



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45901 (13) U
(51) МПК
G06F 7/50 (2009.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОНВЕЄРНИЙ ПРИСТРІЙ

1

2

(21) u200907614

(22) 20.07.2009

(24) 25.11.2009

(46) 25.11.2009, Бюл.№ 22, 2009 р.

(72) МАРТИНЮК ТЕТЯНА БОРИСІВНА, ТАРНОВСЬКИЙ МИКОЛА ГЕННАДІЙОВИЧ, БОТВИН РОМАН ІГОРОВИЧ, СИДОРУК ЛЕСЯ ВОЛОДИМИРІВНА, РОМИГАЙЛО АНДРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Конвеєрний пристрій, який містить n входів, блок порогового оброблення і n комірок, крім того, i -та комірка містить суматор-віднімач, суматор, мініматор, три регістри, D-тригер, мультиплексор і комутатор, причому перший вхід i -ої комірки з'єднаний з першим входом мультиплексора, вихід якого підключений до входу першого регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом суматора-віднімача та першим входом мініматора, вихід якого з'єднаний з третім регістром, а вихід другого регістра з'єднаний з першим входом комутатора та другим входом суматора-віднімача, перший вихід якого з'єднаний з другим входом мультиплексора, а другий вихід з'єднаний з D-входом D-тригера, інверсний вихід D-тригера підключений до другого входу комутатора, вихід якого є першим виходом i -ої комірки, другий вхід мініматора i -ої комірки з'єднаний з другим виходом $(i-1)$ -ої комірки, перший вхід суматора i -ої комірки з'єднаний з третім виходом $(i-1)$ -ої комірки, другий вхід з'єднаний з першим виходом $(i+1)$ -ої комірки, а вихід суматора є третім виходом i -ої комірки, вихід третього регістра є другим виходом i -ої комірки, керувальний вхід мультиплексора підключений до керувального входу пристрою, вхід другого регістра є другим входом i -ої комірки, крім того, через відсутність в першій комірці мініматора та третього регістра, вихід першого регістра є другим виходом першої комірки, а перший вхід суматора з'єднаний з виходом комутатора, при цьому в n -ій комірці вихід

мініматора з'єднаний з входом другого регістра, а також підключений до другого входу $(n-1)$ комірок, блок порогового оброблення складається з суматора-віднімача, регістра, мультиплексора, комутатора, D-тригера, елемента АБО, причому вихід мультиплексора блока порогового оброблення підключений до входу регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом суматора-віднімача, перший вихід якого з'єднаний з другим входом мультиплексора, а другий вихід з'єднаний з першим входом елемента АБО, до другого входу якого підключений третій вихід суматора-віднімача, вихід елемента АБО з'єднаний з D-входом D-тригера, перший вхід мультиплексора з'єднаний з входом порога блока порогового оброблення, а його керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом пристрою, вихід комутатора підключений до другого входу суматора-віднімача, а третій вихід $(n-1)$ -ої комірки пристрою підключений до першого входу комутатора блока порогового оброблення, причому другий вихід суматора-віднімача i -ої комірки з'єднаний з третім входом мініматора цієї комірки, а другий вихід третього регістра є четвертим виходом i -ої комірки, який з'єднаний з четвертим входом мініматора $(i+1)$ -ої комірки, другий вихід суматора-віднімача першої комірки є її четвертим виходом, а другий вихід мініматора n -ої комірки є виходом сигналу "Кінець" пристрою, який **відрізняється** тим, що в блок порогового оброблення введено елемент І і другий комутатор, прямий вихід D-тригера з'єднаний з другим входом елемента І, а його перший вхід з'єднаний з другим виходом мініматора n -ої комірки, вихід елемента І з'єднаний з другим входом другого комутатора, перший вхід якого з'єднаний з виходом регістра блока порогового оброблення, вихід другого комутатора є виходом пристрою, а другий вхід першого комутатора блока порогового оброблення підключений до другого керувального входу пристрою

Корисна модель відноситься до автоматики та обчислювальної техніки і може бути використана для розв'язання задач паралельного підсумовування та порогового оброблення вхідного масиву

даних при побудові спеціалізованих обчислювальних систем.

