

Podstawy miernictwa wielkości stochastycznych. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1985. 6. Hanus R. Modelling of the stationary stochastic signals used in time delay and velocity measurements of solid objects. *Systems Analysis Modelling Simulation Vol. 40, (3)*, 2001. 7. Hanus R., Kowalczyk A. Modele sygnałów niestacjonarnych w badaniach stochastycznych metod pomiaru prędkości transportu ciał stałych // *Materiały III Międzynarodowego Seminarium Metrologów "Metody i technika przetwarzania sygnałów w pomiarach fizycznych" Rzeszów/Lwów 1995. OW PRz, Rzeszów, 1997.* 8. Hanus R., Kowalczyk A. Symulacyjne sprawdzenie właściwości autokorelacyjnej metody pomiaru prędkości // *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, seria Elektrotechnika z. 15, Rzeszów, 1996.* 9. <http://www.dasylab.net>. 10. Jacovitti G., Scarano G. Discrete time techniques for time delay estimation. *IEEE Trans. on Signal Processing Vol. 41, No 2, 1993.* 11. Kabza Z.: *Pomiary strumienia płynów // Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej, Studia i Monografie z. 90, Opole, 1996.* 12. Ковальчук А. Отбор и обработка электрических сигналов при стохастических

измерениях параметров переноса массы. Диссертация, Львов, 1992. 13. Козубовский Ц. Ф. Корреляционные экстремальные системы.– К., 1973. 14. Kumpfert L, Reinhold M. *Mengenstrom- und Geschwindigkeitsmessung nach der Korrelationsmethode. Lebensmittelindustrie 29, H. 9, 1982.* 15. Lal-Jadziak J. *Kształtowanie dokładności w pomiarach korelacyjnych. Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej, Zielona Góra, 2001.* 16. Mesch F. *Speed and flow measurement by an intelligent correlation system. Proc. ISA-90 Conference, New Orlean, 1990.* 17. Mesch F., Fritsche R., Kipphan K. *Transit time correlation – a survey on its applications to measuring transport phenomena. Trans. of ASME, Vol. 96, series G, Dec. 1994, No 4.* 18. Mesch F., Kipphan K. *Solids flow measurement by correlation method. Optoelectronics 4, 1972.* 19. Waluś S. *Ultradźwiękowe pomiary strumienia objętości wody w rurociągach i kanałach otwartych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Automatyka z. 99, Gliwice, 1990.* 20. Zator S. *Korelacyjny pomiar strumienia objętości płynów. Wyd. Szumacher, Kielce, 1997.*

УДК 536.53

## КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЯКОСТІ ГОТЕЛЬНИХ ПОСЛУГ

© Паракуда В., Шишкіна Л., Яцук А., 2003

Державний науково-дослідний інститут "Система", вул. Кривоноса, 6, 79008, Львів, Україна

**Проаналізовано сучасний стан проблеми контролю температури під час надання та оцінювання якості готельних та туристичних послуг. Запропоновано структуру та експериментально досліджено макет цифрового термометра з напівпровідниковими сенсорами.**

**Проанализировано современное состояние проблемы контроля температуры и оценки качества при гостиничном и туристическом обслуживании. Предложена структура и экспериментально исследован макет цифрового термометра с чувствительными полупроводниковыми сенсорами.**

**The up-to-day conditions of temperature check and quality estimation at the hotel and tourism service are analyzed in this paper. The new measurement current modulation method and thermometer scheme for unification of p-n junction sensor are proposed. The experimental investigations of semiconductor digital thermometer are made.**

**Вступ.** Самопочуття та відчуття комфортності людини значною мірою залежить від зміни параметрів довкілля та житлово-побутових умов. Нормативні документи встановлюють певні вимоги щодо кліматичних та житлово-побутових умов при наданні готельних та туристичних послуг [1, 2]. Це насамперед температура, вологість та тиск повітря довкілля і залежно від класу готелю, значення температури гарячої води, в приміщенні в опалювальний сезон, підігрівної підлоги у ванній кімнаті тощо.

