



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53552 (13) U
(51) МПК
G06F 7/50 (2006.01)

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) u201004277

(22) 13.04.2010

(24) 11.10.2010

(46) 11.10.2010, Бюл.№ 19, 2010 р.

(72) МАРТИНЮК ТЕТЯНА БОРИСІВНА, ХОМ'ЮК
ВІКТОР ВІКТОРОВИЧ, КОВАЛЬ ОЛЕКСАНДР
АНАТОЛІЙОВИЧ, ДЗІСЬ МИКОЛА ВІКТОРОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Конвеєрний пристрій, який містить n входів і n комірок, блок порогового оброблення, 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, 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, в першій комірці 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, блок порогового оброблення склада-

ється 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, R-вхід якого підключений до входу установлення в початковий стан пристрою, 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 введено в n -ну комірку другий комутатор, а в блок порогового оброблення елемент І і другий комутатор, у блоці порогового оброблення 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 результату пристрою, а другий вхід першого комутатора блока порогового оброблення підключений до другого керувального входу пристрою, в n -ій комірці вихід третього регістра підключений до першого входу другого комутатора, його другий вхід з'єднаний з другим виходом мініматора цієї комірки, а його вихід є виходом суми пристрою.

UA (19) 53552 (13) U

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. G06G7/14, G06F7/50, 2002р., Бюл. №6), що містить n входів та 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 першій 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 устанавлення 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 -ї 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 -ї 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, а вихід - з другим входом суматора, вихід мініматора з'єднаний з виходом другого регістра, а також підключений до другого входу $(n-1)$ комірок, третій вихід n -ої комірки є виходом пристрою, блок логічних елементів містить m елементів I, де m - розрядність вхідних величин, перші входи яких з'єднані з першим входом блока, другі входи - з другим входом блока, а виходи - з виходами блока елементів I.

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. G06F7/50, 2007р.), який містить n входів і n комірок, блок порогового оброблення, 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, причому перший вхід i -ої комірки з'єднаний з першим входом мультипле-

ксора, 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 устанавлення 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 виходом 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 входи 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 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, R-вхід якого підключений до входу устанавлення в початковий стан пристрою, перший вхід мультиплексора з'єднаний з входом порога блока порогового оброблення, а його керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом пристрою, прямий 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 $(n-i)$ -ї 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, а також результату паралельного підсумовування вхідних даних.

Поставлена задача досягається тим, що у конвеєрний пристрій, який містить n входів і n комірок, блок порогового оброблення, 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, R-вхід якого підключений до входу установаження 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 виходом i -ої комірки, в першій комірці 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, 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, R-вхід якого підключений до входу установаження в початковий стан пристрою, 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 підключе-

ний 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, введено в n -ну комірку другий комутатор, а в блок порогового оброблення елемент l і другий комутатор, у блоці порогового оброблення прямий вихід D-тригера з'єднаний з другим входом елемента l , а його перший вхід з'єднаний з другим виходом мініматора n -ої комірки, вихід елемента l з'єднаний з другим входом другого комутатора, перший вхід якого з'єднаний з виходом регістра блока порогового оброблення, вихід другого комутатора є виходом результату пристрою, а другий вхід першого комутатора блока порогового оброблення підключений до другого керувального входу пристрою, в n -ій комірці вихід третього регістра підключений до першого входу другого комутатора, його другий вхід з'єднаний з другим виходом мініматора цієї комірки, а його вихід є виходом суми пристрою.

На кресленні 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. Крім того, n -на комірка 1 замість регістра 8 містить регістр 11, а також другий комутатор 12. Перший інформаційний вхід мультиплексора 2 з'єднаний з входом 13; i -ої комірки 1, його керувальний вхід з'єднаний з керувальним виходом 14 пристрою, а його вихід підключено до входу 15 регістра 3, в якого вихід з'єднаний з прямим входом 16 суматора-віднімача 4 та інформаційним входом 17 мініматора 7.