Відомий конвеєрний підсумовуючий пристрій [патент України № 46877, кл. G 06 G 7/14, G 06 F 7/50, 2002 р., Бюл. № 6], який містить n входів та

(19) UA (11) 45901 (13) U

групу з n блоків порівняння, n комірок, i -ий блок порівняння міститься в i -ій комірці пристрою, крім того, i -та комірка містить суматор, вузол виділення загальної частини операндів, в подальшому поименований як мініматор, три регістри, D-тригер, мультиплексор і блок логічних елементів I , причому перший вхід i -ої комірки з'єднаний з першим входом мультиплексора, вихід якого підключений до входу першого регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом блока порівняння та першим входом мініматора, вихід якого з'єднаний з третім регістром, а вихід другого регістра з'єднаний з першим входом блока елементів I та другим входом блока порівняння, перший вихід якого з'єднаний з другим входом мультиплексора, а другий вихід - з D-входом D-тригера, R-вхід якого підключений до входу установлення в початковий стан пристрою, інверсний вихід D-тригера підключений до другого входу блока елементів I , вихід якого є першим виходом i -ої комірки, другий вхід мініматора i -ої комірки з'єднаний з другим виходом $(i-1)$ -ої комірки, перший вхід суматора i -ої комірки з'єднаний з третім виходом $(i-1)$ -ої комірки, другий вхід - з першим виходом $(i+1)$ -ої комірки, а вихід суматора є третім виходом i -ої комірки, вихід третього регістра є другим виходом i -ої комірки, керувальний вхід мультиплексора підключений до керувального входу пристрою, вхід другого регістра є другим входом i -ої комірки, крім того, через відсутність в першій комірці мініматора та третього регістра, вихід першого регістра є другим виходом першої комірки, а перший вхід суматора з'єднаний з виходом блока елементів I , при цьому в n -ій комірці вхід третього регістра з'єднаний з виходом суматора, вихід - з другим входом суматора, вихід мініматора з'єднаний з входом другого регістра, а також підключений до другого входу $(n-1)$ комірок, третій вихід n -ої комірки є виходом пристрою, комутатор містить m елементів I , де m - розрядність вхідних величин, перші входи яких з'єднані з першим входом комутатора, другі входи - з другим входом комутатора, а виходи з'єднані з виходами комутатора, блок порогового оброблення складається з суматора-віднімача, регістра, мультиплексора, комутатора, D-тригера, елемента АБО, причому вихід мультиплексора блока порогового оброблення підключений до входу регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом суматора-віднімача, перший вхід якого з'єднаний з другим входом мультиплексора, а другий вхід з'єднаний з першим входом елемента АБО, до другого входу якого підключений третій вихід суматора-віднімача, вихід елемента АБО з'єднаний з D-входом D-тригера, R-вхід якого підключений до входу установлення в початковий стан пристрою, перший вхід мультиплексора з'єднаний з виходом порога блока порогового оброблення, а його керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом пристрою, пряий вихід D-тригера є виходом результуючого сигналу блока порогового оброблення, а його інверсний вихід підключений до другого входу комутатора, вихід якого підключений до другого входу суматора-віднімача, а третій вихід $(n-1)$ -ої комірки пристрою підключений до першого входу комутатора блока порогового оброблення, причому другий вихід суматора-віднімача i -ої комірки з'єднаний з третім входом мініматора цієї комірки, а другий вихід третього регістра є четвертим виходом i -ої комірки, який з'єднаний з четвертим входом мініматора $(i+1)$ -ої комірки, другий вихід суматора-віднімача першої комірки є її четвертим виходом, а другий вихід мініматора n -ої комірки є виходом сигналу «Кінець» пристрою.

Недоліком пристрою є обмежені функціональні можливості оброблення через відсутність суміщення підсумовування і одночасного порогового оброблення.

