



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 110187

(13) C2

(51) МПК

G06F 7/38 (2006.01)

G06F 7/02 (2006.01)

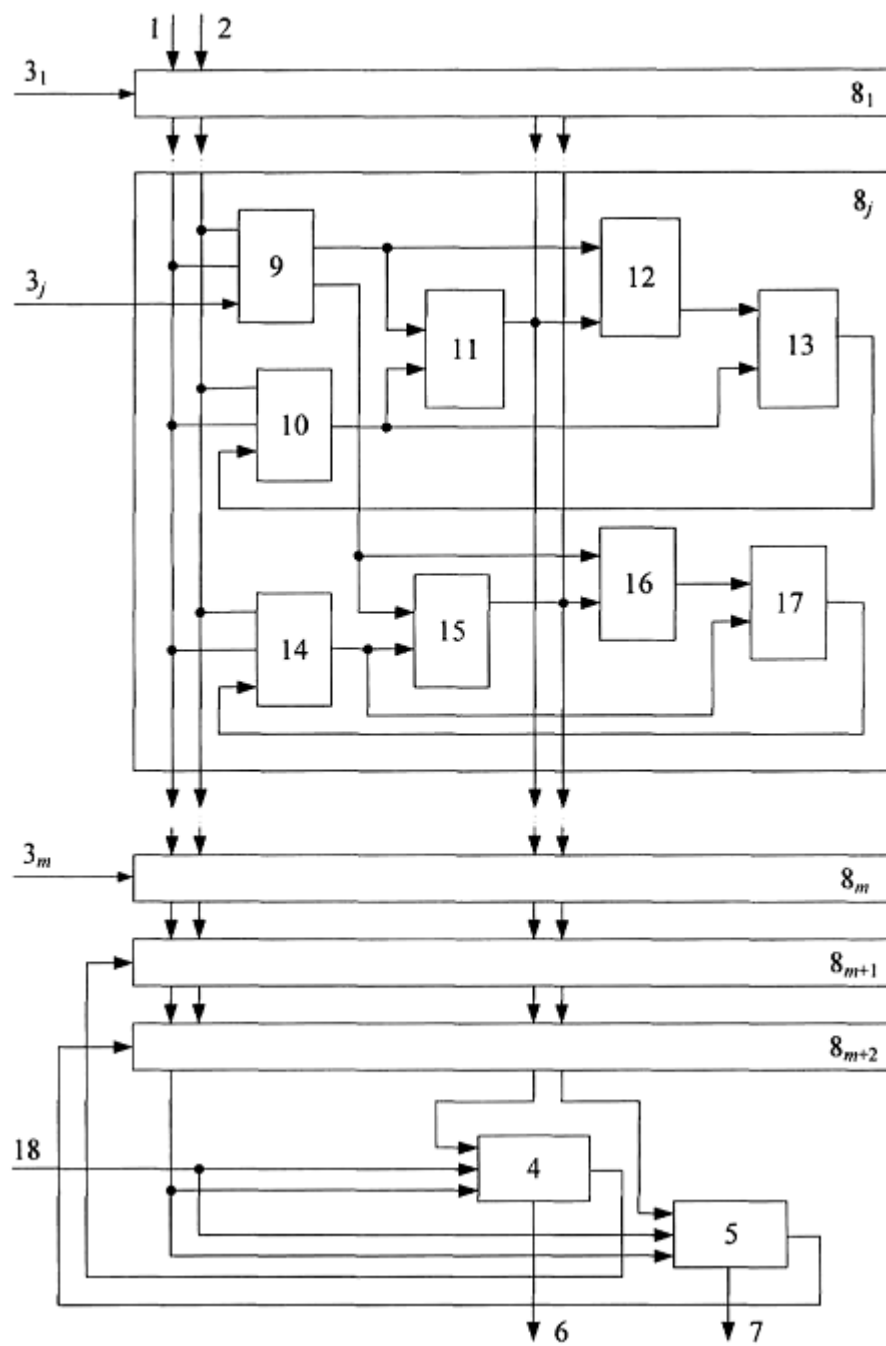
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2014 14000</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Цмоць Іван Григорович (UA),</b> <b>Скорохода Олекса Володимирович (UA),</b> <b>Медиковський Микола Олександрович (UA),</b> <b>Антонів Володимир Ярославович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>26.12.2014</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</b> <b>"ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА",</b> вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів-13, 79013 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.11.2015</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 103106 C2, 10.09.2013 UA 29630 A, 15.11.2000 SU 1462291 A1, 28.02.1989 SU 1619249 A1, 07.01.1991 SU 1156060 A, 15.05.1985 US 3924078 A, 02.12.0975 US 5262969 A, 16.11.1993 JPS 61165127 A, 25.07.1986
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.03.2015, Бюл.№ 5</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.11.2015, Бюл.№ 22</b>	

