появу імпульсу ФОРМУВАННЯ ПОПРАВКИ. Зустрічно посиленому сигналу ТЕП вмикається ДЗНТ, а на ЛчП поступає код поправки з ПНЧІ. При цьому ІФП виконує операцію цензурування та задає число усереднених вимірювань. В режимі БЕЗПОСЕРЕДНЬО ВИМІРЮВАННЯ код ЛчП перетворюється цифро-аналоговим перетворювачем ЦАП в напругу поправки, яка сумується з сигналом ТЕП.

ЗВ з КТ з гібридною структурою КК (рис. 7,8) відрізняються запам'ятовуванням число-імпульсних кодів Еп і Еп-1 лічильниками. Лічильник циклу ЛчЦ організує усереднення. Блок аналізу ВАН записує і в ЛчСп при Р = 1. Особливістю ЗВ з КТ по рис. 7 є зберігання (в одному з лічильників Лч1, Лч2) та взведення (блоком віднімання ВВ) поправки в цифровій формі. Особливістю ЗВ з КТ на основі реверсивного лічильника РЛч є те, що РЛч сумішає запам'ятовування Еп і Еп-1, усереднення та віднімання.

В ЗВ з КТ з цифровою структурою КК (рис. 10) код Еп-1 запам'ятовується в ОЗП. Імпульс КП синхронізує роботу компараторів кодів КпК1, КпК2. КпК1 порівнює різниці кодів Еп і Еп-1 в Δ Едоп. При ФП імпульси з прямого виходу КпК1 заповнюють ЛчСп і викликають появу сигналу ФОРМУВАННЯ ПОПРАВКИ. При перевищенні різниці кодів можливої зміни температури КпК2 перекидає ТгЗ, записує і в ЛчЗ і забороняє КпК1 запис в ОЗП. Якщо дійсно відбулася різка зміна температури ЛчЗ заповнюється і код Еп примусово записується в ОЗП. В режимі ФОРМУВАННЯ ПОПРАВКИ КпК1 та ЛчСп виконують операцію цензурування. В режимі БЕЗПОСЕРЕДНЬО ВИМІРЮВАННЯ код поправки, що зберігається в ОЗП, сумується з результатом перетворення в другому суматорі.

В четвертому розділі описуються схеми прецизійного чотирьохканального цифрового виміривача температури Ф4835-02 та височутливого АПП двохтактного вагового інтегрування.

В додатках наведені залежності Кп двохступінчатої вагової функції від частоти та фази, залежність Кс від похибки синхронізації, документи про впровадження.

Рис. 8. ЗВ з КТ на основі ЦАП та ПНЧІ

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. Отримано експериментальне підтвердження інтенсивного впливу завад нормального та загального виду на результат вимірювання температури в промислових умовах. Це послужило, по-перше, обґрунтуванням для визначення шляхів проникнення завад у вимірювальний канал температури, по-друге, основою (разом з аналізом схемних рішень перших зразків засобів вимірювання з калібратором температури) для розробки узагальненої структурної схеми, яка дала можливість врахувати дію шумів та завад при аналізі похибок.

2. На основі аналізу процесів теплопередачі в калібраторі температури та впливу шумів і завад детально проаналізована похибка визначення моменту фазового переходу реперного матеріалу калібратора та обґрунтовані вимоги до чутливості і завадостійкості блоку ідентифікації фазового переходу, а також накреслені основні напрямки підвищення завадостійкості.

3. Для зменшення впливу зовнішніх завад досліджено завадостійкість аналого-цифрового перетворювача двотактного вагового інтегрування шляхом визначення його спектральної характеристики та побудови логарифмічних амплітудних і фазочастотних характеристик. Завдяки цьому знайдено мінімальний коефіцієнт подавлення регулярних завад, визначено додатковий коефіцієнт подавлення від попарно-протифазної синхронізації запуску аналого-цифрового перетворювача при усередненні результатів перетворення та його залежність від похибки синхронізації. Проаналізовано вплив імпульсних та шумових завад на результат перетворення та шляхи його зменшення.

4. Зменшено вплив внутрішніх завад при установці нуля в аналого-цифровому перетворювачі двотактного інтегрування, практично усунуто струми витоку ключів інтегратора та забезпечена завадостійкість схеми лінеаризації характеристики перетворення термоелектричних перетворювачів.

5. На основі аналізу узагальненої структурної схеми та шляхів підвищення завадостійкості синтезована здосконалена узагальнена структурна схема засобу вимірювання з калібратором температури, в якій передбачено комплекс заходів по підвищенню завадостійкості, а також, виходячи з умови максимального використання вузлів основного каналу, запропоновані три способи по-

будови коригуючого каналу - аналоговий, гібридний та цифровий.

6. На основі запропонованих способів розроблені оригінальні структурні схеми заводських засобів вимірювання з калібрато-ром температури: двох засобів - з аналоговою, двох засобів - з гібридною та одного засобу - з цифровою структурою коригуючого каналу, в яких реалізовано комплекс заходів захисту від зовнішніх та внутрішніх регулярних, імпульсних та шумових завод.

