

# Багатофункціональна однорідна структура для образного комп'ютера



Доповідач: О.М. Перебейніс ст.гр ЛОТ-14м

Керівник: Т.Б. Мартинюк, д.т.н. , проф.

**Актуальність теми.** Магістерська робота присвячена розв'язанню актуальної наукової задачі побудови та моделюванню на ПЛІС багатofункціональної однорідної структури для образного комп'ютера. Розпізнавання образів є однією з фундаментальних процедур інтелектуальних систем і має величезне практичне значення.

Розробку образних комп'ютерів, які виконують не тільки обчислення, але й моделюють образне сприйняття світу, образне прийняття рішень і орієнтовані на виконання функціонального моделювання інтелектуальної діяльності людини, відносять до пріоритетних напрямів у науково-технічних дослідженнях. Актуальність вирішення даної задачі обумовлена, в першу чергу тим, що застосування ПЛІС з можливістю індикації результатів обробки засобами оптоелектроніки є потенційно перспективним для створення різних систем аналізу та розпізнавання, зокрема класифікації об'єктів.

**Мета і завдання дослідження.** Метою магістерської роботи є розробка та моделювання на ПЛІС багатofункціональної однорідної структури у складі процесора розпізнавання для досягнення компактності розміщення комірок однорідної структури, а також індикації результатів обробки засобами оптоелектроніки.

**Об'єкт дослідження** – процес обробки даних в однорідній структурі для процесора розпізнавання за дискримінантними функціями.

**Предмет дослідження** – методи і засоби реалізації матриці комірок однорідної структури на ПЛІС.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

- Провести аналіз сучасних тенденцій, пов'язаних із методами і засобами розпізнавання образів, зокрема, око-процесором у складі образного комп'ютера.
- Розробити варіанти схемної реалізації однорідної структури у складі процесора розпізнавання.
- Вдосконалити процес обробки даних в однорідній структурі для розпізнавання за дискримінантними функціями.
- Виконати моделювання схеми на ПЛІС та провести аналіз результатів.

## Наукова новизна результатів:

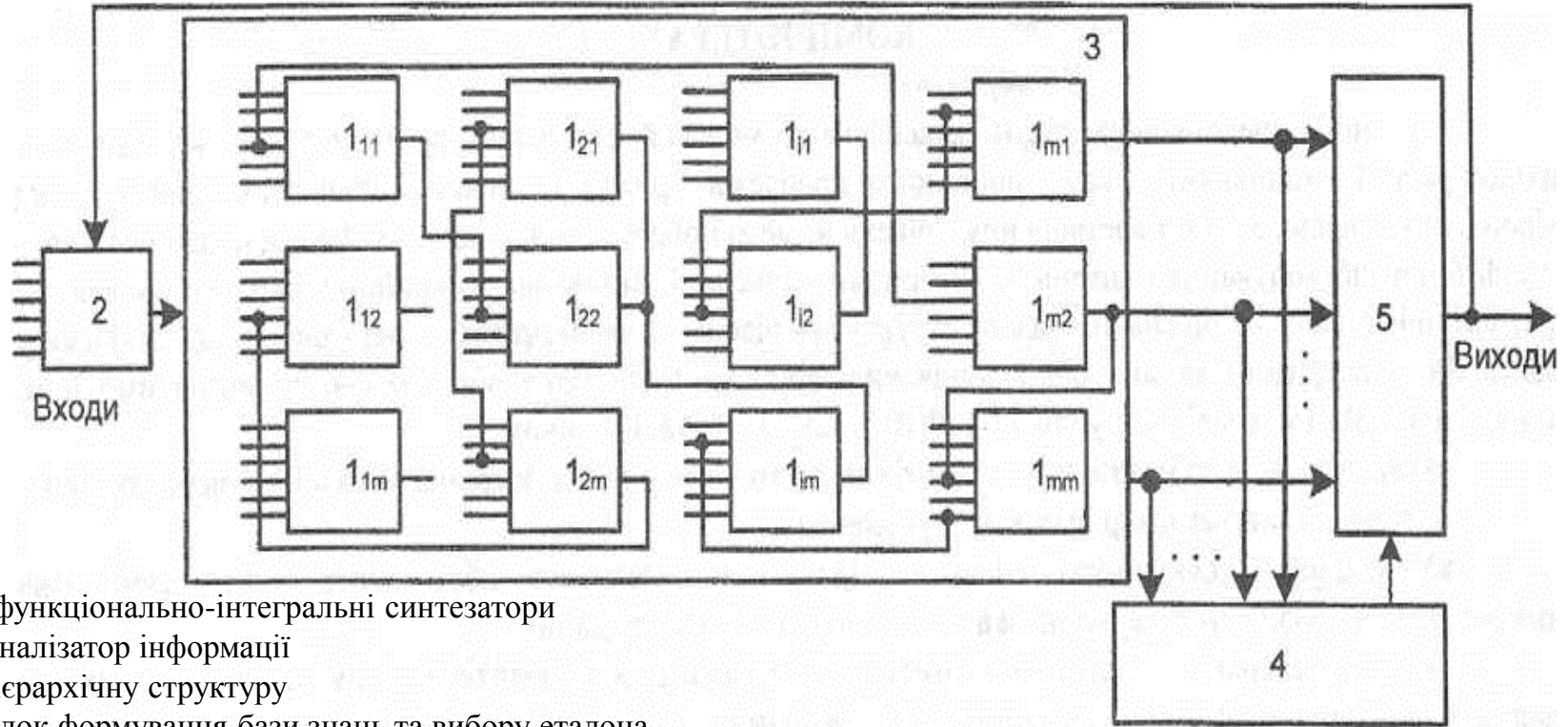
- Вперше розроблено два варіанти однорідної структури у складі процесора розпізнавання із врахуванням реально задіяних входів і логічних елементів всередині ПЛІС для двох способів запису даних у структуру, що значно зменшує кількість задіяних логічних елементів та кількість зовнішніх виведень кристала ПЛІС.
- Отримав подальший розвиток метод око-процесорної обробки шляхом застосування обробки за РЗ до елементів ДФ як зважених вхідних сигналів (симптомів).