Найбільш близьким за технічною суттю є конвеєрний пристрій [патент України № 28540, кл. G 06 F 7/50, 2007 р.], який містить n входів і n комірок, крім того, i -та комірка містить блок порівняння, в подальшому суматор-віднімач, суматор, мініматор, три регістри, D-тригер, мультиплексор і блок логічних елементів I , в подальшому комутатор, блок порогового оброблення, причому перший вхід i -ої комірки з'єднаний з першим входом мультиплексора, вихід якого підключений до входу першого регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом суматора-віднімача та першим входом мініматора, вихід якого з'єднаний з третім регістром, а вихід другого регістра з'єднаний з першим входом комутатора та другим входом суматора-віднімача, перший вихід якого з'єднаний з другим входом мультиплексора, а другий вихід з'єднаний з D-входом D-тригера, R-вхід якого підключений до входу установлення в початковий стан пристрою,

інверсний вихід D-тригера підключений до другого входу комутатора, вихід якого є першим виходом i -ої комірки, другий вхід мініматора i -ої комірки з'єднаний з другим виходом $(i-1)$ -ої комірки, перший вхід суматора i -ої комірки з'єднаний з третім виходом $(i-1)$ -ої комірки, другий вхід з'єднаний з першим виходом $(i+1)$ -ої комірки, а вихід суматора є третім виходом i -ої комірки, вихід третього регістра є другим виходом i -ої комірки, керувальний вхід мультиплексора підключений до керувального входу пристрою, вхід другого регістра є другим входом i -ої комірки, крім того, через відсутність в першій комірці мініматора та третього регістра, вихід першого регістра є другим виходом першої комірки, а перший вхід суматора з'єднаний з виходом комутатора, при цьому в n -ій комірці вхід третього регістра з'єднаний з виходом суматора, а вихід з'єднаний з другим входом суматора, вихід мініматора з'єднаний з входом другого регістра, а також підключений до другого входу $(n-1)$ комірок, третій вихід n -ої комірки є виходом пристрою, комутатор містить m елементів I , де m - розрядність вхідних величин, перші входи яких з'єднані з першим входом комутатора, другі входи - з другим входом комутатора, а виходи з'єднані з виходами комутатора, блок порогового оброблення складається з суматора-віднімача, регістра, мультиплексора, комутатора, D-тригера, елемента АБО, причому вихід мультиплексора блока порогового оброблення підключений до входу регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом суматора-віднімача, перший вхід якого з'єднаний з другим входом мультиплексора, а другий вхід з'єднаний з першим входом елемента АБО, до другого входу якого підключений третій вихід суматора-віднімача, вихід елемента АБО з'єднаний з D-входом D-тригера, R-вхід якого підключений до входу установлення в початковий стан пристрою, перший вхід мультиплексора з'єднаний з виходом порога блока порогового оброблення, а його керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом пристрою, пряий вихід D-тригера є виходом результуючого сигналу блока порогового оброблення, а його інверсний вихід підключений до другого входу комутатора, вихід якого підключений до другого входу суматора-віднімача, а третій вихід $(n-1)$ -ої комірки пристрою підключений до першого входу комутатора блока порогового оброблення, причому другий вихід суматора-віднімача i -ої комірки з'єднаний з третім входом мініматора цієї комірки, а другий вихід третього регістра є четвертим виходом i -ої комірки, який з'єднаний з четвертим входом мініматора $(i+1)$ -ої комірки, другий вихід суматора-віднімача першої комірки є її четвертим виходом, а другий вихід мініматора n -ої комірки є виходом сигналу «Кінець» пристрою.

Недоліком пристрою є обмежені функціональні можливості порогового оброблення через неможливість формування результату певної залежності.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення конвеєрного пристрою, в якому введення нових блоків та нових зв'язків дає можливість розширити функціональні можливості пристрою за рахунок формування результату порогового оброблення певної залежності.

