



УКРАЇНА

(19) UA (11) 48962 (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 ГРУПОВОЇ ОБРОБКИ НЕЧІТКОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1

2

(21) u200911030

(22) 02.11.2009

(24) 12.04.2010

(46) 12.04.2010, Бюл.№ 7, 2010 р.

(72) КОНДРАТЕНКО ВОЛОДИМИР ЮРІЙОВИЧ,
КОНДРАТЕНКО НІНА ЮРІЇВНА, КОНДРАТЕНКО
ЮРІЙ ПАНТЕЛІЙОВИЧ

(73) ЧОРНОМОРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕР-
СИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

(57) Пристрій для групової обробки нечіткої інформациі, 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, багатофункціональний обчислювальний блок та блок відображення обробленої інформації, багатофункціональний обчислювальний блок виконаний у вигляді арифметико-логічного пристрою, що містить перший, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий суматори, перший, другий, третій і четвертий керувані 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 багатофункціонального обчислювального блока і до інформаційних входів першого та другого керуваних ключів, другий інвертований вхід - до другого входу багатофункціонального обчислювального блока 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 керуваним входом першого керуваного ключа, вихід якого підключений до першого прямого входу другого суматора, другий інвертований вхід якого з'єднаний з третім входом багатофункціонального обчислювального блока, 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 керуваним входом другого керуваного ключа, вихід якого підключений до першого прямого входу третього суматора, другий

інвертований вхід якого з'єднаний з четвертим входом багатофункціонального обчислювального блока 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 керуваного входу четвертого керуваного ключа, інформаційний вхід якого підключений до виходу другого блока ділення, а вихід - до другого інвертованого входу шостого суматора, вихід якого з'єднаний з виходом багатофункціонального обчислювального блока, а перший прямий вхід - через третій керуваний 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 керуваного входу третього керуваного ключа, вихід задавального елемента з'єднаний з першим входом багатофункціонального обчислювального блока, вихід якого підключений до входу блока відображення обробленої інформації, який відрізняється тим, що багатоканальний блок пам'яті містить додатково четвертий, п'ятий і шостий виходи для формування додаткової нечіткої множини з трикутною формою функції належності, введено сьомий, восьмий та дев'ятий суматори, перший прямий та другий інвертований входи сьомого суматора підключені відповідно до першого та шостого виходів багатоканального блока пам'яті, а вихід сьомого суматора - до другого входу багатофункціонального обчислювального блока, перший прямий та другий інвертований входи восьмого суматора з'єднані відповідно з другим та п'ятим виходами багатоканального блока пам'яті, а вихід восьмого суматора - з третім входом багатофункціонального обчислювального блока, перший прямий та другий інвертований входи дев'ятого суматора підключені відповідно до третього та четвертого виходів багатоканального блока пам'яті, а вихід дев'ятого суматора - до четвертого входу багатофункціонального обчислювального блока.

UA (19) 48962 (13) U

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 групової обробки нечіткої інформації, зокрема, для автоматичного визначення ступеня приналежності відповідних параметрів або показників до відповідних нечітких множин з трикутною формою функції належності та до результуючих нечітких множин, сформованих в результаті віднімання нечітких множин з трикутною формою функції належності.

Відомо про пристрій для групової обробки нечіткої інформації, що базуються на використанні задавальних елементів, багатофункціональних обчислювальних блоків, блоків відображення обробленої інформації та багатоканальних 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, що реалізує спосіб одержання якісних експертних оцінок при моделюванні економічних, соціальних, біологічних систем [патент України № 71851, G06F 17/60, G06N 7/06 2004], що має у своєму складі задавальний елемент для введення експертних оцінок відповідного нечіткого параметра, виконаний у вигляді потенціометричного задавача або задавача 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 трикутною формою функції належності, багатофункціональний 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 компонента

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 при-

строю у складі вбудованих електронних систем (embedded systems), які широко використовуються в бортових обчислювальних комплексах різнотипного призначення.