**Практичне значення отриманих результатів** полягає у створенні реалізаційної моделі однорідної структури для процесора розпізнавання з паралельним і послідовним записом даних для око-процесора, крім того моделювання у середовищі Quartus забезпечує адекватність та достовірність результатів розробки. У подальшому це дасть можливість використання цієї моделі око-процесора для медичної діагностики та у галузях, що потребують систем розпізнавання.

Промодельовано та отримано результати процесу розміщення багатофункціональної однорідної структури на кристалі ПЛІС, що дозволяє в подальшому прогнозувати розмірність матриці даних що обробляються в процесі класифікації об'єктів в образному комп'ютері.

# Структура пристрою око-процесорного оброблення для образного комп'ютера

5



- 1<sub>i</sub> - функціонально-інтегральні синтезатори
- 2 - аналізатор інформації
- 3 - ієрархічну структуру
- 4 - блок формування бази знань та вибору еталона,
- 5 - схема порівняння

## Принципи око-процесорного оброблення

- а) паралельне оброблення всіх елементів вхідного масиву даних;
- б) ітераційний характер процесу оброблення;
- в) виділення сукупності ознак в процесі попереднього оброблення, тобто суміщення попереднього оброблення з первинним аналізом вхідного масиву даних;
- г) базові операції – вилучення загальної складової всіх елементів масиву даних, та ієрархічне (паралельне) підсумовування (накопичення) поточних загальних складових на кожній ітерації оброблення;
- д) формування еволюційної бази даних для розпізнавання вхідних образів (об'єктів);
- е) ієрархічна організація процесу аналізу та розпізнавання зображення;

## Класифікація за дискримінантними функціями

Одним з важливих підходів для розв'язання задачі класифікації є використання дискримінантних функцій (ДФ). Загальний вигляд лінійної дискримінантної функції задається формулою:

$$d(Z) = w_1 z_1 + w_2 z_2 + \dots + w_n z_n + w_0 = WZ + w_n = \sum_{j=1}^n w_j \cdot z_j + w_0$$

