



УКРАЇНА

(19) UA (11) 44595 (13) U
(51) МПК (2009)
G06F 17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ НЕЧІТКОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1

(21) u200903880

(22) 21.04.2009

(24) 12.10.2009

(46) 12.10.2009, Бюл.№ 19, 2009 р.

(72) КОНДРАТЕНКО ВОЛОДИМИР ЮРІЙОВИЧ,
КОНДРАТЕНКО ЮРІЙ ПАНТЕЛІЙОВИЧ

(73) ЧОРНОМОРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕР-
СИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ, НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АД-
МІРАЛА МАКАРОВА

(57) Пристрій для обробки нечіткої інформації, що має у своєму складі задавальний елемент для введення експертних оцінок відповідного нечіткого параметра, багатоканальний блок пам'яті для введення і зберігання даних, що характеризують нечітку інформацію у вигляді нечіткої множини з трикутною формою функції належності, багатofункціональний обчислювальний блок та блок відображення обробленої інформації, вихід задавального елемента та перший, другий і третій виходи багатоканального блока пам'яті з'єднані відповідно з першим, другим, третім і четвертим входами багатofункціонального обчислювального блока, вихід якого підключений до входу блока відображення обробленої інформації, який **відрізняється** тим, що багатofункціональний обчислювальний блок виконаний у вигляді арифметико-логічного пристрою, що містить перший, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий суматори, перший, другий, третій і четвертий керовані ключі, перший, другий і третій порогові елементи, перший і другий елементи I, перший і другий блоки ділення, а також перший і другий елементи заперечення, перший прямий вхід першого суматора підключений до першого входу багатofункціонального обчислювального блока і до інформаційних входів першого та другого керованих ключів, другий інвертований вхід - до першого виходу багатокана-

2

льного блока пам'яті і до першого інвертованого входу четвертого суматора, а вихід - до першого входу першого блока ділення і до входу першого порогового елемента, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента I та з керованим входом першого керованого ключа, вихід якого підключений до першого прямого входу другого суматора, другий інвертований вхід якого з'єднаний з другим виходом багатоканального блока пам'яті, з другим прямим входом четвертого суматора і з першим інвертованим входом п'ятого суматора, а вихід - з входом другого порогового елемента, вихід якого з'єднаний з першим входом другого елемента I, з входом першого елемента заперечення та з керованим входом другого керованого ключа, вихід якого підключений до першого прямого входу третього суматора, другий інвертований вхід якого з'єднаний з третім виходом багатоканального блока пам'яті і з другим прямим входом п'ятого суматора, а вихід - з першим входом другого блока ділення і входом третього порогового елемента, вихід якого з'єднаний через другий елемент заперечення з другим входом другого елемента I, вихід якого підключений до керованого входу четвертого керованого ключа, інформаційний вхід якого підключений до виходу другого блока ділення, а вихід - до другого інвертованого входу шостого суматора, вихід якого з'єднаний з виходом багатofункціонального обчислювального блока, а перший прямий вхід - через третій керований ключ з виходом першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента заперечення, вихід п'ятого суматора з'єднаний з другим входом другого блока ділення, а вихід четвертого суматора - з другим входом першого блока ділення, вихід якого підключений до керованого входу третього керованого ключа.

Корисна модель належить до обчислювальної техніки, а саме до моделювання керованих процесів і об'єктів, що функціонують в умовах невизначеності, й може бути використана для обробки

нечіткої інформації, зокрема, для автоматичного визначення ступеня приналежності відповідного параметра до нечіткої множини з трикутною формою функції належності.