В i -ій комірці 1 вихід регістра 9 з'єднаний з першим (інформаційним) входом комутатора 10 та інверсним входом 18 суматора-віднімача 4, вихід 19 якого з'єднаний з другим інформаційним входом мультиплексора 2, а вихід 20 знака суматора-віднімача 4 з'єднаний зі знаковим входом 21 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 22 i -ої комірки 1, крім першої комірки 1, причому, інформаційний вхід 23 мініматора 7 i -ої комірки 1 з'єднаний з виходом 24 (i

1)-ої комірки 1, R-вхід D-тригера 6 підключений до входу 25 установаження в початковий стан пристрою, вихід суматора 5 i -ї комірки з'єднаний з виходом 26 i -ої комірки 1, а вхід 27 підключено до виходу 22 $(i+1)$ -ої комірки 1, крім n -ої комірки 1.

В i -ій комірці 1, крім n -ої комірки 1, вхід регістра 9 підключено до входу 28 цієї комірки 1, вихід 29 мініматора 7 з'єднаний з входом регістра 8 цієї комірки, крім першої комірки 1, інформаційний вихід регістра 8 є виходом 24 i -ої комірки 1, а його вихід знака є виходом 30 i -ої комірки 1, який з'єднаний зі знаковим входом 31 мініматора 7 $(i+1)$ -ої

комірки 1, а вихід 29 мініматора 7 n-ої комірки 1 підключений до входів 28 всіх (n-1) молодших комірок 1.

У першій комірці 1 вихід регістра 3 є виходом 24 першої комірки 1, вихід 20 знака суматора-віднімача 4 є її виходом 30, а вхід 32 суматора 5 з'єднаний з виходом комутатора 10 цієї ж комірки 1. Вихід 29 мініматора 7 n-ої комірки 1 з'єднаний з входом регістра 9 цієї комірки, вихід суматора 5 з'єднаний з входом регістра 11, вихід якого з'єднаний з входом 27 суматора 5 цієї комірки 1 та інформаційним входом комутатора 12, керувальний вхід якого підключений до виходу ознаки нуля мініматора 7 цієї комірки 1. Вхід 32 суматора 5 i-ої комірки 1, крім першої комірки 1, з'єднаний з виходом 26 (i-1)-ої комірки 1, а вихід комутатора 12 n-ої комірки 1 є виходом 33 суми пристрою.

Блок 34 порогового оброблення містить мультиплексор 2, регістр 3, суматор-віднімач 4, D-тригер 6, комутатори 10, 12, елементи АБО 35 та І 36. Перший інформаційний вхід мультиплексора 2 блока 34 порогового оброблення з'єднаний з входом 37 порогу пристрою, його керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом 14 пристрою, а його вихід підключено до входу 15 регістра 3, вихід якого з'єднаний з прямим входом 16 суматора-віднімача 4 блока 34 порогового оброблення, вихід 19 якого з'єднаний з другим інформаційним входом мультиплексора 2 блока 34 порогового об-

роблення. Вихід 26 (n-1)-ої комірки 1 з'єднаний з інформаційним входом комутатора 10 блока 34 порогового оброблення, його керувальний вхід з'єднаний з керувальним входом 38 пристрою, а його вихід з'єднаний з інверсним входом 18 суматора-віднімача 4 блока 34 порогового оброблення, вихід 20 знака і вихід 39 ознаки нуля якого з'єднані з входами елемента АБО 35. Вихід елемента АБО 35 з'єднаний з D-входом D-тригера 6 блока 34 порогового оброблення, R-вхід якого підключений до входу 25 установлення в початковий стан пристрою, прямий вихід D-тригера 6 з'єднаний з першим входом елемента І 36 блока 34 порогового оброблення, другий вхід якого з'єднаний з виходом ознаки нуля мініматора 7 n-ї комірки, а його вихід підключений до керувального входу комутатора 12. Інформаційний вхід комутатора 12 блока 34 порогового оброблення з'єднаний з виходом регістра 3 блока 34 порогового оброблення, його вихід є виходом 40 результату конвеєрного пристрою, а вихід ознаки нуля мініматора 7 n-ої комірки 1 є виходом 41 сигналу "Кінець" 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 етапів оброблення n вхідних величин $\alpha_{i,0}$, порівняння цих сум з порогом 0 і формування вихідних даних вигляду:

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

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 порога оброблення; j - етап оброблення.

Процес порогового оброблення в конвеєрному пристрої має такий вигляд.