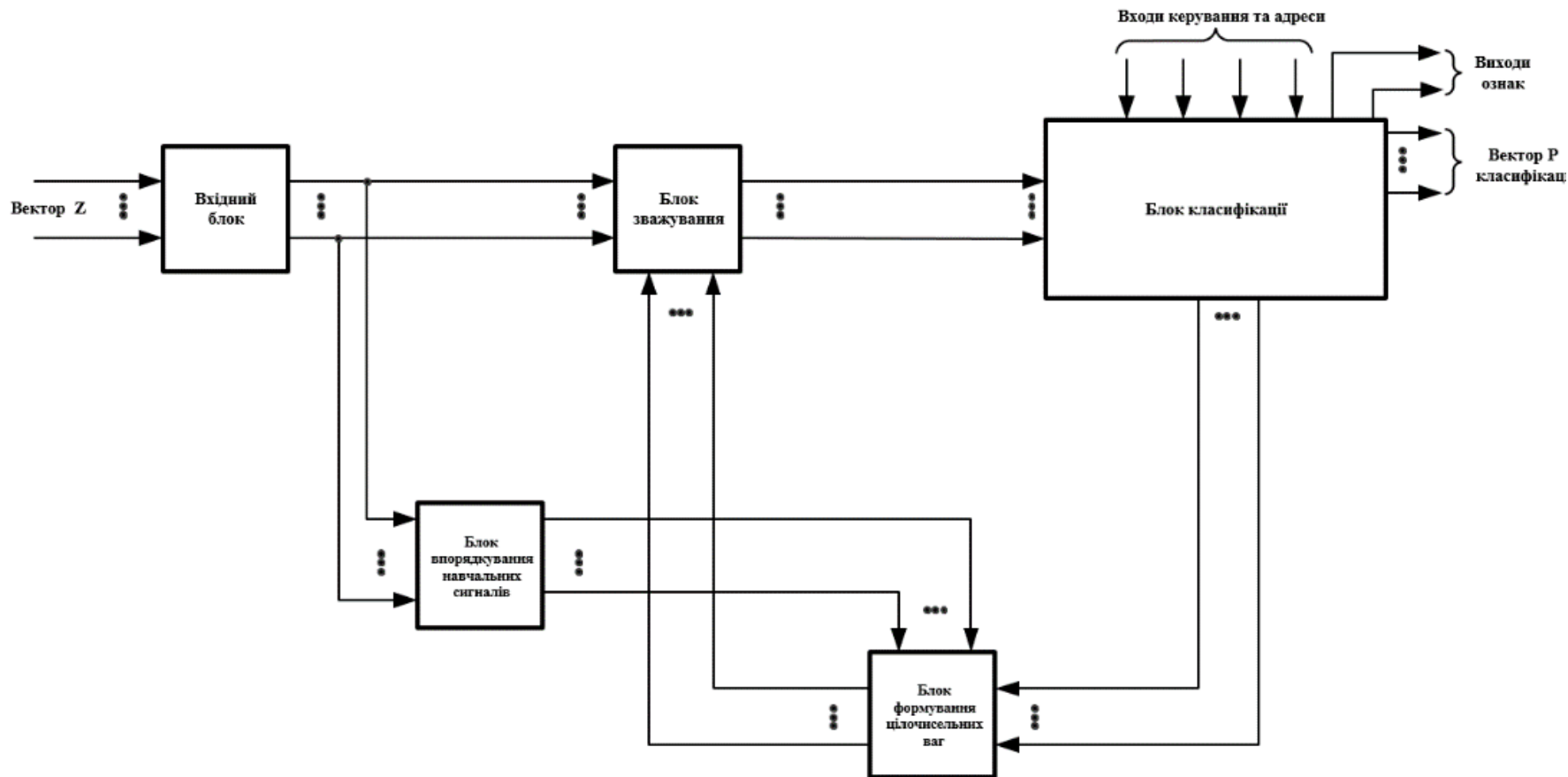
де  $Z$ - вектор образу,  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  - вектор вагових коефіцієнтів.

У разі розбиття на два класи  $X_1$  і  $X_2$  дискримінантна функція  $d(Z)$  дозволяє здійснити розпізнавання згідно з правилом:

$z$  належить  $Z_1$ , якщо  $d(z) > 0$ ;

$z$  належить  $Z_2$ , якщо  $d(z) < 0$ .