Однак перелік та якість наданих готельних та туристичних послуг повинні постійно розширюватись

та вдосконалюватись для чіткого визначення потреб споживача, уникнення незадоволеності споживача при оптимізації витрат на забезпечення належного їх рівня [3,4]. Окрім того, постачальник послуг повинен періодично і систематично перевіряти якість вимірювання, щоб гарантувати її подальше ефективне використання [5]. Вітчизняна промисловість не випускає недорогі вимірювальні засоби для контролю параметрів довкілля.

Тому безперервний контроль одного із найважливіших параметрів кліматичних та житлово-побутових умов температури є актуальним завданням.

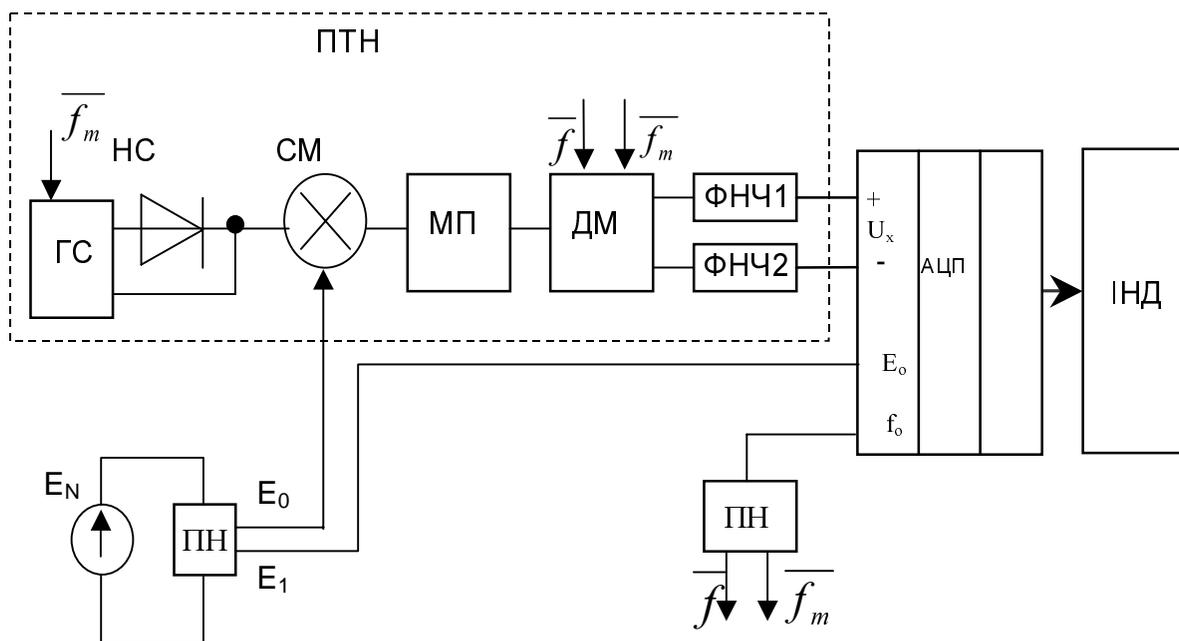
**Вимоги до засобів вимірювання температури при контролі готельних та туристичних послуг.** Нижню межу діапазону вимірювання такого термометра визначає мінімальна температура зовнішнього повітря ( $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), верхню – максимальна температура гарячої води ( $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Контролюючи температури, значення похибки  $\pm(0,5\dots 1)^{\circ}\text{C}$  можна вважати достатнім, а при вимірюванні (наприклад, температури повітря в опалювальний сезон) значення похибки є значно меншим і не перевищує  $\pm(0,1\dots 0,2)^{\circ}\text{C}$ , оскільки при некомфортній температурі в номері (мінімальне значення  $+18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  [1]) споживач матиме право висувати матеріально-фінансові претензії до постачальника послуг. При контролі температури під час надання туристичних послуг термометр повинен бути портативним, а при наданні готельних послуг – може бути і стаціонарним, і портативним.

Окрім температури, кліматичні умови характеризують ще деякими важливими параметрами, зокрема тиском і вологістю довкілля. У такому разі вже йтиметься про багатофункціональний прилад, для спрощення реалізації якого треба вибрати серійні електронні вироби високого ступеня інтеграції температури

(сьогодні вони дешеві і наявні в широкому асортименті на вітчизняному ринку), особливо портативні, повинні мати малі масогабаритні показники та енергоспоживання.

