

УДК 621.384.3

СИНТЕЗ СТРУКТУРИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ ПРИ ТЕПЛОВІЗІЙНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

*Грабо В.В., к.т.н., асистент, Гуменчук О.А., Бахновська Н.П., студенти
Вінницький національний технічний університет
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95
E-mail: gvv@vstu.vinnica.ua*

В работе на основании предложенной математической модели синтезирована структура устройства, позволяющего учитывать воздействие внешних факторов на объект контроля в процессе тепловизионных измерений.

Ключевые слова: тепловизионное контроль, нечеткая логика.

On the basis of the suggested mathematical model, the paper presents the synthesized structure of the device, which accounts for extraneous factor influence during the thermal measurements of the under control objects.

Keywords: thermal control, fuzzy logic.

Вступ. Відомо, що в процесі тепловізійних вимірювань на об'єкт дослідження діють різноманітні зовнішні чинники [1]. При цьому умови досліджень відрізняються по температурі навколишнього середовища, швидкості вітру, вологості тощо. Для прийняття тієї або іншої експертної оцінки необхідно здійснювати перерахунок даних тепловізійного контролю, отриманих в конкретних умовах.

В роботі [2] запропонована математична модель, згідно якої визначається ваговий коефіцієнт врахування зовнішніх факторів. Цей коефіцієнт згідно теорії нечітких множин [3, 4] може приймати рівні: d_1 – дуже низький, d_2 – низький, d_3 – середній, d_4 – високий, d_5 – дуже високий.

Обчислення вагового коефіцієнта здійснюється за нечіткими логічними рівняннями, приклад якого має вигляд

$$\mu^{d_1}(d) = \left[\begin{array}{l} (\mu^{ДВ}(x_1) \vee \mu^B(x_1)) \cdot \mu^H(x_2) \cdot \\ \mu^{ДН}(x_3) \cdot \mu^B(x_4) \cdot \mu^H(x_5) \cdot \mu^{ДН}(x_6) \end{array} \right], \quad (1)$$

де $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ – входні параметри моделі – температура навколишнього середовища, вологість повітря, швидкість вітру, дальність видимості, сонячна активність та висота сонця над горизонтом відповідно; ДН, Н, С, В, ДВ – терми входних величин, що описують рівні параметрів – дуже низький, низький, середній, високий, дуже високий відповідно.

В подальшому застосовано метод дефазифікації, який дозволяє отримати розв'язок – шукане значення вагового коефіцієнта в залежності від комбінації параметрів факторів впливу.

Для практичного застосування розробленої математичної моделі необхідна її технічна реалізація.

Мета роботи – синтез структури пристрою для врахування впливу навколишнього середовища при тепловізійних дослідженнях.

Матеріал і результати дослідження. Застосуємо структурно-логічний підхід для реалізації тепловізійного пристрою, який передбачає використання прийомів аналогового [5] та цифрового [6] синтезу в залежності від функціональних особливостей кожного блока.

У відповідності до запропонованої математичної моделі синтезуємо структуру пристрою для врахування впливу зовнішніх факторів, які мають місце при тепловізійних вимірюваннях. Структурна схема, що характеризує проходження сигналів, зображена на рис. 1.

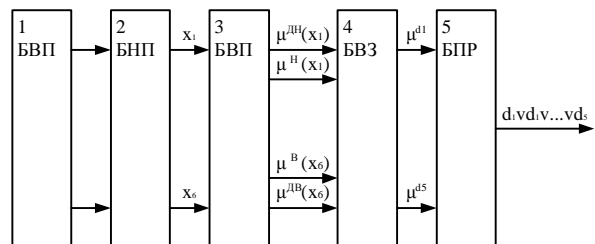


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою для врахування впливу зовнішніх факторів

На схемі: 1 – блок введення контрольованих параметрів (введення з приладів або з пульта); 2 – блок нормуючих перетворювачів; 3 – блок визначення параметрів за функціями належностей (ФН); 4 – блок визначення значень вагового коефіцієнта; 5 – блок прийняття рішення. Блок визначення параметрів за ФН 3 реалізує ФН трикутного типу.

Реалізуємо апаратно задані ФН, користуючись методами логічно-структурного синтезу з використанням елементів аналогової схемотехніки.

На рис. 2 а зображено структуру блока 1, який реалізує функцію згідно рис. 2 б. Операційний під-

силуваач 1 інвертує вхідний сигнал, а підсилуваач 2 виконує функцію суматора.