Найбільш близьким до запропонованого є пристрій для обробки нечіткої інформації [патент України № 44595, G06F 17/00, Бюл. № 19, 2009], що прийнятий як прототип. Цей 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, багатофункціональний 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. При цьому 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 І 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 І, 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 І, 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 багатофункціонального обчислювального блока, а перший прямий вхід - через третій керований ключ з виходом першого елемента І, 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.

Такий пристрій має наступні проблеми:

- низька швидкодія при груповій обробці нечіткої інформації, оскільки пристрій формує в автоматичному режимі ступінь приналежності $\mu_A(x)$

будь-якого заданого компонента x , що є складовою носія нечіткої множини \tilde{A} з трикутною формою функції належності, але для здійснення порівняльного аналізу ступенів приналежності $\mu_A(x)$

та $\mu_B(x)$ компонента x до двох різних нечітких

множин \tilde{A} та \tilde{B} з трикутною формою функцій належності необхідно почергово вводити через багатоканалний блок пам'яті та окремо обробляти відповідним чином нечітку інформацію стосовно кожної з нечітких множин $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ та

$\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$;

- мають місце обмежені функціональні можливості, оскільки пристрій при груповій обробці нечіткої інформації не забезпечує визначення в автоматичному режимі ступеню приналежності $\mu_C(x) = \mu_{A(-)B}(x)$ будь-якого заданого компонента

x , що є складовою носія результуючої нечіткої множини $\tilde{C} = \tilde{A}(-)\tilde{B}$ з трикутною формою функції належності, яка формується в результаті здійснення операції віднімання двох нечітких множин \tilde{A} та \tilde{B} з трикутною формою функцій належності.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення пристрою для групової обробки нечіткої інформації шляхом зміни його схематичного виконання та введення додаткових електронних блоків, що дозволить в автоматичному режимі формувати значення ступеню приналежності $\mu_C(x) = \mu_{A(-)B}(x)$ будь-якого заданого компо-

нента x , що є складовою носія результуючої нечіткої множини \tilde{C} , яка формується шляхом

здійснення операції віднімання нечітких множин \tilde{A} та \tilde{B} з трикутною формою функцій належності,

а також дозволить розпаралелити процеси формування в автоматичному режимі ступенів приналежності $\mu_A(x)$, $\mu_B(x)$, $\mu_{\tilde{B}}(x)$ та $\mu_{A(-)B}(x)$ до різних нечітких множин з трикутною формою фун-

кцій належності, зокрема, \tilde{A} , \tilde{B} , \tilde{B}^- та \tilde{C} будь-яких нечітких параметрів x , які можна задавати 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, багатоканалний блок пам'яті для введення і зберігання даних, що характеризують нечітку інформацію у вигляді нечіткої множини з трикутною формою функції належності, багатофункціональний обчислювальний блок та блок відображення обробленої інформації, багатофункціональний обчислювальний блок виконаний у вигляді арифметикологічного 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 багатофункціонального обчислювального блока і до інформаційних входів першого та другого керованих ключів, другий інвертований вхід - до другого входу багатофункціонального обчислювального блока 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 керованого ключа, вихід якого підключений до першого прямого входу другого суматора, другий інвертований вхід якого з'єднаний з третім входом багатофункціонального обчислювального блока, 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 І, 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 четвертим входом багатофункціонального обчислювального блока 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 І, 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 багатофункціонального обчислювального блока, а перший прямий вхід - через третій керований ключ з виходом першого елемента І, 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, вихід задавального елемента

з'єднаний з першим входом багатофункціонального обчислювального блока, вихід якого підключений до входу блока відображення обробленої інформації, згідно до пропозиції багатоканальний блок пам'яті містить додатково четвертий, п'ятий і шостий виходи для формування додаткової нечіткої множини з трикутною формою функції належності, введено сьомий, восьмий та дев'ятий суматори, перший прямий та другий інвертований входи сьомого суматора підключені відповідно до першого та шостого виходів багатоканального блока пам'яті, а вихід сьомого суматора - до другого входу багатофункціонального обчислювального блока, перший прямий та другий інвертований входи восьмого суматора з'єднані відповідно з другим та п'ятим виходами багатоканального блока пам'яті, а вихід восьмого суматора - з третім входом багатофункціонального обчислювального блока, перший прямий та другий інвертований входи дев'ятого суматора підключені відповідно до третього та четвертого виходів багатоканального блока пам'яті, а вихід дев'ятого суматора - до четвертого входу багатофункціонального обчислювального блока.