# Структурна схема процесора для розпізнавання

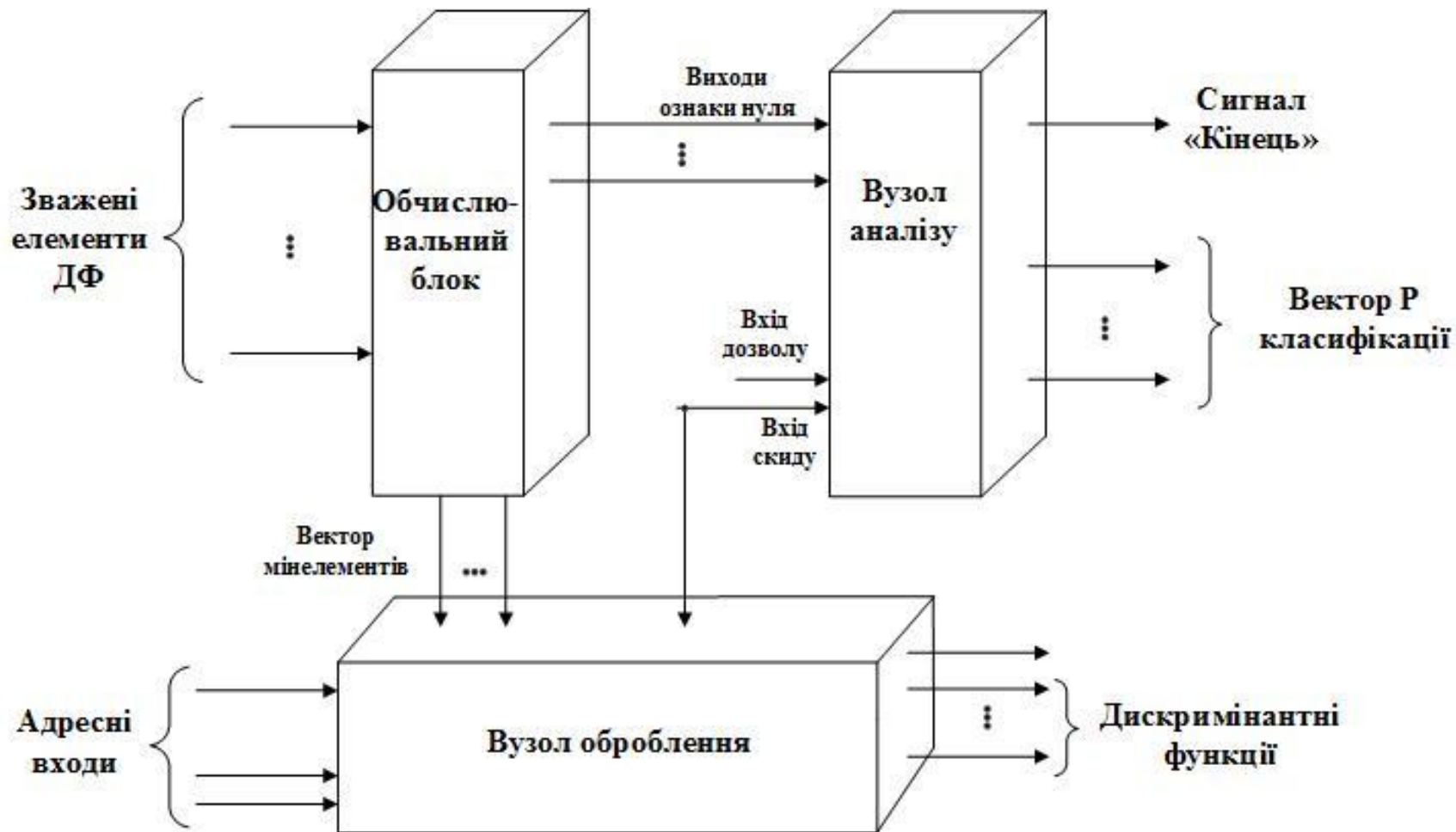


Процесор для розпізнавання працює в двох режимах: навчання(адаптації) та у робочому режимі