Поставлена задача вирішується тим, що у конвеєрний пристрій, який містить n входів, блок порогового оброблення і n комірок, крім того, i -та комірка містить суматор-віднімач, суматор, мініматор, три регістри, D-тригер, мультиплексор і комутатор, причому перший вхід i -ої комірки з'єднаний з першим входом мультиплексора, вихід якого підключений до входу першого регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом суматора-віднімача та першим входом мініматора, вихід якого з'єднаний з третім регістром, а вихід другого регістра з'єднаний з першим входом комутатора та другим входом суматора-віднімача, перший вихід якого з'єднаний з другим входом мультиплексора, а другий вихід з'єднаний з D-входом D-тригера, інверсний вихід D-тригера підключений до другого входу комутатора, вихід якого є першим виходом i -ої комірки, другий вхід мініматора i -ої комірки з'єднаний з другим виходом $(i-1)$ -ої комірки, перший вхід суматора i -ої комірки з'єднаний з третім виходом $(i-1)$ -ої комірки, другий вхід з'єднаний з першим виходом $(i+1)$ -ої комірки, а вихід суматора є третім виходом i -ої комірки, вихід третього регістра є другим виходом i -ої комірки, керувальний вхід мультиплексора підключений до керувального входу пристрою, вхід другого регістра є другим входом першої комірки, а перший вхід суматора з'єднаний з виходом комутатора, при цьому в n -ій комірці вихід мініматора з'єднаний з входом другого регістра, а також підключений до другого входу $(n-1)$ комірок, блок порогового оброблення складається з суматора - віднімача, регістра, мультиплексора, комутатора, D-тригера, елемента АБО, причому вихід мультиплексора блока порогового оброблення підключений до входу регістра, вихід якого з'єднаний з першим входом суматора-віднімача, перший вихід якого з'єднаний з другим входом мультиплексора, а другий вихід з'єднаний з першим входом елемента АБО, до другого входу якого підключений третій вихід суматора-віднімача, вихід елемента АБО з'єднаний з D-входом D-тригера, перший вхід мультиплексора з'єднаний з входом порога блока порогового оброблення, а його керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом пристрою, вихід комутатора підключений до другого входу суматора-віднімача, а третій вихід $(n-1)$ -ої комірки пристрою підключений до першого входу комутатора блока порогового оброблення, причому другий вихід суматора-віднімача i -ої комірки з'єднаний з третім входом мініматора цієї комірки, а другий вихід третього регістра є четвертим виходом i -ої комірки, який з'єднаний з четвертим входом мініматора $(i+1)$ -ої комірки, другий вихід суматора-віднімача першої комірки є її четвертим виходом, а другий вихід мініматора n -ої комірки є виходом сигналу «Кінець» пристрою, в блок порогового оброблення введено елемент I і другий комутатор, прямий вихід D-тригера з'єднаний з другим входом елемента I, а його перший вхід з'єднаний з другим виходом мініматора n -ої комірки, вихід елемента I з'єднаний з другим входом другого комутатора, перший вхід якого з'єднаний з виходом регістра блока порогового оброблення, вихід другого комутатора є ви-

ходом пристрою, а другий вхід першого комутатора блока порогового оброблення підключений до другого керувального входу пристрою.

На креслені показано функціональну схему конвеєрного пристрою.

Конвеєрний пристрій містить n комірок 1, причому i -та комірка 1 містить мультиплексор 2, регістр 3, суматор-віднімач 4, суматор 5, D-тригер 6, мініматор 7, два регістри 8, 9, комутатор 10. Перший інформаційний вхід мультиплексора 2 з'єднаний з входом 11; i -ої комірки 1, керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом 12 пристрою, а його вихід підключено до входу 13 регістра 3, в якого вихід з'єднаний з прямим входом 14 суматора-віднімача 4 та інформаційним входом 15 мініматора 7.

В i -ій комірці 1 вихід регістра 9 з'єднаний з першим (інформаційним) входом комутатора 10 та інверсним входом 16 суматора-віднімача 4, вихід 17 якого з'єднаний з другим інформаційним входом мультиплексора 2, а вихід 18 знака суматора-віднімача 4 з'єднаний зі знаковим входом 19 мініматора 7 і D-входом D-тригера 6, інверсний вихід якого з'єднаний з другим (керувальним) входом комутатора 10. Вихід комутатора 10 підключено до виходу 20 i -ої комірки 1, крім того, інформаційний вхід 21 мініматора 7 i -ої комірки 1 з'єднаний з виходом 22 $(i-1)$ -ої комірки 1, вхід 23 суматора 5 i -ї комірки 1 з'єднаний з виходом 24 $(i-1)$ -ої комірки 1, а вхід 25 підключено до виходу 20 $(i+1)$ -ої комірки 1.