(19) UA (11) 44595 (13) U

Відомо про пристрої для обробки нечіткої інформації, що базуються на використанні блоків пам'яті для зберігання значень нечіткого параметра та відповідних значень ступеня приналежності згідно з заданою формою функції належності досліджуваної нечіткої множини. Прикладом таких пристроїв є пристрій для обробки нечіткої інформації [Патент України №22731, МКІ G06F15/00, опубл. Бюл. №3, 1998], в якому використовується багатоканальний блок пам'яті для зберігання даних з $2N$ каналами, де N - потужність нечітких множин операндів, а блок вибору одного значення функції належності побудований на схемі порівняння кодів, керованих ключах, схемі АБО на два входи, багатовходових схемах І, багатовходовій схемі АБО з трьома станами по виходу та інверторі. Для задавання одного значення (однієї точки) функції належності нечіткої множини використовуються, наприклад, чотири двійкових розряди або тетрода, тобто виділяється шістнадцять рівнів ступеня приналежності. При використанні шістнадцяти розрядних блоків пам'яті в одному слові одного блока пам'яті може зберігатися чотири значення функції належності. Такий пристрій має наступні проблеми:

- багатоканальний блок пам'яті має бути розрахований на зберігання великих масивів інформації, крім того процедура введення інформації до багатоканального блока пам'яті при зміні форми або параметрів функції належності є довготривалою процедурою, що вимагає значних часових витрат;

- низька точність обробки інформації через дискретність функції належності, що зберігається в багатоканальному блоці пам'яті, а зменшення кроку дискретизації призводить до суттєвого збільшення обсягів пам'яті.

Найбільш близьким до запропонованого є пристрій для обробки нечіткої інформації, що реалізує спосіб одержання якісних експертних оцінок при моделюванні економічних, соціальних, біологічних систем [патент України №71851, C06P17/60, G06N7/06 2004], що прийнятий як прототип. Цей пристрій для обробки нечіткої інформації має у своєму складі задавальний елемент для введення експертних оцінок відповідного нечіткого параметра, виконаний у вигляді потенціометричного задавача або задатчика з показником, що має можливість переміщуватись і позиціонуватись між крайніми поділками на шкалі оцінок, багатоканальний блок пам'яті для введення і зберігання даних (\min і \max - границь числового відрізка $[\min, \max]$, на якому визначається значення нечіткого параметра x , а також n - цілого значення потенційної лінгвістичної потужності числового відрізка $[\min, \max]$, що характеризують нечітку інформацію у вигляді нечіткого числа, наприклад \tilde{A} , з трикут-

ною формою функції належності, багатфункціональний обчислювальний блок та блок відображення обробленої інформації, вихід задавального елемента та перший, другий і третій виходи багатоканального блока пам'яті з'єднані відповідно з першим, другим, третім і четвертим входами багатфункціонального обчислювального блока, вихід

якого підключений до входу блока відображення обробленої інформації. Такий пристрій має наступні проблеми:

- мають місце обмежені функціональні можливості, оскільки пристрій забезпечує формування відповідної до задавального сигналу нечіткої множини з трикутною формою функції належності, але не формує в автоматичному режимі ступінь приналежності $\mu_{\tilde{A}}(x)$ будь-якого заданого компонен-

та x , що є складовою носія нечіткої множини \tilde{A} з

трикутною формою функції належності;

- для реалізації компонентів пристрою з відповідними взаємозв'язками має місце застосування ПЕОМ, що ускладнює використання такого пристрою у складі вбудованих електронних систем (embedded systems), які широко використовуються в бортових обчислювальних комплексах різнотипного призначення.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення пристрою для обробки нечіткої інформації шляхом зміни його схемотехнічного виконання та введення додаткових електронних блоків, що дозволить забезпечити формування в автоматичному режимі ступеню приналежності $\mu_{\tilde{A}}(\bar{x})$ до нечіткої множини з трикутною формою

функції належності \tilde{A} будь-якого нечіткого пара-

метра x , заданого за допомогою задавального елемента.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для обробки нечіткої інформації має у своєму складі задавальний елемент для введення експертних оцінок відповідного нечіткого параметра, багатоканальний блок пам'яті для введення і зберігання даних, що характеризують нечітку інформацію у вигляді нечіткого числа з трикутною формою функції належності, багатфункціональний обчислювальний блок та блок відображення обробленої інформації, вихід задавального елемента та перший, другий і третій виходи багатоканального блока пам'яті з'єднані відповідно з першим, другим, третім і четвертим входами багатфункціонального обчислювального блока, вихід якого підключений до входу блока відображення обробленої інформації, згідно до пропозиції багатфункціональний обчислювальний блок виконаний у вигляді арифметико-логічного пристрою, що містить перший, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий суматори, перший, другий, третій і четвертий керовані ключі, перший, другий і третій порогові елементи, перший і другий елементи І, перший і другий блоки ділення, а також перший і другий елементи ЗАПЕРЕЧЕННЯ, перший прямий вхід першого суматора підключений до першого входу багатфункціонального програмованого блока і до інформаційних входів першого та другого керованих ключів, другий інвертований вхід - до першого виходу багатоканального блока пам'яті і до першого інвертованого входу четвертого суматора, а вихід - до першого входу першого блока ділення і до входу першого порогового елемента,

вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента 1 та з керованим входом першого керованого ключа, вихід якого підключений до першого прямого входу другого суматора, другий інвертований вхід якого з'єднаний з другим виходом багатоканального блока пам'яті, з другим прямим входом четвертого суматора і з першим інвертованим входом п'ятого суматора, а вихід - з входом другого порогового елемента, вихід якого з'єднаний з першим входом другого елемента I, з входом першого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ та з керованим входом другого керованого ключа, вихід якого підключений до першого прямого входу третього суматора, другий інвертований вхід якого з'єднаний з третім виходом багатоканального блока пам'яті і з другим прямим входом п'ятого суматора, а вихід - з першим входом другого блока ділення і входом третього порогового елемента, вихід якого з'єднаний через другий елемент ЗАПЕРЕЧЕННЯ з другим входом другого елемента I, вихід якого підключений до керованого входу четвертого керованого ключа, інформаційний вхід якого підключений до виходу другого блока ділення, а вихід - до другого інвертованого входу шостого суматора - з другим з'єднаний з виходом багатифункціонального обчислювального блока, а перший прямий вхід - через третій керований ключ з виходом першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ, вихід п'ятого суматора з'єднаний з другим входом другого блока ділення, а вихід четвертого суматора - з другим входом першого блока ділення, вихід якого підключений до керованого входу третього керованого ключа.

Введення додаткових електронних блоків дає можливість підвищити точність формування сигналів, що відповідають ступеню приналежності нечіткого параметра x до відповідної нечіткої множини \tilde{A} , оскільки виключає вплив кроку дискретизації значень функції належності на точність обчислювальних операцій.

При цьому суттєво розширюються функціональні можливості пристрою для обробки нечіткої інформації.

На Фіг.1 представлено схему пристрою для обробки нечіткої інформації,

а на Фіг.2 - нечітка множина з трикутною формою функції належності, на прикладі якої ілюструються процеси обробки нечіткої інформації.

Пристрій для обробки нечіткої інформації містить задавальний елемент 1 для введення експертних оцінок відповідного нечіткого параметра, багатоканальний блок пам'яті 2 для введення і зберігання даних, що характеризують нечітку інформацію у вигляді нечіткої множини з трикутною формою функції належності, багатифункціональний обчислювальний блок 3 та блок відображення 4 обробленої інформації.

Вихід задавального елемента 1 та перший, другий і третій виходи багатоканального блока пам'яті 2 підключені відповідно до першого, другого, третього і четвертого входів багатифункціонального обчислювального блока 3, вихід якого підключений до входу блока відображення 4