Введення додаткових електронних блоків забезпечує через додаткову можливість обробки результуючої нечіткої множини, що утворюється при реалізації операції віднімання двох первинних нечітких множин, суттєве розширення функціональних можливостей пристрою для групової обробки нечіткої інформації, а також дозволяє підвищити швидкодію формування сигналів, що відповідають ступеню приналежності нечіткого параметра x до відповідних нечітких множин A , B , B^- та C , оскільки забезпечує розпаралелювання процесу обробки нечіткої інформації.

На Фіг.1 представлено схему пристрою для групової обробки нечіткої інформації, а на Фіг.2 - нечіткі множини з трикутною формою функцій належності, на прикладі яких ілюструються процеси групової обробки нечіткої інформації.

Пристрій для групової 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 нечітких множин з трикутною формою функцій належності, багатофункціональний обчислювальний блок 3, блок відображення 4 обробленої інформації, сьомий 5, восьмий 6 та дев'ятий 7 суматори. Багатофункціональний обчислювальний блок 3 виконаний у вигляді арифметико-логічного пристрою. Блок 3 містить перший 8, другий 9, третій 10, четвертий 11, п'ятий 12 і шостий 13 суматори, перший 14, другий 15, третій 16 і четвертий 17 керовані ключі, перший 18, другий 19 і третій 20 порогові елементи, перший 21 і другий 22 елементи І, перший 23 і другий 24 блоки ділення, а також перший 25 і другий 26 елементи ЗАПЕРЕЧЕННЯ. Перший прямий вхід першого суматора 8 підключений до першого входу багатофункціонального обчислювального блока 3 і до інформаційних входів першого 14 та другого

15 керованих ключів, другий інвертований вхід - до другого входу багатофункціонального обчислювального блока 3 і до першого інвертованого входу четвертого суматора 11, а вихід - до першого входу першого блока ділення 23 і до входу першого порогового елемента 18. Вихід першого порогового елемента 18 з'єднаний з першим входом першого 21 елемента І та з керованим входом першого керованого ключа 14. Вихід першого керованого ключа 14 підключений до першого прямого входу другого суматора 9, другий інвертований вхід якого з'єднаний з третім входом багатофункціонального обчислювального блока 3, з другим прямим входом четвертого суматора 11 і з першим інвертованим входом п'ятого суматора 12, а вихід - з входом другого порогового елемента 19. Вихід другого порогового елемента 19 з'єднаний з першим входом другого елемента І 22, з входом першого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ 25 та з керованим входом другого керованого ключа 15. Вихід другого керованого ключа 15 підключений до першого прямого входу третього суматора 10, другий інвертований вхід якого з'єднаний з четвертим входом багатофункціонального обчислювального блока 3 і з другим прямим входом п'ятого суматора 12, а вихід - з першим входом другого блока ділення 24 і входом третього порогового елемента 20. Вихід третього порогового елемента 20 з'єднаний через другий елемент ЗАПЕРЕЧЕННЯ 26 з другим входом другого елемента І 22. Вихід другого елемента І 22 підключений до керованого входу четвертого керованого ключа 17, інформаційний вхід якого підключений до виходу другого блока ділення 24, а вихід - до другого інвертованого входу шостого суматора 13. Вихід шостого суматора 13 з'єднаний з виходом багатофункціонального обчислювального блока 3, а перший прямий вхід - через третій керований ключ 16 з виходом першого елемента І 21, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ 25. Вихід п'ятого суматора 12 з'єднаний з другим входом другого блока ділення 24, а вихід четвертого суматора 11 - з другим входом першого блока ділення 23, вихід якого підключений до керованого входу третього керованого ключа 16. Перший прямий та другий інвертований входи сьомого суматора 5 підключені відповідно до першого та шостого виходів багатоканального блока пам'яті 2, а вихід сьомого суматора 5 - до другого входу багатофункціонального обчислювального блока 3. Перший прямий та другий інвертований входи восьмого суматора 6 з'єднані відповідно з другим та п'ятим виходами багатоканального блока пам'яті 2, а вихід восьмого суматора 6 - з третім входом багатофункціонального обчислювального блока 3. Перший прямий та другий інвертований входи дев'ятого суматора 7 підключені відповідно до третього та четвертого виходів багатоканального блока пам'яті 2, а вихід дев'ятого суматора 7 - до четвертого входу багатофункціонального обчислювального блока 3. Вихід задавального елемента 1 з'єднаний з першим входом багатофункціонального обчислювального блока 3, вихід якого підключений до входу блока відображення обробленої інформації 4.