В i -ій комірці 1 вхід регістра 9 підключено до входу 26 цієї комірки 1, вихід 27 мініматора 7 з'єднаний з входом регістра 8 цієї комірки, інформаційний вихід якого є виходом 22 i -ої комірки 1, а його вихід знака є виходом 28 i -ої комірки 1, який з'єднаний зі знаковим входом 29 мініматора 7 $(i+1)$ -ої комірки 1, а вихід 27 мініматора 7 n -ої комірки 1 підключений до входів 26 всіх $(n-1)$ молодших комірок 1.

У першій комірці 1 вихід регістра 3 є виходом 22 першої комірки 1, вихід 18 знака суматора-віднімача 4 є її виходом 28, а вхід 23 суматора 5 з'єднаний з виходом комутатора 10 цієї ж комірки 1. Вихід 27 мініматора 7 n -ої комірки 1 з'єднаний з входом регістра 9 цієї комірки, а його вихід ознаки нуля є виходом 30 сигналу "Кінець" пристрою.

Блок 31 порогового оброблення містить мультиплексор 2, регістр 3, суматор-віднімач 4, D-тригер 6, комутатор 10, елементи АБО 32 і I 33, комутатор 34. Перший інформаційний вхід мультиплексора 2 блока 31 порогового оброблення з'єднаний з входом 35 порогу пристрою, керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом 12 пристрою, а його вихід підключено до входу 13 регістра 3, вихід якого з'єднаний з прямим входом 14 суматора-віднімача 4 блока 31 порогового оброблення, вихід 17 якого з'єднаний з другим інформаційним входом мультиплексора 2 блока 31 порогового оброблення. Вихід 24 $(n-1)$ -ї комірки 1 з'єднаний з інформаційним входом комутатора 10 блока 31 порогового оброблення, його керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом 36 пристрою, а його вихід з'єднаний з інверсним входом 16 суматора-віднімача 4 блока 31 порогового об-

роблення, вихід 18 знака і вихід 37 ознаки нуля якого з'єднані з входами елемента АБО 32. Вихід елемента АБО 32 з'єднаний 3D-входом D-тригера 6 блока 31 порогового оброблення, прямий вихід якого з'єднаний з першим входом елемента І 33 блока 31 порогового оброблення, другий вхід якого з'єднаний з виходом ознаки нуля мініматора 7 n-ої комірки, а його вихід підключений до керувального входу комутатора 34. Інформаційний вхід комутатора 34 блока 31 порогового оброблення з'єднаний з виходом регістра 3 блока 31 порогового оброблення, а його вихід є виходом 37 конвеєрного пристрою.

Суть роботи конвеєрного пристрою полягає в тому, що порогове оброблення n чисел зводиться до обчислення і підсумовування N часткових сум S_j , де N - кількість різноманітних вхідних величин $a_{i,0}$, порівняння цих сум з порогом Θ і формування вихідних даних вигляду:

$$Y = \begin{cases} |\Theta - S|, \text{ якщо } S = \sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^N S_j = \sum_{j=1}^N q_j d_j \geq \Theta, \\ 0 \text{ у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (1)$$

де Y - результат оброблення пристрою; q_j - загальна значуща частина доданків (мінімальний елемент) j-го етапу; d_j - кратність загальної частини q_j на j-му етапі; Θ - значення порогу оброблення, j - етап оброблення.

Процес порогового оброблення в конвеєрному пристрої має такий вигляд.

Спочатку визначається загальна значуща частина q_i всіх доданків на j-му етапі оброблення, тобто:

$$q_i = \min \{a_{i,j-1}\}_{i=1, j=1, \overline{N}}, \quad (2)$$

де $a_{i,0}$ - i-й доданок на вході пристрою, і перевіряється умова:

$$q_i = 0. \quad (3)$$

Якщо умова (3) виконується, то процес оброблення припиняється. У протилежному випадку виділяється різницевий зріз A_j , тобто сукупність величин різниці всіх доданків j-го етапу з їхньою загальною частиною q_j , тобто:

$$A_j = \{a_{i,j}\}_{i=1}^n = \{a_{i,j-1} - q_j\}_{i=1}^n. \quad (4)$$

В подальшому отриманий різницевий зріз A_j є вхідною множиною доданків для наступного (j+1)-го етапу оброблення.