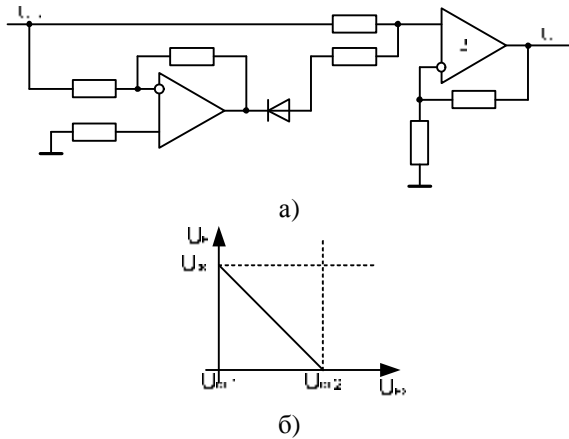


Рисунок 2 – Структурна схема блока 1

На рис. 3, а) зображена структурна схема блока 2, який реалізує функцію згідно графіка рис. 3, б). Операційні підсилуваачі 3 і 4 реалізують лінійні функції без інвертування та з інвертуванням сигналу відповідно, а підсилуваач 5 виконує роль суматора. Сигнал $U_{ж}$ відповідає напрузі живлення операційних підсилуваачів.

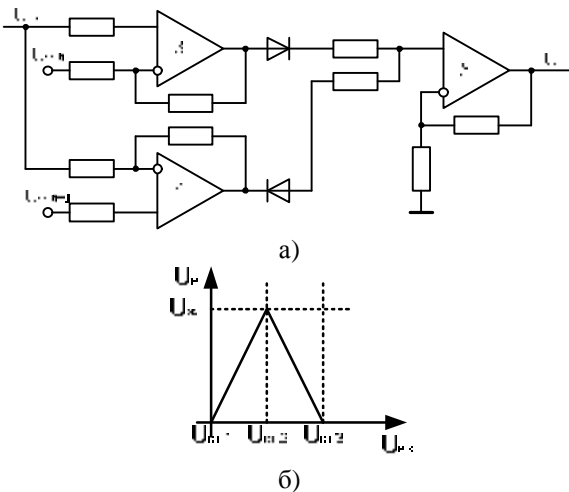


Рисунок 3 – Структурна схема блока 2

Структурна схема блока 3, що зображена на рис. 4, а), реалізує лінійну функцію, зображену на графіку (рис. 4, б)).

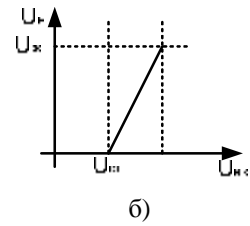
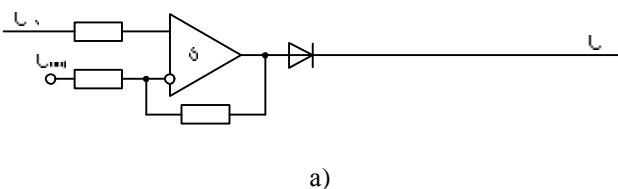


Рисунок 4 – Структурна схема блока 3

Посадивши блоки 1-3, як показано на рис. 5, а), отримаємо реалізацію тритермової лінгвістичної змінної (рис. 5, б)) відповідного вхідного сигналу.

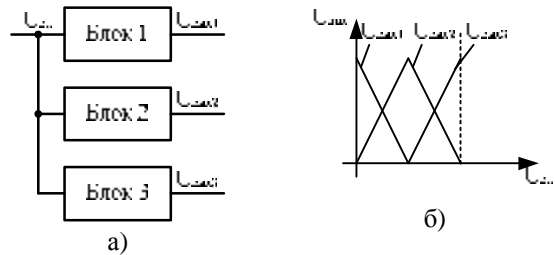


Рисунок 5 – Структурна схема блока, що реалізує тритермову лінгвістичну змінну

Аналогічним чином реалізується п'ятитермова лінгвістична змінна вхідного параметру.

Таким чином можна реалізувати всі ФН.

Оскільки в математичних залежностях, наприклад (1), виконуються тільки дві операції (визначення найменшого або найбільшого значень), то реалізуємо процедуру знаходження \min або \max у вигляді відповідних електронних схем, що зображені на рис. 6. На схемі: 1 – операційні підсилуваачі, що виконують функцію диференціальних підсилуваачів [7], 2, 3 – електронні ключі, 4, 5 – діоди.

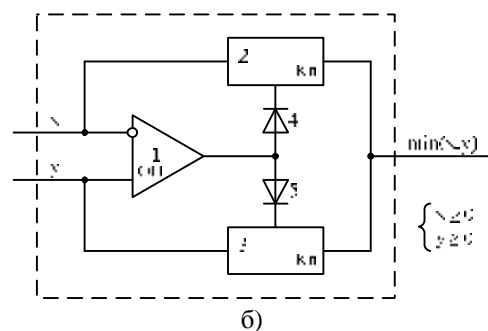
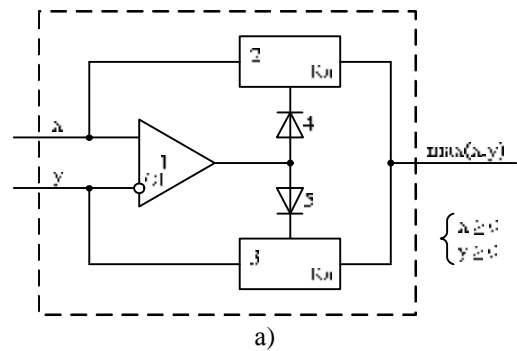


Рисунок 6 – Структурні схеми блоків для реалізації операцій max (а) та min (б)

Застосуємо синтезовані блоки для реалізації математичних залежностей, що характеризують кожне із можливих значень вагового коефіцієнта згідно запропонованого підходу.