В якості задавального елемента 1 може бути використаний потенціометричний задатчик або задатчик з показником, 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 використаний 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 багатфункціонального 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 14-17 відключені від їх відповідних виходів. На виходах порогових елементів 18, 19 і 20, а також на виході багатфункціонального обчислювального блока 3 встановлені сигнали нульового рівня. На виходах елементів ЗАПЕРЕЧЕННЯ 25, 26 та на других входах елементів І 21, 22 встановлені відповідно одиничні сигнали. На першому, другому і третьому виходах багатканального блока пам'яті 2 встановлені відповідно 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 границі 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 четвертому, п'я-

тому і шостому виходах багатканального блока пам'яті 2 встановлені відповідно сигнали b_1, b_2, b_3 , що представляють собою трійку чисел, за допомогою яких може бути параметризована задана нечітка множина \tilde{B} з трикутною формою функції належності $\mu_{\tilde{B}}(x)$, зокрема у вигляді $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$, де параметр b_2 визначає максимально можливий ступінь приналежності $\mu_{\tilde{B}}(b_2) = 1$, а параметри b_1 і b_3 представляють собою ліву і праву границю діапазону існування нечіткого параметра x в межах не-

чіткої множини $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$, тобто $\mu_{\tilde{B}}(b_1) = 0$ і

$\mu_{\tilde{B}}(b_3) = 0$. Нечітка множина \tilde{A} при цьому пред-

ставляється сукупністю відповідних пар чисел \tilde{A} ,

де $\mu_{\tilde{A}}(x)$ - відповідне значення функції належності

для параметра x , $\mu_{\tilde{A}}(x) \in [0, 1]$. На виході сьомого

суматора 5 встановлений сигнал $(a_1 - b_3)$, на виході восьмого суматора 6 - сигнал $(a_2 - b_2)$, а на виході дев'ятого суматора 7 - сигнал $(a_3 - b_1)$. На виході четвертого суматора 11 встановлений сигнал $(a_2 - b_2) - (a_1 - b_3)$, на виході п'ятого суматора 12 - сигнал $(a_3 - b_1) - (a_2 - b_2)$. При цьому на другому, третьому і четвертому входах багатфункціонального обчислювального блока 3 встановлюються відповідні сигнали $c_1 = (a_1 - b_3)$, $c_2 = (a_2 - b_2)$ та $c_3 = (a_3 - b_1)$, що характеризують результуючу нечітку множину $\tilde{C} = (c_1, c_2, c_3)$ з трикутною формою функції належ-

ності, утворену в результаті віднімання нечіткої множини \tilde{B} від нечіткої множини \tilde{A} , тобто

$\tilde{C} = \tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) - (b_1, b_2, b_3) = (c_1, c_2, c_3)$. При по-

дачі з виходу задавального елемента 1 на перший вхід багатфункціонального обчислювального блока 3 сигналу x на виході першого суматора 8 формується сигнал $x - (a_1 - b_3)$, який надходить на вхід першого порогового елемента 18 з статичною характеристикою

$$U_{\text{вих}18} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } U_{\text{вих}8} \leq 0 \\ 1, & \text{якщо } U_{\text{вих}8} > 0 \end{cases}.$$