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ЧИСЛА З ГРУПИ ЧИСЕЛ****(57) Реферат:**

Винахід належить до обчислювальної техніки і може бути використаний у спеціалізованих комп'ютерних системах з вертикальною обробкою даних. Пристрій для визначення максимального числа з групи чисел містить тактових вхід, вхід початкової установки,  $m$  однорозрядних інформаційних входів,  $m$  блоків порівняння, кожен з яких містить перший D-тригер, перший елемент І-НІ з відкритим колектором, перший елемент АБО, перший елемент І, другий D-тригер. Згідно з винаходом в пристрій додатково введені:  $n$ -розрядний зсувний регістр з інвертованим виходом,  $n$ -розрядний зсувний регістр, вихід результату обчислення максимального числа, вихід результату обчислення мінімального числа, два блоки порівняння; у кожному блоці порівняння додатково введені третій D-тригер, другий елемент І-НІ з відкритим колектором, другий елемент АБО, другий елемент І. Введення у пристрій нових елементів і зв'язків між ними забезпечило розширення функціональних можливостей шляхом одночасного визначення максимального та мінімального чисел як з одновимірного масиву із  $m$  чисел, так і з двовимірного масиву із  $(m \times p)$  чисел, та при цьому забезпечило підвищення швидкодії.

UA 110187 C2



Винахід належить до обчислювальної техніки і може бути використаний у спеціалізованих комп'ютерних системах з вертикальним опрацюванням даних для підвищення швидкодії та зменшення затрат обладнання при визначенні максимального та мінімального чисел як з

5 Відомий пристрій для визначення екстремальних значень послідовності чисел [А.с. СССР № 1462291, кл. G06F 7/00, 1989], який містить сім регістрів, два комутатори, три схеми порівняння, два елементи ІІ, два елементи І та три елементи затримки.

Однак даний пристрій має малу швидкодію.

10 Відомий пристрій для визначення максимального числа з групи чисел [Деклараційний патент на винахід № 29630, кл. G06F 7/04, 2000], який містить тактовий вхід, вхід початкової установки,  $m$  інформаційних входів, де  $m$  - кількість чисел, які порівнюються, вихід результату,  $m \times n$  блоків порівняння, де  $n$  - розрядність чисел, які порівнюються, кожен з яких містить D-тригер, елемент І-НІ з відкритим колектором, елемент АБО, елемент І.

15 Однак даний пристрій для своєї реалізації вимагає великої кількості входів-виходів та великих затрат обладнання.

Найбільш близьким до запропонованого пристрою є пристрій для визначення максимального числа з групи чисел [Патент України на винахід № 103106, кл. G06F 7/04, 2013], який містить тактовий вхід, вхід початкової установки,  $m$  однорозрядних інформаційних входів, де  $m$  - кількість чисел, які порівнюються, вихід результату обчислення максимального числа,  $m$  блоків порівняння, кожен з яких містить перший D-тригер, елемент І-НІ з відкритим колектором, елемент АБО, елемент І, другий D-тригер.

Однак даний пристрій має обмежені функціональні можливості, оскільки визначає тільки максимальне число з групи чисел (одновимірному масиву).