обробленої інформації. Багатифункціональний обчислювальний блок 3 виконаний у вигляді арифметико-логічного пристрою. Блок 2 містить перший 5, другий 6, третій 7, четвертий 8, п'ятий 9 і шостий 10 суматори, перший 11, другий 12, третій 13 і четвертий 14 керовані ключі, перший 15, другий 16 і третій 17 порогові елементи, перший 18 і другий 19 елементи I, перший 20 і другий 21 блоки ділення, а також перший 22 і другий 23 елементи ЗАПЕРЕЧЕННЯ. Перший прямий вхід першого суматора 5 підключений до першого входу багатифункціонального обчислювального блока 3 і до інформаційних входів першого 11 та другого 12 керованих ключів, другий інвертований вхід - до першого виходу багатоканального блока пам'яті 2 і до першого інвертованого входу четвертого суматора 8, а вихід - до першого входу (ділене) першого блока ділення 20 і до входу першого порогового елемента 15. Вихід першого порогового елемента 15 з'єднаний з першим входом першого елемента I 18 та з керованим входом першого керованого ключа 11, вихід якого підключений до першого прямого входу другого суматора 6. Другий інвертований вхід другого суматора 6 з'єднаний з другим виходом багатоканального блока пам'яті 2, з другим прямим входом четвертого суматора 8 і з першим інвертованим входом п'ятого суматора 9, а вихід - з входом другого порогового елемента 17. Вихід другого порогового елемента 17 з'єднаний з першим входом другого елемента I 19, з входом першого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ 22 та з керованим входом другого керованого ключа 12. Вихід другого керованого ключа 12 підключений до першого прямого входу третього суматора 7, другий інвертований вхід якого з'єднаний з третім виходом багатоканального блока пам'яті 2 і з другим прямим входом п'ятого суматора 9, а вихід - з першим входом (ділене) другого блока ділення 21 і з входом третього порогового елемента 17. Вихід третього порогового елемента 17 з'єднаний через другий елемент ЗАПЕРЕЧЕННЯ 23 з другим входом другого елемента I 19, вихід якого підключений до керованого входу четвертого керованого ключа 14. Інформаційний вхід четвертого керованого ключа 14 підключений до виходу другого блока ділення 21, а вихід - до другого інвертованого входу шостого суматора 10. Вихід шостого суматора 10 з'єднаний з виходом багатифункціонального обчислювального блока 3, перший прямий вхід шостого суматора 10 через третій керований ключ 13 підключений до виходу першого елемента I 18, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ 22. Вихід п'ятого суматора 9 з'єднаний з другим входом (подільник) другого блока ділення 21, а вихід четвертого суматора 8 - з другим входом (подільник) першого блока ділення 20, вихід якого підключений до керованого входу третього керованого ключа 13.

В якості задавального елемента 1 може бути використаний потенціометричний задатчик або задатчик з покажчиком, що має можливість переміщуватись і позиціонуватись між крайніми поділками на шкалі оцінок (наприклад задатчик відповідно Патенту України №71851, 2004). В якості багатоканального блока пам'яті 2 може бути вико-

ристаний блок пам'яті коефіцієнтів, побудований на регістрах пам'яті (відповідно Патенту Російської Федерації №2050587, 1995), або блок пам'яті з лінійкою регульованих джерел опорної напруги. Блок відображення 4 обробленої інформації та компоненти багатофункціонального обчислювального блока 3 (суматори, елементи І, порогові елементи, блоки ділення, керовані ключі та елементи ЗАПЕРЕЧЕННЯ) є типовими компонентами комп'ютерних систем.

Запропонований пристрій працює наступним чином.

У початковому стані інформаційні входи керованих ключів 11-14 відключені від їх відповідних виходів. На виходах порогових елементів 15, 16 і 17, а також на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 встановлені сигнали нульового рівня. На виходах елементів ЗАПЕРЕЧЕННЯ 22, 23 та на других входах елементів І 18, 19 встановлені відповідно одиничні сигнали. На відповідних виходах багатоканального блока пам'яті 2 встановлені сигнали a_1 , a_2 , a_3 , що представляють собою трійку чисел, за допомогою яких може бути параметризована задана нечітка множина \tilde{A} з трикутною формою функції належності

$\mu_{\tilde{A}}(x)$, зокрема у вигляді $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$, де параметр a_2 визначає максимально можливий ступінь приналежності $\mu_{\tilde{A}}(a_2)=1$, а параметри a_1 і a_3 представляють собою ліву і праву границю діапазону існування нечіткого параметра x в межах нечіткої множини $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$, тобто $\mu_{\tilde{A}}(a_1)=0$ і $\mu_{\tilde{A}}$

$(a_3) = 0$. Нечітка множина \tilde{A} при цьому представляється сукупністю відповідних пар чисел $(x, \mu_{\tilde{A}}(x))$, де x - значення нечіткого параметра $x \in R$, який належить множині дійсних чисел R ; $\mu_{\tilde{A}}(x)$ - відповідне значення функції належності для параметра x , $\mu_{\tilde{A}}(x) \in [0, 1]$. На виході четвертого суматора 8 встановлений сигнал $a_2 - a_1$, на виході п'ятого суматора - сигнал $a_3 - a_2$. На виходах порогових елементів