Одночасно на виході першого блока ділення 23 формується сигнал $U_{\text{вих}23} = U_{\text{вих}8} / U_{\text{вих}11} = (x - (a_1 - b_3)) / ((a_2 - b_2) - (a_1 - b_3))$. При умові $U_{\text{вих}18} = U_{\text{вих}8} = (x - (a_1 - b_3)) \leq 0$ перший пороговий елемент 18 не спрацьовує і на виході багатфункціонального обчислювального блока 3 залишається сигнал нульового рівня $\mu_{\tilde{C}}(x) = 0$, наприклад $\mu_{\tilde{C}}(x_1) = 0$ (Фіг.2). Як-

що ж $U_{\text{вих}18} = U_{\text{вих}8} = (x - (a_1 - b_3)) > 0$, то спрацьовує перший пороговий елемент 18, на виході якого формується одиничний сигнал $U_{\text{вих}18} = 1$, який надходить на перший вхід першого елемента І 21 і одночасно замикає перший керований ключ 14. При цьому вхідний сигнал x надходить на перший вхід другого суматора 9, на виході якого формується сигнал $x - (a_2 - b_2)$, який надходить на вхід другого порогового елемента 19 з статичною характеристикою

$$U_{\text{вих}19} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } U_{\text{вих}9} \leq 0 \\ 1, & \text{якщо } U_{\text{вих}9} > 0 \end{cases}.$$

При умові $U_{\text{вих}19} = U_{\text{вих}9} = x - (a_2 - b_2) \leq 0$ другий пороговий елемент 19 не спрацьовує і на виході першого елемента І 21 встановлюється одиничний сигнал $U_{\text{вих}21} = 1$, який призводить до замикання третього керованого ключа 16. При цьому вихідний сигнал $U_{\text{вих}23}$ першого блока ділення 23 через третій керований ключ 16 та шостий суматор 13 надходить на вихід багатфункціонального обчислю-

вального блока 3, тобто $\mu_C(x) = (x - (a_1 - b_3)) / ((a_2 - b_2) - (a_1 - b_3))$. Відповідний процес обробки нечіткої інформації при визначенні ступеня приналежності $\mu_C(x)$ нечіткого параметра x_2 показано на Фіг.2.

Якщо ж $U_{\text{вих}9} = U_{\text{вих}9} = x - (a_2 - b_2) > 0$, то спрацьовує другий пороговий елемент 19, на виході якого формується одиничний сигнал $U_{\text{вих}19} = 1$, який надходить на перший вхід другого елемента 1 22 і встановлює на виході першого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ 25 та на другому вході першого елемента 1 21 сигнал нульового рівня $U_{\text{вих}25} = U_{\text{вих}21} = 0$, а також одночасно замикає другий керований ключ 15. При цьому вхідний сигнал x надходить на перший вхід третього суматора 10, на виході якого формується сигнал $x - (a_3 - b_1)$, що надходить на перший вхід другого блока ділення 24 і на вхід третього порогового елемента 20 з статичною характеристикою

$$U_{\text{вих}20} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } U_{\text{вих}10} \leq 0 \\ 1, & \text{якщо } U_{\text{вих}10} > 0 \end{cases}$$

На виході другого блока ділення 24 формується сигнал $U_{\text{вих}24} = U_{\text{вих}10} / U_{\text{вих}12} = (x - (a_3 - b_1)) / ((a_3 - b_1) - (a_2 - b_2))$. При умові $U_{\text{вих}20} = U_{\text{вих}10} = (x - (a_3 - b_1)) \leq 0$ третій пороговий елемент 20 не спрацьовує і на виході другого елемента 1 22 встановлюється одиничний сигнал $U_{\text{вих}22} = 1$, який призводить до замикання четвертого керованого ключа 17. При цьому вихідний сигнал $U_{\text{вих}24}$ другого блока ділення 24 через четвертий керований ключ 17 надходить на другий інвертований вхід шостого суматора 13, а отже на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 встановлюється сигнал $U_{\text{вих}13} = -U_{\text{вих}24}$, тобто сигнал $\mu_C(x) = ((a_3 - b_1) - x) / ((a_3 - b_1) - (a_2 - b_2))$. Відповідний процес обробки нечіткої інформації при визначенні ступеня приналежності $\mu_C(x_3)$ нечіткого