Далі формується часткова сума S_j як кратне загальної частини q_j , де

кратність d_j визначається кількістю додатних доданків j-го етапу:

$$S_j = q_j d_j. \quad (5)$$

Після сформування часткової суми S_1 за формулою (5) на першому етапі формується різниця між заданим порогом Θ та частковою сумою S_1 , отриманою на цьому етапі, тобто:

$$\Delta_1 = \Theta - S_1, \quad (6)$$

перевіряється умова

$$\Delta_1 \leq 0. \quad (7)$$

і в разі її виконання перевіряється виконання умови (3). Якщо обидві умови виконуються, то формується відповідний результат Y пристрою (1) і порогове оброблення припиняється. Якщо умова (3) не виконується, то процес порогового оброб-

лення продовжується і в подальшому поточна різниця Δ_{j-1} , є поточним значенням порогу на наступному j-му етапі оброблення, тобто

$$\Delta_j = \Delta_{j-1} - S_j. \quad (8)$$

На j-му етапі перевіряється умова

$$\Delta_j \leq 0. \quad (9)$$

Процес порогового оброблення повторюється до визначення нульової величини q_j (3). Виконання умови (3) свідчить про закінчення процесу і про формування остаточного результату Y порогового оброблення вигляду (1). Отже, конвеєрний пристрій працює таким чином.

На вхід 11_i i-ої комірки 1 надходить i-й операнд $a_{i,0}$ з групи операндів, кількість яких n. Запис операндів в комірки 1 виконується паралельно за наявності одиничного сигналу на керувальному вході 12 пристрою. Через мультиплексор 3 i-й операнд $a_{i,0}$ надходить на вхід 13 регістра 3 i-ої комірки 1. Одночасно на вхід 35 порогу подають зовнішній поріг Θ , який через мультиплексор 2 блока 31 порогового оброблення надходить по входу 13 в регістр 3 цієї комірки.

Після цього виконується послідовне виділення загальної (мінімальної значущої) частини двох операндів - (i-1)-го та i-го - мініматором 7 і запис результату в регістр 8 i-ої комірки 1 з виходу 27 мініматора 7. При цьому задіяно інформаційні входи 15 і 21 та знакові входи 19 і 29 мініматора 7 i-ої комірки 1. Отже, (i-1) -й операнд та його знак подаються з виходів 22 і 28 (i-1)-ої комірки 1 відповідно. Згідно з виразом (2) ця операція виконується послідовно, починаючи з другої комірки 1. Кінцевий результат q_1 виділення загальної частини всіх n операндів на першому етапі формується в n-ій комірці 1 і з виходу 27 мініматора 7 цієї комірки 1 записується в регістри 9 всіх n комірок 1 паралельно по входу 26.

Після цього в i-й комірці 1 відбувається формування i-го елемента різницевого зрізу A_1 в суматорі-віднімачі 4 з i-го операнда $a_{i,0}$, що надходить з регістра 3 на його прямий вхід 14, та загальної частини q_1 всіх операндів, що надходить з регістра 9 на його інверсний вхід 16. Ця операція відбувається в процесі віднімання від величини операнда $a_{i,0}$ загальної частини q_1 всіх величин операндів згідно з виразом (4) і ця різниця записується з виходу 17 суматора-віднімача 4 через мультиплексор 2 в регістр 3 по його входу 13 за наявності нульового сигналу на керувальному вході 12 пристрою. При цьому на виході 18 знака суматора-віднімача 4 формується знак різниці. Перед початком роботи регістри 3, 8, 9 і тригер 6 всіх комірок 1 занулені.

При відсутності одиничного сигналу знака від'ємного результату одиничний сигнал з інверсного виходу D-тригера 6 подається на керувальний вхід комутатора 10 і дозволяє проходження в i-й комірці через комутатор 10 загальної частини q_1 операндів з регістра 9 через вихід 20 цієї комірки 1 на вхід 25 суматора 5 (i-1)-ої комірки 1, де відбувається накопичування загальної частини операндів. У випадку, якщо на виході 18 знака суматора-віднімача 4 i-ої комірки 1 з'явиться одиничний сигнал знака від'ємного результату, то наявність нульового сигналу на інверсному виході D-тригера 6,

а отже, на керуючому вході комутатора 10 заборонити надходження загальної частини q_1 операндів на даному етапі оброблення через комутатор 10 на вхід 25 суматора 5 ($i-1$)-ої комірки 1.