25 В основу винаходу поставлено задачу створити пристрій для одночасного визначення максимального та мінімального чисел як з одновимірному масиву із  $m$  чисел, так і з двовимірному масиву із  $(m \times p)$  чисел, у якому введення нових елементів і зв'язків між ними дозволило б збільшити функціональні можливості.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для визначення максимального числа з групи чисел, що містить тактовий вхід, вхід початкової установки,  $m$  однорозрядних інформаційних входів, де  $m$  - кількість чисел, які одночасно опрацьовуються, вихід результату обчислення максимального числа,  $m$  блоків порівняння, кожен з яких містить перший D-тригер, елемент І-НІ з відкритим колектором, елемент АБО, елемент І, другий D-тригер, при цьому тактові входи першого та другого D-тригера всіх блоків порівняння з'єднані з тактовим входом, входи встановлення в одиницю першого та другого D-тригера всіх блоків порівняння з'єднані з входом початкової установки, у кожному  $j$ -у ( $j=1, \dots, m$ ) блоці порівняння інформаційний вхід першого D-тригера з'єднаний з  $j$ -м однорозрядним інформаційним входом, прямий вихід першого D-тригера з'єднаний з першим входом елемента І-НІ з відкритим колектором та першим входом елемента АБО, вихід якого з'єднаний з першим входом елемента І, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом другого D-тригера, вихід якого з'єднаний з другим входом елемента І та другим входом елемента І-НІ з відкритим колектором, згідно з винаходом додатково містить  $n$ -розрядний зсувний регістр з інвертованим виходом, де  $n$  - розрядність чисел, що порівнюються,  $n$ -розрядний зсувний регістр, вихід результату обчислення мінімального числа, вхід скиду регістрів, два блоки порівняння, а у кожному блоці порівняння третій D-тригер, другий елемент І-НІ з відкритим колектором, другий елемент АБО, другий елемент І, причому у кожному блоці порівняння тактовий вхід третього D-тригера з'єднаний з тактовим входом, вхід встановлення в одиницю третього D-тригера з'єднаний з входом початкової установки, інвертований вихід першого D-тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І-НІ з відкритим колектором та першим входом другого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з першим входом другого елемента І, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом третього D-тригера, вихід якого з'єднаний з другим входом другого елемента І та другим входом другого елемента І-НІ з відкритим колектором, вхід  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом з'єднаний з виходом елемента І-НІ з відкритим колектором всіх блоків порівняння та другим входом елемента АБО всіх блоків порівняння, вхід  $n$ -розрядного зсувного регістра з'єднаний з виходом другого елемента І-НІ з відкритим колектором всіх блоків порівняння та другим входом другого елемента АБО всіх блоків порівняння, тактові входи  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом та  $n$ -розрядного зсувного регістра з'єднані з тактовим входом, входи скиду  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом та  $n$ -розрядного зсувного регістра з'єднані з входом скиду регістрів, паралельний вихід  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом з'єднаний з виходом результату обчислення максимального числа, послідовний вихід  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим

виходом з'єднаний з інформаційним входом першого D-тригера  $(m+1)$ -го блока порівняння, паралельний вихід  $n$ -розрядного зсувного регістра з'єднаний з виходом результату обчислення мінімального числа, послідовний вихід  $n$ -розрядного зсувного регістра з'єднаний з інформаційним входом першого D-тригера  $(m+2)$ -го блока порівняння.

5 Введення у пристрій двох додаткових блоків порівняння,  $(m+2)$  D-тригерів,  $(m+2)$  елементів І,  $(m+2)$  елементів І-НІ з відкритим колектором,  $(m+2)$  елементів АБО,  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом,  $n$ -розрядного зсувного регістра, входу скиду регістрів та виходу результату обчислення мінімального числа забезпечило розширення функціональних можливостей шляхом одночасного визначення максимального та мінімального чисел як з

10 одновимірною масиву із  $m$  чисел, так і з двовимірною масиву із  $(m \times p)$  чисел.

На кресленні представлена схема пристрою для визначення максимального числа з групи чисел, де:

1 - тактовий вхід, 2 - вхід початкової установки,  $3_1, \dots, 3_m$  - однорозрядні інформаційні входи, 4 -  $n$ -розрядний зсувний регістр з інвертованим виходом, 5 -  $n$ -розрядний зсувний регістр, 6 - вихід результату обчислення максимального числа, 7 - вихід результату обчислення мінімального числа,  $8_1, \dots, 8_{m+2}$  - блоки порівняння; у кожному блоці порівняння 9 - перший D-тригер, 10 - другий D-тригер, 11 - перший елемент І-НІ з відкритим колектором, 12 - перший елемент АБО, 13 - перший елемент І, 14 - третій D-тригер, 15 - другий елемент І-НІ з відкритим колектором, 16 - другий елемент АБО, 17 - другий елемент І, 18 - вхід скиду регістрів.