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

$$q_j = \text{msn} \bigcup_{i=1}^n \alpha_{i,j-1}, j = \overline{1, N}, \quad (2)$$

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

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

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:

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

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

Одночасно формується часткова сума S_j як кратне загальної частини q_j де кратність d_j визначається кількістю додатних доданків j-го етапу:

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

Потім виконується накопичення часткових сум S_j у вигляді

$$S_k = \sum_{j=1}^k S_j, k = \overline{2, N}. \quad (6)$$

Одночасно після формування часткової суми S_j з на першому етапі формується різниця між заданим порогом Θ та частковою сумою S_1 отриманою на цьому етапі, тобто:

$$\Delta_1 = \Theta - S_1, \quad (7)$$

перевіряється умова:

$$\Delta_j \leq 0 \quad (8)$$

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

$$\Delta_j = \Delta_{j-1} - S_j, \quad (9)$$

На j-му етапі перевіряється умова:

$$\Delta_j \leq 0. \quad (10)$$

Процес порогового оброблення повторюється до визначення нульової величини q_j (3). Виконання

умови (3) свідчить про закінчення процесу, про формування остаточного результату Y порогового оброблення вигляду (1), а також про формування остаточної суми вхідних даних вигляду

$$S = \sum_{i=1}^n \alpha_{i,0} = \sum_{j=1}^N S_j \cdot (11)$$

Отже, конвеєрний пристрій працює таким чином.

На вхід 13; i -ої комірки 1 надходить i -й операнд $\alpha_{i,0}$ з групи операндів, кількість яких n . Запис операндів у комірки 1 виконується паралельно за наявністю одиничного сигналу на керувальному вході 14 пристрою. Через мультиплексор 2 i -й операнд $\alpha_{i,0}$ надходить на вхід 15 регістра 3 i -ої комірки 1. Одночасно на вхід 37 порога подають зовнішній поріг \ominus , який через мультиплексор 2 блока 34 порогового оброблення надходить по входу 15 в регістр 3 цього блока.

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 29 мініматора 7. При цьому задіяно інформаційні входи 17 і 23 та знакові входи 21 і 31 мініматора 7 i -ї комірки 1, крім першої комірки 1. Отже, $(i-1)$ -й операнд і його знак подаються з виходів 24 і 30 $(i-1)$ -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 -й комірці 1 і з виходу 29 мініматора 7 цієї комірки 1 записується в регістри 9 всіх n комірок 1 паралельно по їх входу 28.

Після цього в i -й комірці 1 відбувається формування i -го елемента різницевого зрізу A_1 в суматорі-віднімачі 4 з i -го операнда $\alpha_{i,0}$, що надходить з регістра 3 на його прямий вхід 16, $\alpha_{i,0}$ загальної частини q_1 всіх операндів, що надходить з регістра 9 на його інверсний вхід 18. Ця операція відбувається в процесі віднімання від величини операнда $\alpha_{i,0}$ загальної частини q_1 всіх величин операндів згідно з виразом (4) і ця різниця записується з виходу 19 суматора-віднімача 4 через мультиплексор 2 в регістр 3 по його входу 15 за наявності нульового сигналу на керувальному вході 14 пристрою. При цьому на виході 20 знака суматора-віднімача 4 формується знак різниці. Перед початком роботи регістри 3, 8, 9, 11 і D-тригер 6 всіх комірок 1 і блока 34 порогового оброблення 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 22 цієї комірки 1 на вхід 27 суматора 5 $(i-1)$ -ої комірки 1, де відбувається накопичування загальної частини операндів. У випадку, якщо на виході 20 знака суматора-віднімача 4 i -ої комірки 1 з'явиться одиничний сигнал знака від'ємного результату, то наявність ну-

льового сигналу на інверсному виході D-тригера 6, а отже, на керувальному вході комутатора 10 заборонить знаходження загальної частини q_1 операндів на даному етапі оброблення через комутатор 10 на вхід 27 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 27 і 32, в результаті чого на виході суматора 5 $(n-i)$ -ої комірки 1, тобто на виході 26 цієї комірки 1 формується часткова сума S_j згідно з виразом (5). Після цього в n -й комірці 1 виконується накопичення часткових сум S_j за виразом (6) із задіянням регістра 11, що дозволяє суматор 5 і регістр 11 цієї комірки 1 розглядати як накопичувальний суматор.