параметра x_3 показано на Фіг.2. Якщо ж $U_{\text{вих}20} = U_{\text{вих}10} = (x - (a_3 - b_1)) > 0$, то спрацьовує третій пороговий елемент 20, на виході якого формується одиничний сигнал $U_{\text{вих}20} = 1$, який встановлює на виході другого елемента ЗАПЕРЕЧЕННЯ 26 та на другому вході другого елемента 1 22 сигнал нульового рівня $U_{\text{вих}26} = U_{\text{вих}22} = 0$. Отже, на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 залишається сигнал нульового рівня $\mu_C(x) = 0$,

наприклад $\mu_C(x_4) = 0$ (Фіг.2). Таким чином, пристрій для групової обробки нечіткої інформації забезпечує формування на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 і відображення блоком 4 сигналу $\mu_C(x) = \mu_{A(-)B}(x)$, що відповідає поточному значенню нечіткого параметра x , який формується задавальним елементом 1.

При необхідності порівняння ступеню приналежності $\mu_C(x) = \mu_{A(-)B}(x)$ параметра x до результуючої нечіткої множини \tilde{C} , сформованої шляхом віднімання нечітких множин \tilde{A} та \tilde{B} з трикутними формами функцій належності, з ступенем прина-

лежності $\mu_A(x)$, $\mu_{\tilde{B}}(x)$, $\mu_B(x)$ та $\mu_{A(-)B}(x)$ пара-

метра x до відповідної нечіткої множини \tilde{A} , \tilde{B} або \tilde{B} необхідно обнулити сигнали на четвертому

($b_1=0$), п'ятому ($b_2=0$) і шостому ($b_3=0$) виходах багатоканального блока пам'яті 2, що забезпечить формування на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 сигналу $\mu_A(x)$ або об-

нулити сигнали на першому ($a_1=0$), другому ($a_2=0$) і третьому ($a_3=0$) виходах багатоканального блока пам'яті 2, що забезпечить формування на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 сигналу $\mu_B(x)$. При цьому, при формуванні сиг-

налу $\mu_B(x)$ з нульовими сигналами на першому,

другому та третьому виходах багатоканального блока пам'яті 2 на другому, третьому і четвертому входах багатофункціонального обчислювального блока 3 встановлюються відповідні сигнали ($-b_3$), ($-b_2$) та ($-b_1$). У випадку ($a_1=0$, $a_2=0$, $a_3=0$) при формуванні за допомогою задавального елемента 1 вхідного сигналу ($-x$) на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 формується сигнал $\mu_B(x)$, оскільки, враховуючи, що нечітка множина

$\tilde{B} = (-b_3, -b_2, -b_1)$ є відображенням нечіткої множини

$\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$, має місце співвідношення

$\mu_B(x) = \mu_{\tilde{B}}(x)$. У випадку ($b_1=0$, $b_2=0$, $b_3=0$) при

формуванні за допомогою задавального елемента 1 вхідного сигналу ($-x$) на виході багатофункціонального обчислювального блока 3 формується сигнал $\mu_{A(-)}(x)$, оскільки для нечіткої множини

$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ та її відображення $\tilde{A} = (-a_3, -a_2, -a_1)$

має місце співвідношення $\mu_{A(-)}(x) = \mu_{\tilde{A}}(-x)$.

При необхідності індивідуальної та групової обробки нечіткої інформації з використанням інших нечітких множин, наприклад, $\tilde{D} = (d_1, d_2, d_3)$ та