7. На основі розроблених структур засобів створено: по-перше, прецизійний чотирьохканальний цифровий вимірювач температури Ф4835-02, який забезпечує похибку вимірювання $0,8^{\circ}\text{C}$ в діапазоні $500 \dots 1100^{\circ}\text{C}$ в комплекті з термоелектричним перетворювачем типу хромель-алюмель при коефіцієнтах подавлення 91 і 164 дБ для завод відповідно нормального та загального виду; по-друге, спеціально пристосований до використання в засобах вимірювання з калібратором температури високочутливий одноплатний 16-розрядний аналого-цифровий перетворювач двотактного вагового інтегрування, який має клас точності $0,02/0,015$ на піддіапазоні 20 мВ при коефіцієнті подавлення завод нормального виду 60 дБ.

Основні положення дисертації викладені в:

1. Масляк В. А., Кочан В. В., Козицкий И. Д., Сауляк А. И., Королев Н. А., Матвиив В. И., Лешков Я. С. Аналого-цифровой преобразователь температуры // Тез. докл. V Всесоюзной конференции "Температура-84", Львов, 1984.

2. Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Мильченко В. Ю., Сауляк А. И. Повышение точности измерения температуры методом образцового сигнала // Тез. докл. V Всесоюзной конференции "Температура-84", Львов, 1984.

3. Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Мильченко В. Ю., Сауляк А. И., Нефедов Н. Н. Преобразователи температуры с автоматическим калиброванием измерительного канала // Тез. докл. V Всесоюзного симпозиума "Проблемы создания преобразователей формы информации", Киев, 1984.

4. А. с. 1154552 СССР. "Устройство для измерения температуры", Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Мильченко В. Ю.; Опубл. 1985, Бюл. N 17.

5. Масляк В. А., Кочан В. В., Чирка М. И., Карачка А. Ф., Павзрий И. Р. Повышение точности измерения температуры на основе самокалибрования датчиков // Тез. докл. V Республиканской н.-т.

конференции "Структурные методы повышения точности, чувств., и быстродействия изм. приборов и систем", Киев, 1985.

6. А. с. 1315830 СССР. "Многоканальное устройство для измерения температуры с автоматическим калиброванием каналов", Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Мильченко В. Ю., Ваврынюк О. А.; Оpubл. 1987, Бюл. N 21.

7. Масляк В. А., Саченко А. А., Мильченко В. Ю. Средство точного измерения температуры с автоматическим калиброванием измерительного канала // Теж. докл. н.-т. конференции "Применение вычислит. техники, математ. методов и моделирования в автоматизации экспериментальных исследований", Киев, 1987.

8. А. с. 1339414 СССР. "Устройство для измерения температуры", Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Мильченко В. Ю., Ваврынюк О. А.; Оpubл. 1987, Бюл. N 35.

9. Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В. Аналогово-цифровой преобразователь системного применения. // Теж. докл. Республиканской н.-т. конференции "Системы контроля параметров электронных устройств и приборов", Киев, 1988.

10. А. с. 1397741 СССР. "Устройство для измерения температуры", Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Мильченко В. Ю.; Оpubл. 1988, Бюл. N 19.

11. А. с. 1397742 СССР. "Устройство для измерения температуры", Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Ковицкий И. Д., Матвиив В. И., Рылик М. Г.; Оpubл. 1988, Бюл. N 19.

12. Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В. Идентификация фазового перехода реперного материала калибратора в цифровом измерителе температуры. "Известия высших учебных заведений", "Приборостроение", 1988, N 9.

13. А. р. 1446492 СССР. "Многоканальное устройство для измерения температуры с автоматическим калиброванием измерительных каналов", Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Мильченко В. Ю.; Оpubл. 1988, Бюл. N 47.

14. Масляк В. А., Саченко А. А., Коберник В. Ф., Белоусов И. А., Ваврынюк О. А. ИИС для измерения температуры на базе микро-ЭВМ. "Приборы и системы управления", N 6, 1989.

15. А. с. 1506294 СССР. "Устройство для измерения температуры", Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Мильченко В. Ю., Цебрый Р. И.; Оpubл. 1989, Бюл. N 33.

16. А. с. 1515367 СССР. "Аналого-цифровой преобразователь

двухтактного интегрирования". Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Матвиив В. И.; Оpubл. 1989, Бюл. N 38.

17. А. с. 1538060 СССР. "Устройство для измерения температуры", Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Мильченко В. Ю.; Оpubл. 1990, Бюл. N 3.

18. А. с. 1547054 СССР. "Аналого-цифровой преобразователь", Масляк В. А., Саченко А. А., Кочан В. В., Матвиив В. И., Паздрий И. Р., Ваврынюк О. А.; Оpubл. 1990, Бюл. N 8.

19. А. с. 1582029 СССР. "Многоточечный цифровой термометр", Масляк В. А., Кочан В. В., Карачка А. Ф., Троценко Ю. П., Чирка М. И.; Оpubл. 1990, Бюл. N 28.

20. А. с. 1697265 СССР. "Аналого-цифровой преобразователь", Масляк В. А., Твердый Е. Я., Кочан В. В., Маркив В. М., Матвиив В. И., Саченко А. А.; Оpubл. 1991, Бюл. N 45.