Серійні термоелектричні перетворювачі через великі похибки, необхідність компенсації впливу зміни температури довкілля та високу вартість не задовольняють комплексу сформульованих вимог. Серійні терморезистивні перетворювачі є порівняно дорогими і тільки за умови урахування їх індивідуальних статичних характеристик (ІСХ) дають похибку вимірювання у декілька десятих кельвіна. Серійні напівпровідникові діодні сенсори забезпечують похибку вимірювання до  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  при вартості декілька гривень [6], а для її зменшення слід у вторинному приладі враховувати ІСХ цих сенсорів [7].

За заданих метрологічних параметрів термометр доцільно побудувати на основі сенсорів з р-п-переходом, що теоретично повинно уніфікувати та лінеаризувати їх статичні характеристики та підвищити їх часову стабільність [8]. Основні зусилля були спрямовані на експериментальну перевірку цього теоретичного положення.



Структурна схема цифрового термометра з уніфікацією характеристик діодних сенсорів: НС – напівпровідниковий сенсор; ПТН – перетворювач температура-напруга; СМ – суматор; МП – масштабний підсилювач; ДМ – демодулятор; ФНЧ1, ФНЧ2 – фільтри низької частоти; ІНД – індикатор; ПН – подільник напруги; ПЧ – подільник частоти

**Структура термометра з уніфікацією напівпровідникових сенсорів.** Враховуючи сформульовані вимоги, в основу структурної схеми термометра з уніфікацією напівпровідникових сенсорів поклали ЦАП напруги постійного струму, оскільки при реалізації ЦАП з частотним входом дещо ускладнюється схема перетворювача температури в частоту електричних коливань. Для спрощення реалізації макета вибрано метод уніфікації з двома значеннями робочого струму, причому такими, щоб значення методичних похибок апроксимації характеристик НС не перевищувало  $\pm 0,05\%$  [8].

Структурна схема розробленого макета цифрового термометра з уніфікацією діодних сенсорів подана на рисунку. Як ЦАП в макеті використовували поширені інтегральні мікросхеми КР572ПВ5, КР572ПВ2 (ICL) з відповідно рідкокристалічними або світлодіодними індикаторами.

Частоту керування  $f_m$ ,  $\overline{f_m}$  модулятором та демодулятором сформовано з генератора частоти ЦАП за допомогою її поділу ПЧ. Модульоване значення струму через НС реалізовано шунтуванням значення струмозадавального резистора в ГС. Для зменшення похибки від перегріву НС максимальне значення струму через НС вибрано не більшим за 100 мкА. Подільником ПН із стабільної напруги  $E_N$  формують два значення опорних напруг –  $E_1$  подають на суматор СМ для подання результату вимірювання температури у шкалі Цельсія, а  $E_0$  використовують як опорну для ЦАП. Виходи обох ФНЧ під'єднано до диференційного входу ЦАП.

Щоб забезпечити індикацію вимірювальної температури  $\Theta_x$  в шкалі Цельсія до модульованої вихідної напруги з НС  $U_{nc}$  алгебраїчно додають напругу  $U_0$ , значення якої повинно дорівнювати вихідній напрузі НС при температурі  $0^{\circ}\text{C}$ . З урахуванням цього вхідні напруги  $U_{vx1}$  та  $U_{vx2}$  диференційного входу ЦАП подамо виразами:

$$U_{ax1} = \frac{m}{2} \left[ \varphi_t \ln \frac{I_1}{I_2} + \Delta_{mn} + R_{\delta} (I_1 - I_2) - U_0 \right], \quad (1)$$

$$U_{ax2} = \frac{m}{2} \left[ \varphi_t \ln \frac{I_1}{I_2} + \Delta_{mn} + R_{\delta} (I_1 - I_2) \right], \quad (2)$$

де  $I_1 = \frac{E_N + \Delta_{ГС}}{R_1}$ ,  $I_2 = \frac{E_N + \Delta_{ГС}}{R_2}$  – струми, що

протікатимуть через НС у різних півперіодах частоти модуляції  $f_m$ ;  $E_N$  – значення стабільної напруги блока опорної напруги термометра;  $\Delta_{ГС}$ ,  $\Delta_{МП}$  – адитивна складова похибки відповідно ГС та МП;  $R_1$ ,  $R_2$  – значення опорів струмозадавальних резисторів;

$\varphi_t = \frac{kT_x}{g}$  – температурний потенціал;  $R_{\delta}$  – опір бази та виводів НС.