При подачі з виходу задавального елемента 1 на перший вхід багатофункціонального обчислювального блока 3 сигналу x на виході першого суматора 5 формується сигнал $x - a_1$, який надходить на вхід першого порогового елемента 15 з статичною характеристикою

$$U_{\text{вих15}} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } U_{\text{вих5}} \leq 0 \\ 1, & \text{якщо } U_{\text{вих5}} > 0 \end{cases}$$

Одночасно на виході першого блока ділення 20 формується сигнал $U_{\text{вих20}} = U_{\text{вих5}} / U_{\text{вих8}} = (x - a_1) / (a_2 - a_1)$. При умові $U_{\text{вих15}} = U_{\text{вих5}} = (x - a_1) \leq 0$ перший пороговий елемент 15 не спрацьовує і на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 зали-

шається сигнал нульового рівня $\mu_{\tilde{A}}(x)=0$,

наприклад $\mu_{\tilde{A}}(x_1)=0$ (Фіг.2). Якщо ж $U_{\text{вих15}} = U_{\text{вих5}} = (x - a_1) > 0$, то спрацьовує перший пороговий елемент 15, на виході якого формується одиничний сигнал $U_{\text{дб15}}=1$, який надходить на перший вхід першого елемента І 18 і одночасно замикає перший керований ключ 11. При цьому вхідний сигнал x поступає на перший вхід другого суматора 6, на виході якого формується сигнал $x - a_2$, який надходить на вхід другого порогового елемента 16 з статичною характеристикою

$$U_{\text{вих16}} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } U_{\text{вих6}} \leq 0 \\ 1, & \text{якщо } U_{\text{вих6}} > 0 \end{cases}$$

При умові $U_{\text{вих16}} = U_{\text{вих6}} = (x - a_2) \leq 0$ другий пороговий елемент 16 не спрацьовує і на виході першого елемента І 18 встановлюється одиничний сигнал $U_{\text{вих18}}=1$, який призводить до замикання третього керованого ключа 13. При цьому вихідний сигнал $U_{\text{вих20}}$ першого блока ділення 20 через третій керований ключ 13 та шостий суматор 10 надходить на вихід багатофункціонального обчислювального блока 3, тобто $\mu_{\tilde{A}}(x) = (x - a_1) / (a_2 - a_1)$. Відповідний

процес обробки нечіткої інформації при визначенні ступеня приналежності $\mu_{\tilde{A}}(x_2)$ нечіткого параметра

x_2 показано на Фіг.2. Якщо ж $U_{\text{вих16}} = U_{\text{вих6}} = (x - a_2) > 0$, то спрацьовує другий пороговий елемент 16, на виході якого формується одиничний сигнал $U_{\text{вих16}}=1$, який надходить на перший вхід другого елемента І 19 і встановлює на виході першого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ 22 та на другому вході першого елемента І 18 сигнал нульового рівня $U_{\text{вих22}}=0$, а також одночасно замикає другий керований ключ 12. При цьому вхідний сигнал x поступає на перший вхід третього суматора 7, на виході якого формується сигнал $x - a_3$, що надходить на перший вхід другого блока ділення 21 і на вхід третього порогового елемента 17 з статичною характеристикою

$$U_{\text{вих17}} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } U_{\text{вих7}} \leq 0 \\ 1, & \text{якщо } U_{\text{вих7}} > 0 \end{cases}$$

На виході другого блока ділення 21 формується сигнал $U_{\text{вих21}} = U_{\text{вих7}} / U_{\text{вих9}} = (x - a_3) / (a_3 - a_2)$. При умові $U_{\text{вих17}} = U_{\text{вих7}} = (x - a_3) \leq 0$ третій пороговий елемент 17 не спрацьовує і на виході другого елемента І 18 встановлюється одиничний сигнал $U_{\text{вих19}} = 1$, який призводить до замикання четвертого керованого ключа 14. При цьому вихідний сигнал $U_{\text{вих21}}$ другого блока ділення 21 через четвертий керований ключ 14 надходить на другий інвертований вхід шостого суматора 10, а отже на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 встановлюється сигнал $U_{\text{вих10}} = -U_{\text{вих21}}$, тобто $\mu_{\tilde{A}}(x) = (a_3 -$

$x) / (a_3 - a_2)$. Відповідний процес обробки нечіткої інформації при визначенні ступеня приналежності $\mu_{\tilde{A}}(x_3)$ нечіткого параметра x_3 показано на Фіг.2.