На рис. 7 зображена структурна схема модуля, що дозволяє реалізувати нечітке логічне рівняння, що описується математичним виразом (1).

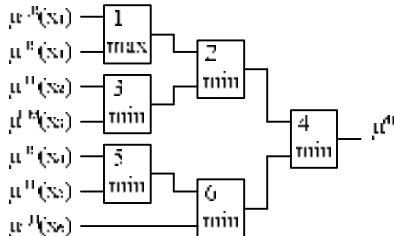


Рисунок 7 – Структурна схема модуля, що реалізує нечітке логічне рівняння, яка описується математичним виразом (1)

Аналогічним чином реалізуємо структурні схеми модулів, що дозволяють реалізувати інші нечіткі логічні рівняння.

Вибір остаточного значення вагового коефіцієнта в синтезованому пристрої проводиться в блоці прийняття рішення 5. Структурна схема цього блока приведена на рис. 8. На схемі: 1 – 4 – блоки, в яких визначається більший із двох вхідних сигналів (згідно рис. 6), 5 – 9 – компаратори, 10 – 14 – елементи І, 15 – 19 – індикатори, R₁ і R₂ – резистори, що утворюють дільник напруги.

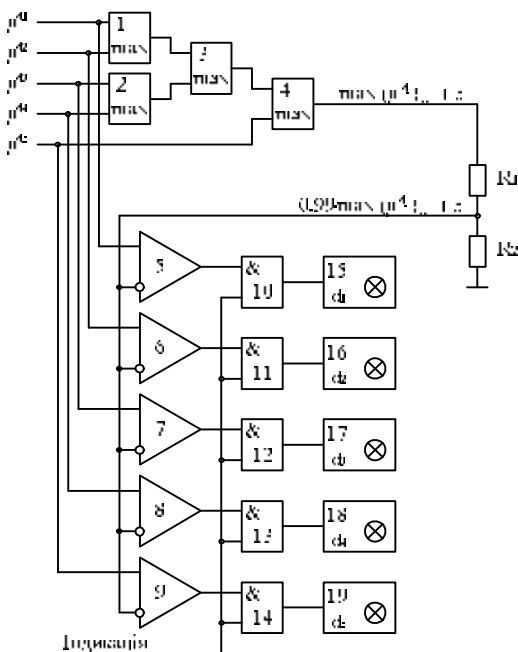


Рисунок 8 – Структурна схема блока прийняття рішення

Робота блока прийняття рішення заключається в наступному. При подачі на входи сигналів, що відповідають сформованим значенням, визначеним при розв'язанні нечітких логічних рівнянь, в блоках 1 – 4 знаходиться найбільше із них значення, сигнал якого через дільник напруги подається на входи компараторів 5 – 9. В залежності від реального значення вагового коефіцієнта сигнал логічної одиниці буде тільки на виході одного із компараторів. При подачі сигналу “Індикація” відкривається тільки той із логічних елементів І, на якому сигнали співпадають, і включається відповідний індикатор.

Слід зазначити, що реалізація блока введення контрольованих параметрів та блока нормуючих перетворювачів здійснюється традиційними методами в залежності від існуючих приладів вимірювання параметрів навколишнього середовища, які здійснюють вплив на тепловізійні вимірювання.

Очевидно, що можливо виконати і іншу реалізацію пристрою для врахування впливу зовнішніх факторів при тепловізійних дослідженнях, наприклад, програмно-апаратним шляхом на мікроконтролері або програмним шляхом на портативному комп'ютері.

Висновки. 1. На основі запропонованої математичної моделі синтезована структура пристрою для врахування факторів зовнішнього впливу під час тепловізійних вимірювань.

2. Синтезована структура пристрою придатна для технічної реалізації та використання безпосередньо в процесі тепловізійних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Власов А.Б. Обработка и анализ данных тепловизионного контроля электрооборудования // Электротехника. – 2002. – №7. – С.37–43.
2. Грабко В.В., Грабко В.В. Математична модель для коригування температурних зображень об'єктів при контролі електрообладнання // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Електромашинобудування та електрообладнання”. Випуск 66. Тематичний випуск “Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика”. – К.: “Техніка”. – 2006. – С.394 – 396.
3. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.– 167 с.
4. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с.
5. Тетельбаум И.М., Шнейдер Ю.Р. Практика аналогового моделирования динамических систем: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 384 с.

6. Захаров В.Н. Автоматы с распределенной памятью. – М.:Энергия, 1975. – 136 с.

7. Щербаков В.И., Грездов Т.И. Электронные схемы на операционных усилителях: Справочник. – К.: Техника, 1983.– 213 с.

Стаття надійшла 13.05.2008 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.
Родькіним Д.Й.