Одночасно відбувається порівняння в суматорі-віднімачі 4 блока 34 порогового оброблення зовнішнього порогу \ominus , що надходить по його прямому входу 16 з регістра 3, та часткової суми S_1 , що надходить по його інверсному входу 18 з виходу комутатора 10, на керувальний вхід якого надходить одиничний сигнал з керувального входу 38 пристрою. Порівняння відбувається в процесі віднімання на першому етапі оброблення від зовнішнього порогу \ominus часткової суми S_1 згідно з виразом (7). Різниця Δ_1 записується з виходу 19 суматора-віднімача 4 блока 34 порогового оброблення через мультиплексор 2 у регістр 3 по його входу 15 за наявністю нульового сигналу на керувальному вході 14 пристрою.

Сигнали з виходу 20 знака і виходу 39 ознаки нуля суматора-віднімача 4 блока 34 порогового оброблення подаються через елемент АБО 35 на D-вхід D-тригера 6 блока 34 порогового оброблення. При цьому за наявності одиничного сигналу на одному з виходів: виході 20 знака або виході 39 ознаки нуля суматора-віднімача 4 одиничний сигнал з прямого виходу D-тригера 6 подається на один з входів елемента 136.

В подальшому процес порогового оброблення виконується аналогічно першому етапу оброблення згідно з формулами (2)-(6) та (9)-(11) 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 41 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 34 порогового оброблення формується результат Y оброблення вигляду $|\ominus - S|$, який з'являється на виході 40 пристрою, оскільки на обидва входи елемента І 36 блока 34 порогового оброблення надходять одиничні сигнали, які формують одиничний сигнал на керувальному вході комутатора 12 цього блока. Якщо не виконується умова (10) навіть при виконанні умови (3), тобто відсутні одиничні сигнали на виході 20 знака і виході 39 ознаки нуля суматора-віднімача 4 блока 34 порогового оброблення, з виходу елемента АБО 35 цього блока нульовий сигнал через прямий вихід D-тригера 6 та елемент І 36 подається на керувальний вхід комутатора 12

блока 34 порогового оброблення. Отже, на виході 40 результату пристрою присутній нульовий результат у відповідності з виразом (1).

Одночасно через N етапів оброблення в регістрі 11 n-ої комірки 1 формується остаточна сума вхідних даних вигляду (11), яка за наявності одного сигналу на виході ознаки нуля мініматора 7 цієї комірки 1, який подається на керувальний вхід комутатора 12, проходить через комутатор 12 на вихід 33 суми пристрою. Отже, пристрій одночасно може виконувати не тільки порогове оброблення вхідних даних, але й їх паралельне підсумовування за різницевиими зрізами.

У таблиці 1 показано приклад порогового оброблення масиву чисел {13, 8, 3, 11} за порогом $\Theta = 30$, а саме, наведено часткові суми S_j , накопичені суми S_k , поточні пороги Δ_j , показано процес формування різницевиих зрізів A_j і результату Y .

Запропонований конвеєрний пристрій має розширені функціональні можливості, оскільки моделює роботу формального нейрона з функцією активізації у вигляді зовнішнього порога з формуванням результату порогового оброблення певної залежності, а також виконує одночасно паралельне підсумовування вхідних даних.

Таблиця 1

Елементи $\alpha_{i,j}$ різницевиих зрізів	Різницевиі зрізи A_j					
	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
$\alpha_{1,j}$	13	10	5	2	0	0
$\alpha_{2,j}$	8	5	0	-	-	-
$\alpha_{3,j}$	3	0	-	-	-	-
$\alpha_{4,j}$	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_i	0	$3 \times 4 = 12$	$5 \times 3 = 15$	$3 \times 2 = 6$	$2 \times 1 = 2$	0
Накопичена сума S_k	0	$0 + 12 = 12$	$12 + 15 = 27$	$27 + 6 = 33$	$33 + 2 = 35$	$35 + 0 = 35$
Поточний поріг Δ_j	30	$30 - 12 = 18$	$18 - 15 = 3$	$3 - 6 = -3$	$-3 - 2 = -5$	-5
Результату Y	0	0	0	0	0	5