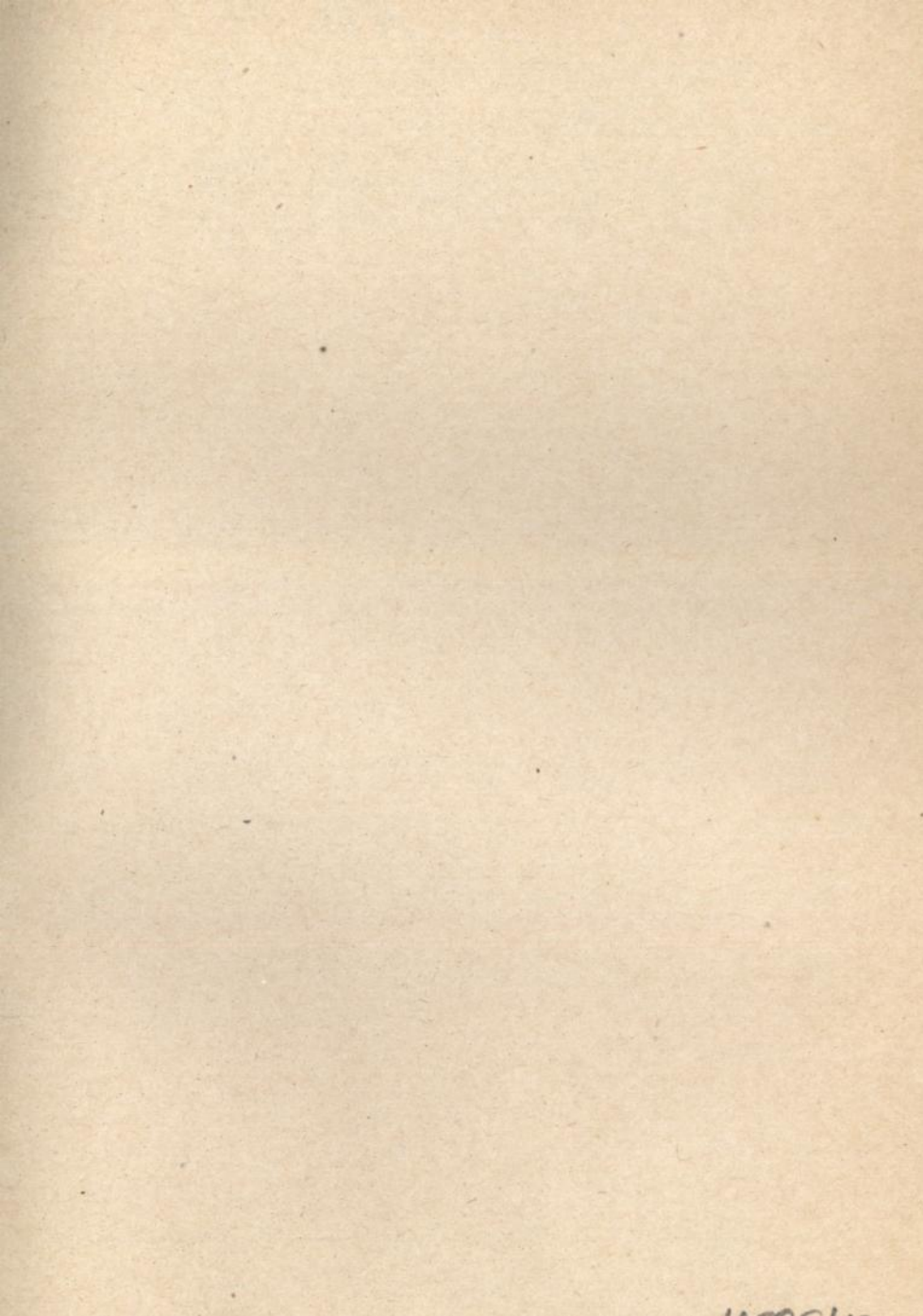
21. Масляк В. А., Карачка А. Ф., Кочан В. В., Саченко А. А. Модульный аналого-цифровой преобразователь для АСУ ТП // Теа. докл. Респ. н.-т. конференции "Вопросы проектирования и практи. использования ПЭВ в управляющих и вычисл. комплексах", Одесса, 1991.

22. Масляк В. А., Саченко А. А. Повышение помехоустойчивости высокоточных ИИС температуры. // Теа. докл. Всесоюзной н.-т. конференции "Радиоизмерения-91", Севастополь, 1991.

23. В. Maslyjak, A. Sachenko, V. Kochan. Design of Measurement Instruments on the Basis of Transducers with Selfcalibration. Third IFAC-Symposium on Low Cost Automation, Vienna, Austria, 1992.

Підписано до друку 17.07.94р. Формат паперу 60 x 84 I/16. Друк офсетний ротопринтний. Папір білий. Друкарських листів 1. Замовлення 706. Тираж 100.

Тернопіль, вул. Над Стевом, 10. Обласне упр-вління статистики. Відділ оперативної поліграфії.



AB 30.636

AB 30.636