20 Пристрій для визначення максимального числа з групи чисел містить тактовий вхід 1, вхід початкової установки 2, однорозрядні інформаційні входи  $3_1, \dots, 3_m$ ,  $n$ -розрядний зсувний регістр з інвертованим виходом 4,  $n$ -розрядний зсувний регістр 5, вихід результату обчислення максимального числа 6, вихід результату обчислення мінімального числа 7, блоки порівняння  $8_1, \dots, 8_{m+2}$ ; у кожному блоці порівняння перший D-тригер 9, другий D-тригер 10, перший елемент І-НІ з відкритим колектором 11, перший елемент АБО 12, перший елемент І 13, третій D-тригер 14, другий елемент І-НІ з відкритим колектором 15, другий елемент АБО 16, другий елемент І 17, вхід скиду регістрів 18.

Тактові входи D-тригерів 9, 10 та 14 всіх блоків порівняння з'єднані з тактовим входом 1, входи встановлення в одиницю D-тригерів 9, 10 та 14 всіх блоків порівняння з'єднані з входом початкової установки 2, у кожному  $k$ -у ( $k=1, \dots, m+2$ ) блоці порівняння  $8_k$  прямий вихід першого D-тригера 9 з'єднаний з першим входом першого елемента І-НІ з відкритим колектором 11 та першим входом першого елемента АБО 12, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента І 13, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом другого D-тригера 10, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента І 13 та другим входом першого елемента І-НІ з відкритим колектором 11, інвертований вихід першого D-тригера 9 з'єднаний з першим входом другого елемента І-НІ з відкритим колектором 15 та першим входом другого елемента АБО 16, вихід якого з'єднаний з першим входом другого елемента І 17, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом третього D-тригера 14, вихід якого з'єднаний з другим входом другого елемента І 17 та другим входом другого елемента І-НІ з відкритим колектором 15, у кожному  $j$ -у ( $j=1, \dots, m$ ) блоці порівняння  $8_j$  інформаційний вхід першого D-тригера 9 з'єднаний з  $j$ -м однорозрядним інформаційним входом  $3_j$ , вхід  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом 4 з'єднаний з виходом першого елемента І-НІ з відкритим колектором 11 всіх блоків порівняння та другим входом другого елемента АБО 13 всіх блоків порівняння, вхід  $n$ -розрядного зсувного регістра 5 з'єднаний з виходом другого елемента І-НІ з відкритим колектором 15 всіх блоків порівняння та другим входом другого елемента АБО 17 всіх блоків порівняння, тактові входи  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом 4 та  $n$ -розрядного зсувного регістра 5 з'єднані з тактовим входом 1, входи скиду  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом 4 та  $n$ -розрядного зсувного регістра 5 з'єднані з входом скиду регістрів 18, паралельний вихід  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом 4 з'єднаний з виходом результату обчислення максимального числа 6, послідовний вихід  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом 4 з'єднаний з інформаційним входом першого D-тригера 9  $(m+1)$ -о блока порівняння  $8_{m+1}$ , паралельний вихід  $n$ -розрядного зсувного регістра 5 з'єднаний з виходом результату обчислення мінімального числа 7, послідовний вихід  $n$ -розрядного зсувного регістра 5 з'єднаний з інформаційним входом першого D-тригера 9  $(m+2)$ -о блока порівняння  $8_{m+2}$ .

Пристрій для визначення максимального числа з групи чисел працює наступним чином.

Перед початком роботи імпульсом початкової установки, який надходить із входу початкової установки 2, тригери 9, 10 і 14 у кожному блоці порівняння  $8_k$ , встановлюються у лог. 1, а імпульсом скиду, який надходить з входу скиду регістрів 18, всі розряди регістрів 4 і 5

встановлюються у лог. 1. У кожному блоці порівняння  $8_k$  інформація з виходів тригерів 7, 8 і 14 (лог. 1) встановлює на виходах елементів І 13 і 17 сигнал лог. 1.