В суматорі 5 кожної комірки 1, крім n -ої, відбувається послідовне підсумовування загальних частин q_1 групи з n операндів, які подаються на його входи 23 і 25, в результаті чого на виході суматора 5 ($n-1$)-ої комірки 1, тобто на виході 24 цієї комірки 1 формується часткова сума S_1 операндів згідно з виразом (5). Після цього відбувається порівняння в суматорі-віднімачі 4 блока 31 порогового оброблення зовнішнього порогу Θ , що надходить по його прямому входу 14 з регістра 3, та часткової суми S_1 , що надходить по його інверсному входу 16 з виходу комутатора 10, на керувальний вхід якого надходить одиничний сигнал з керувального входу 36 пристрою. Порівняння відбувається в процесі віднімання на першому етапі оброблення від зовнішнього порогу Θ часткової суми S_1 згідно з виразом (6). Різниця Δ_1 записується з виходу 17 суматора-віднімача 4 блока 31 порогового оброблення через мультиплексор 2 у регістр 3 по його входу 13 за наявності нульового сигналу на керувальному вході 12 пристрою.

Сигнали з виходу 18 знака і виходу 37 ознаки нуля суматора-віднімача 4 блока 31 порогового оброблення подаються через елемент АБО 32 на D-вхід D-тригера 6 блока 31 порогового оброблення. При цьому при наявності одиничного сигналу на одному з виходів: виході 18 знака або виході 37 ознаки нуля суматора-віднімача 4 одиничний сиг-

нал з прямого виходу D-тригера 6 подається на один з входів елемента І 33.

В подальшому процес порогового оброблення виконується аналогічно першому етапу оброблення згідно з формулами (2) - (5) та (8), (9) і припиняється тоді, коли загальна значуща частина всіх поточних доданків на j -му етапі дорівнює нулю за виразом (3), а саме, коли присутній одиничний сигнал на виході 30 n -ої комірки 1, тобто на виході ознаки нуля мініматора 7 цієї комірки 1.

При виконанні умови (3) після виконання N етапів оброблення у регістрі 3 блока 31 порогового оброблення формується результат Y оброблення вигляду (1), який з'являється на виході 38 пристрою, оскільки на обидва входи елемента І 33 блока 31 порогового оброблення надходять одиничні сигнали, які формують одиничний сигнал на керувальному вході комутатора 34 цієї комірки. Якщо не виконується умова (9) навіть при виконанні умови (3), тобто відсутні одиничні сигнали на виході 18 знака і виході 37 ознаки нуля суматора-віднімача 4 блока 31 порогового оброблення, з виходу елемента АБО 32 цього блока нульовий сигнал через прямий вихід D-тригера 6 та елемент І 33 подається на керувальний вхід комутатора 34 блока 31 порогового оброблення. Отже, на виході 38 пристрою присутній нульовий результат у відповідності з виразом (1).

У таблиці 1 наведено приклад порогового оброблення масиву чисел $\{13,8,3,11\}$ за порогом $\Theta=30$, а саме, показано процес формування різницевої зрізи A_j , часткових сум S_j , поточного порогу Δ_j і результату Y .

Таблиця 1

Елементи $a_{i,j}$ різницевої зрізи	Різницева зріза A					
	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
$a_{1,j}$	13	10	5	2	0	0
$a_{2,j}$	8	5	0	-	-	-
$a_{3,j}$	3	0	-	-	-	-
$a_{4,j}$	11	8	3	0	-	-
Етапи оброблення	0	1	2	3	4	5
Найменше число q_j	0	3	5	3	2	0
Часткова сума S_j	0	$3 \times 4 = 12$	$5 \times 3 = 15$	$3 \times 2 = 6$	$2 \times 1 = 2$	0
Поточний поріг	30	$30 - 12 = 18$	$18 - 15 = 3$	$3 - 6 = -3$	$-3 - 2 = -5$	-5
Результат Y	0	0	0	0	0	5

Запропонований конвеєрний пристрій має розширені функціональні можливості, оскільки моделює роботу формального нейрона з функцією

активації у вигляді зовнішнього порогу з формуванням результату порогового оброблення певної залежності.