Вираз показу термометра  $N_x$  подамо як

$$N_x = K_{АЦП} \frac{U_{ax1} - U_{ax2}}{E_0}, \quad (3)$$

де  $K_{АЦП}$  – коефіцієнт перетворення ЦАП;  $E_0 = nE_N$  – значення опорної напруги ЦАП;  $N$  – коефіцієнт поділу напруги  $E_N$ .

Після нескладних перетворень отримаємо вираз показу  $N_x$  у такому вигляді

$$N_x = mK_{АЦП} \left[ \frac{kT_x}{gE_0} \ln \frac{R_2}{R_1} - 0,5 \frac{U_0}{E_0} + \frac{E_N}{E_0} \frac{R_{\delta}}{R_1} \left( 1 - \frac{R_1}{R_2} \right) \left( 1 + \frac{\Delta_{ГС}}{E_N} \right) \right], \quad (4)$$

де  $R_{\delta}$  – опір бази, виводів та ліній зв'язку НС з термометром.

Аналіз (4) свідчить, що для зменшення впливу опору  $R_{\delta}$  слід вибирати НС з “товстою” низькоомною базою. Адитивне зміщення шкали для певного типу НС (опір  $R_{\delta}$  та напруги  $\Delta_{ГС}$ ) можна скоригувати, уводячи в термометр елементи для встановлення його нульових показів. Оскільки джерела опорної напруги також мають певний розкид значень від зразка до зразка, то в термометрі слід передбачити і мультиплікативне підстроювання.

**Результати досліджень.** У дослідженому макеті цифрового термометра підстроювання здійснювали при кімнатній температурі та при температурі кипіння води. Сенсори температури виготовляли із серійних кремнієвих транзисторів типів КТ315 та КТ3102.

Досліджували по 10 НС з транзисторів кожного типу, причому транзистори підбирали випадково, а не з однієї партії (пакування). Підстроювання макетів термометра здійснювалось за усередненими показами для

кожного з типів транзисторів. Дослідження виконували в нуль-термостаті та при температурі кипіння води.

**Висновки.** За результатами досліджень можна зробити такі висновки.

Максимальний розкид показів термометра для одного типу транзисторів становив  $\pm 1,4$  °С в нуль-термостаті.

Розкид показів термометра для НС, виготовлених з різного типу транзисторів, в нуль-термостаті не перевищив  $\pm 1$  °С.

Розкид показів термометра при температурі кипіння води для одного типу транзисторів не перевищив  $\pm 0,5$  °С.

Виконані дослідження показали, що математична модель [8] коректна. Для зменшення розкиду показів термометрів доцільно розробити інтегральний чи мікромодульний напівпровідниковий сенсор з мінімально можливим розкидом опорів виводів, а також вико-

ристати послідовно-паралельне з'єднання чутливих елементів – діодів.

1. ГОСТ 28681.4-95. Міждержавний стандарт. Туристично-екскурсійне обслуговування. Класифікація готелів.
2. ГОСТ 28681.395. Міждержавний стандарт. Туристично-екскурсійне обслуговування. Вимоги до забезпечення безпеки туристів та екскурсантів.
3. ДСТУ ISO 9004-2-96. Управління якістю та елементи системи якості. Частина 2. Настанови щодо послуг.
4. ГОСТ 28681.2-95. Міждержавний стандарт. Туристично-екскурсійне обслуговування. Загальні вимоги.
5. ДСТУ 3921.2-2000 (ISO 10012-2:1997). Забезпечення якості засобами вимірювальної техніки. Частина 2. Настанови щодо контролю процесів вимірювань.
6. *Microsensors. Principles and applications*/Gardner g.w.-g. Willey & Sons, Chichester, England, 1994.
7. Василюк В.М. Принципи побудови високоточних сенсорів на основі р-п-переходу // *Вимірювальна техніка та метрологія*. 1998. – №53. – С.70–76.
8. Яцук В., Яцук Ю. Метод покращання характеристик температурних сенсорів на основі р-п-переходу // *Вимірювальна техніка та метрологія*. 2002. – №59. – С.90–96.