При одночасному визначенні максимального та мінімального чисел в одновимірному масиві із  $m$  чисел дані на інформаційні входи  $3_1, \dots, 3_m$  надходять порозрядно старшими розрядами вперед. У першому такті роботи пристрою у кожному блоці порівняння  $8_k$  дані з інформаційних входів тригерів 9, 10 і 14 записуються у ці тригери. При цьому у тригер 9  $j$ -го блока порівняння  $8_j$  записується старший розряд  $j$ -го числа, у тригер 9  $(m+1)$ -го блока порівняння  $8_{(m+1)}$  - лог. 0, а у тригер 9  $(m+2)$ -го блока порівняння  $8_{(m+2)}$  - лог. 1. У тригери 10 і 14 всіх блоків порівняння  $8_k$  записуються лог. 1, які дозволяють участь  $j$ -го числа у визначенні відповідно максимального та мінімального значень. У кожному блоці порівняння  $8_k$  дані з виходу тригера 9 надходять на перший вхід елемента І-НІ з відкритим колектором 11 та перший вхід елемента АБО 12. Лог. 1 з виходу тригера 10 (сигнал управління) надходить на другий вхід елемента І-НІ з відкритим колектором 11 та другий вхід елемента І 13. Дані з виходів елементів І-НІ з відкритим колектором 11 всіх блоків порівняння 8 об'єднуються по монтажному І. Аналогічно, дані з виходів елементів І-НІ з відкритим колектором 15 всіх блоків порівняння 8 також об'єднуються по монтажному І. У випадку, коли старші розряди чисел, що порівнюються, рівні нулю, то на виході елементів І-НІ з відкритим колектором 11 формується лог. 1, у інших випадках - лог. 0, а на виходах елементів І-НІ з відкритим колектором 15 формується лог. 0, у інших випадках - лог. 1. Інформація з виходів елементів І-НІ з відкритим колектором 11 (старший розряд максимального числа) надходить на вхід  $n$ -розрядного зсувного регістра з інвертованим виходом 4, а інформація з виходів елементів І-НІ з відкритим колектором 15 (старший розряд мінімального числа) надходить на вхід  $n$ -розрядного зсувного регістра 5. При лог. 1 на других входах елементів АБО 12 блоків порівняння  $8_1, \dots, 8_{(m+2)}$  на їхніх виходах встановлюється сигнал лог. 1, а при лог. 0 - інформація з прямих виходів тригерів 9. У випадку, коли на другі входи елементів АБО 16 блоків порівняння  $8_1, \dots, 8_{(m+2)}$  надходить лог. 1, то на їхніх виходах встановлюється сигнал лог. 1, а при лог. 0 - інформація з інверсних виходів тригерів 9. Інформація з виходів елементів АБО 12 формує на виходах елементів І 13 сигнали управління, які надходять на інформаційні входи тригерів 10, а інформація з виходів елементів АБО 16 формує на виходах елементів І 17 сигнали управління, які надходять на інформаційні входи тригерів 14.

Другим тактовим імпульсом у кожному блоці порівняння 8 виконується запис інформації у тригери 9, 10 і 14. При цьому дані із виходів елементів І-НІ з відкритим колектором 11 та 15 запишуться, відповідно, у  $n$ -розрядний зсувний регістр з інвертованим виходом 4 і  $n$ -розрядний зсувний регістр 5. У тригерах 9 отримуємо значення наступних розрядів чисел, які порівнюються, а у тригерах 10 і 14 - значення, які дозволяють (лог. 1) або забороняють (лог. 0) участь даних блоків порівняння у подальшому формуванні максимального (тригер 10) та мінімального (тригер 14) чисел. На виходах елементів І-НІ з відкритим колектором 11 та 15 формуються відповідно наступні розряди максимального (інвертоване значення) та мінімального чисел.

Формування наступних розрядів результату та сигналів управління виконуються аналогічно. За  $(n+1)$  тактів, де  $n$  - розрядність чисел, у  $n$ -розрядному зсувному з інвертованим виходом 4 отримаємо інвертоване значення максимального числа, а в  $n$ -розрядному зсувному 5 - мінімальне значення числа із одновимірною масиву з  $m$  чисел. Інформація з виходів регістрів 4 і 5 використовується для одночасного визначення максимального та мінімального чисел з наступного масиву з  $m$  чисел. Таке визначення здійснюється шляхом її порозрядного порівняння з наступними  $m$  числами.

При одночасному визначенні максимального та мінімального чисел у двовимірному масиві із  $(m \times p)$  чисел, які надходять порозрядно старшими розрядами вперед, робота пристрою здійснюється аналогічно до роботи при визначенні максимального та мінімального чисел в одновимірному масиві із  $m$  чисел з тією різницею, що в  $(n+1)$ -му такті відбувається скид в нуль тригерів 9, 10 і 14 у всіх блоках порівняння 8. Кількість тактів для одночасного визначення максимального та мінімального чисел у двовимірному масиві із  $(m \times p)$  чисел дорівнює  $(n+1) \times p$ . Тривалість такту роботи в даному пристрої рівна:

$$T = t_{Tr} + 3t_i,$$

де  $t_{Tr}$  - час запису інформації у тригер,  $t_i$  - час затримки інформації при проходженні через логічні елементи типу АБО, І, І-НІ.