$\tilde{Q} = (q_1, q_2, q_3)$ з трикутною формою відповідних фу-

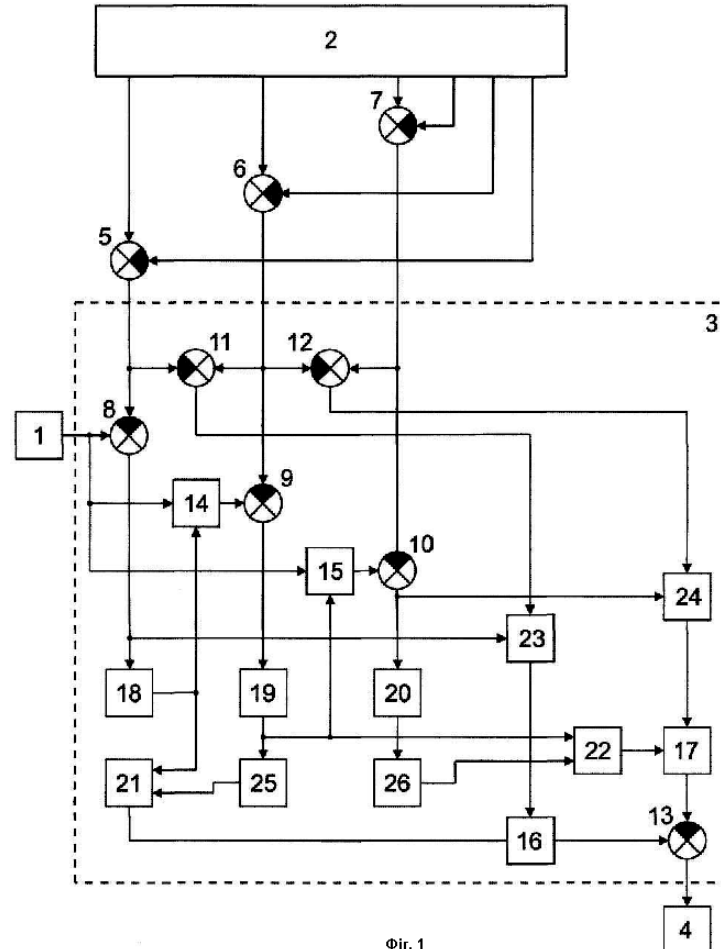
нкцій належності $\mu_D(x)$ та $\mu_Q(x)$ параметри

(d_1, d_2, d_3) та (q_1, q_2, q_3) в першу чергу вводяться до багатоканального блока пам'яті 2, а в подальшому пристрій працює аналогічним чином.

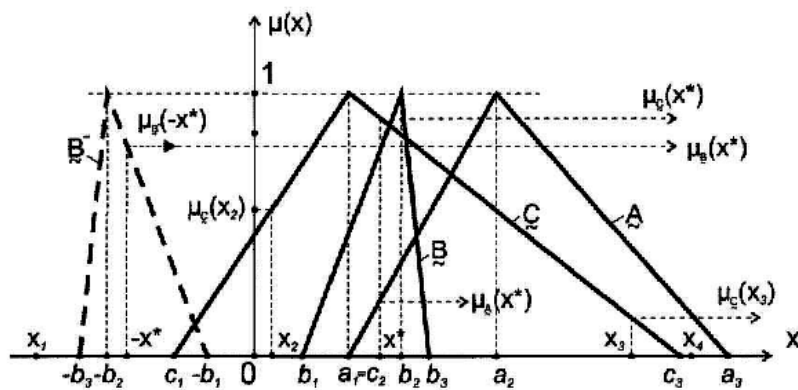
Позитивний ефект проявляється в тому, що в порівнянні з пристроєм згідно патенту України № 71851, до складу запропонованого пристрою введено додаткові електронні блоки, які дозволяють пристрою на основі вихідних сигналів багатоканального блока пам'яті, що характеризують параметри первинних нечітких множин з трикутними формами функцій належності, формувати в результаті здійснення операції віднімання первинних нечітких множин відповідну результуючу нечітку множину з трикутною формою функції належно-

сті, а також для будь-якого задавального сигналу, що формується задавальним елементом пристрою, здійснювати в автоматичному режимі обчислення відповідного ступеню його приналежності до вищезгаданої результуючої нечіткої множини

та, при необхідності, до первинних нечітких множин та їх відображень. Нові властивості пристрою розширюють область його застосування, а також забезпечують підвищення точності процесів обчислення відповідних ступенів приналежності.



Фіг. 1



Фіг. 2