Якщо ж $U_{\text{вих17}} = U_{\text{вих7}} = (x - a_3) > 0$, то спрацьовує третій пороговий елемент 17, на виході якого формується одиничний сигнал $U_{\text{вих17}}=1$, який надходить на

перший вхід і встановлює на виході другого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ 23 та на другому вході другого елемента 19 сигнал нульового рівня $U_{\text{вих}23}=0$. Отже, на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 залишається сигнал нульового рівня $\mu_{\Delta}(x)=0$, наприклад $\mu_{\Delta}(x_4)=0$

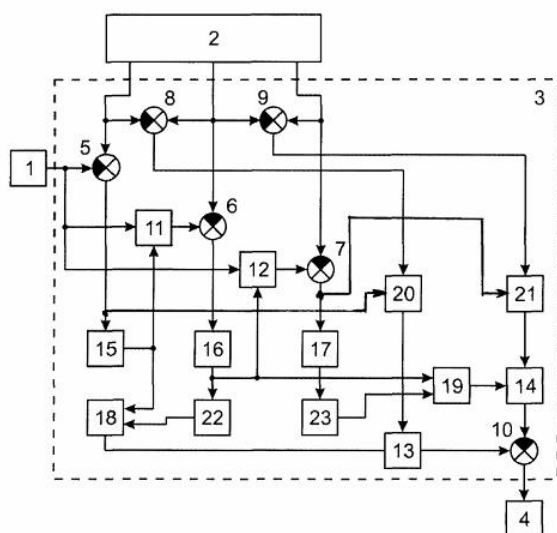
(Фіг.2). Таким чином, пристрій для обробки нечіткої інформації забезпечує формування на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 і відображення блоком 4 сигналу $\mu_{\Delta}(x)$, що відпо-

відає поточному значенню нечіткого параметра x , який формується задавальним елементом 1. При необхідності обробки нечіткої інформації з використанням іншої нечіткої множини $\tilde{B}=(b_1, b_2, b_3)$ з

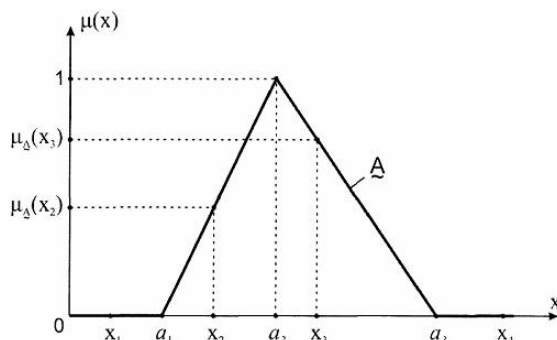
трикутною формою функції належності її параметри b_1, b_2, b_3 в першу чергу вводяться до багатока-

нального блока пам'яті 2, а в подальшому пристрій працює аналогічним чином.

Позитивний ефект проявляється в тому, що в порівнянні з пристроєм згідно патенту України №71851, до складу запропонованого пристрою введено додаткові електронні блоки, які дозволяють пристрою на основі вихідних сигналів багатоканального блока пам'яті формувати відповідну нечітку множину з трикутною формою функції належності, а також для будь-якого задавального сигналу, що формується задавальним елементом пристрою, здійснювати в автоматичному режимі обчислення відповідного ступеню його приналежності до вищезгаданої нечіткої множини. Нові властивості пристрою розширюють область його застосування, а також забезпечують підвищення точності процесів обчислення відповідних ступенів приналежності.



Фіг. 1



Фіг. 2