Час обчислення максимального та мінімального чисел у цьому пристрої для масиву із  $m$  чисел рівний:

$$t_m = (t_{Tr} + 3t_i)(n+1),$$

а для масиву із  $(m \times p)$  чисел:

$$t_{m \times p} = (t_{Tr} + 3t_i)(n+1)p,$$

де  $p$  - кількість рядків масиву чисел,  $n$  - розрядність чисел.

Затрати обладнання на реалізацію даного пристрою рівні:

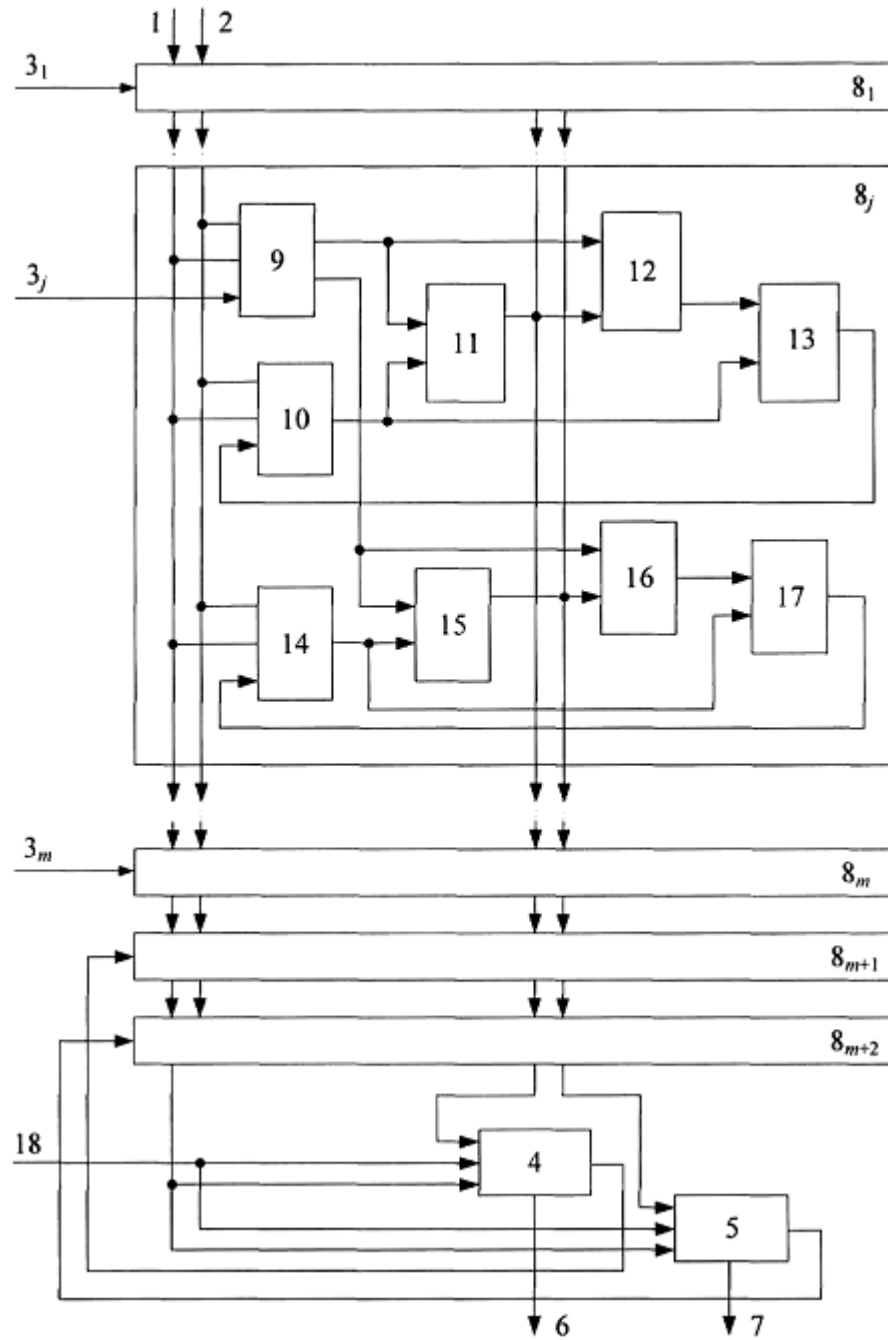
$$W_{Pr} = (m+2)(3W_{Tr} + 6W_I) + 2W_{Pr},$$

- 5 де  $m$  - кількість чисел, що опрацьовуються одночасно (кількість стовпців масиву чисел),  $W_{Tr}$  - затрати обладнання на реалізацію D-тригера,  $W_I$  - затрати обладнання на реалізацію логічних елементів типу АБО, І, І-НІ,  $W_{Pr}$  - затрати на реалізацію  $n$ -розрядного зсувного регістра.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

10

- Пристрій для визначення максимального числа з групи чисел, який містить тактовий вхід, вхід початкової установки,  $m$  однорозрядних інформаційних входів, де  $m$  - кількість чисел, які одночасно опрацьовуються, вихід результату обчислення максимального числа,  $m$  блоків порівняння, кожен з яких містить перший D-тригер, елемент І-НІ з відкритим колектором, 15 елемент АБО, елемент І, другий D-тригер, при цьому тактові входи першого та другого D-тригерів всіх блоків порівняння з'єднані з тактовим входом, входи встановлення в одиницю першого та другого D-тригерів всіх блоків порівняння з'єднані з входом початкової установки, у кожному  $j$ -у ( $j=1, \dots, m$ ) блоці порівняння інформаційний вхід першого D-тригера з'єднаний з  $j$ -м однорозрядним інформаційним входом, прямий вихід першого D-тригера з'єднаний з першим 20 входом елемента І-НІ з відкритим колектором та першим входом елемента АБО, вихід якого з'єднаний з першим входом елемента І, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом другого D-тригера, вихід якого з'єднаний з другим входом елемента І та другим входом елемента І-НІ з відкритим колектором, який **відрізняється** тим, що додатково містить  $n$ -розрядний зсувний реєстр з інвертованим виходом, де  $n$  - розрядність чисел, що порівнюються,  $n$ -розрядний 25 зсувний реєстр, вихід результату обчислення мінімального числа, вхід скиду реєстрів, два блоки порівняння, а у кожному блоці порівняння додатково включені третій D-тригер, другий елемент І-НІ з відкритим колектором, другий елемент АБО, другий елемент І, причому у кожному блоці порівняння тактовий вхід третього D-тригера з'єднаний з тактовим входом, вхід встановлення в одиницю третього D-тригера з'єднаний з входом початкової установки, 30 інвертований вихід першого D-тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І-НІ з відкритим колектором та першим входом другого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з першим входом другого елемента І, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом третього D-тригера, вихід якого з'єднаний з другим входом другого елемента І та другим входом другого елемента І-НІ з відкритим колектором, вхід  $n$ -розрядного зсувного реєстра з інвертованим 35 виходом з'єднаний з виходом елемента І-НІ з відкритим колектором всіх блоків порівняння та другим входом елемента АБО всіх блоків порівняння, вхід  $n$ -розрядного зсувного реєстра з'єднаний з виходом другого елемента І-НІ з відкритим колектором всіх блоків порівняння та другим входом другого елемента АБО всіх блоків порівняння, тактові входи  $n$ -розрядного зсувного реєстра з інвертованим виходом та  $n$ -розрядного зсувного реєстра з'єднані з тактовим 40 входом, входи скиду  $n$ -розрядного зсувного реєстра з інвертованим виходом та  $n$ -розрядного зсувного реєстра з'єднані з входом скиду реєстрів, паралельний вихід  $n$ -розрядного зсувного реєстра з інвертованим виходом з'єднаний з виходом результату обчислення максимального числа, послідовний вихід  $n$ -розрядного зсувного реєстра з інвертованим виходом з'єднаний з інформаційним входом першого D-тригера  $(m+1)$ -го блока порівняння, паралельний вихід  $n$ -розрядного зсувного реєстра з'єднаний з виходом результату обчислення мінімального числа, 45 послідовний вихід  $n$ -розрядного зсувного реєстра з'єднаний з інформаційним входом першого D-тригера  $(m+2)$ -го блока порівняння.



Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601