Виконує класифікацію за дискримінантними функціями

# Структурна схема блока класифікації

8

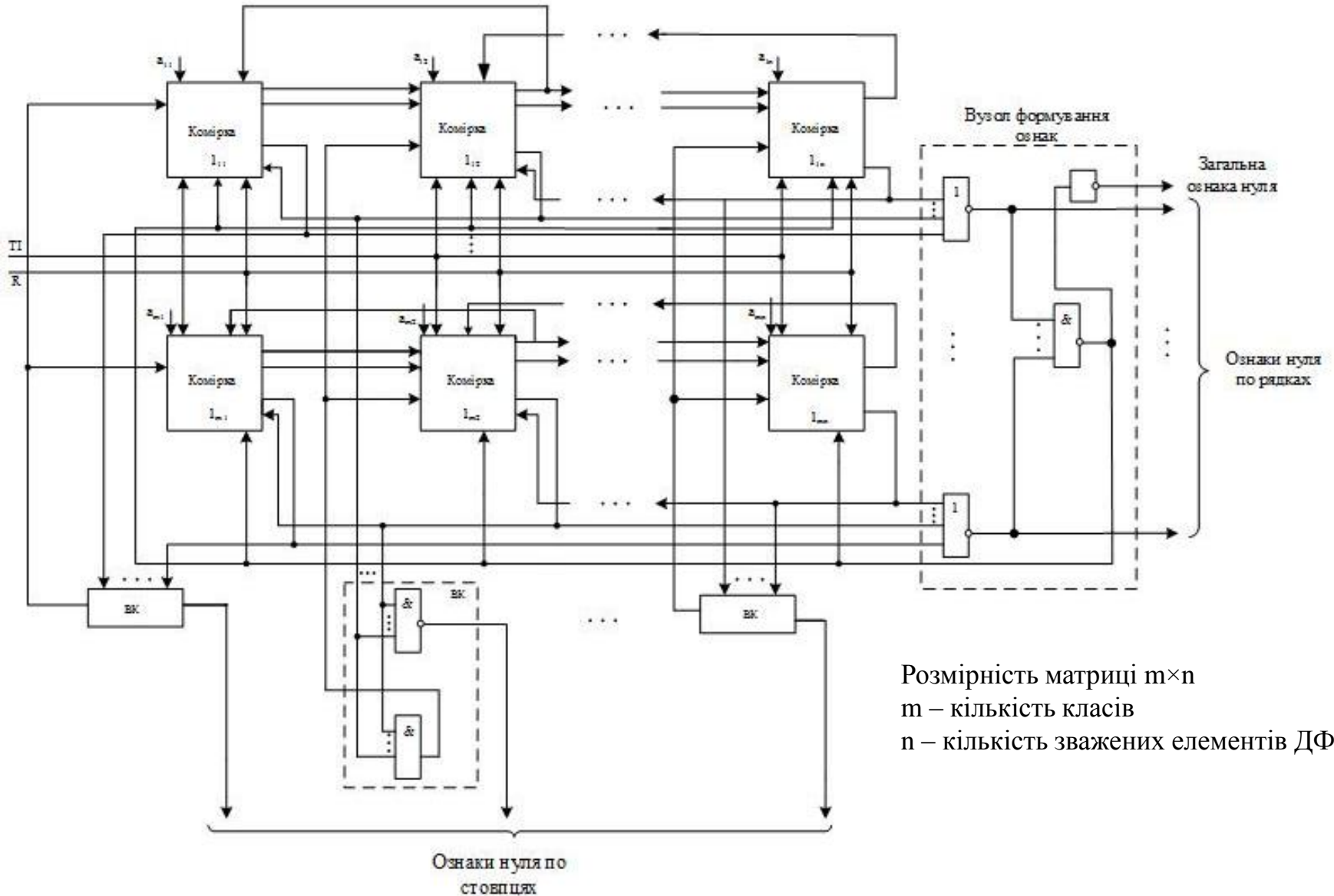


- Зважені елементи подаються у вигляді матриці
- Обчислювальний блок має матричну структуру у вигляді багатofункціональної однорідної структури



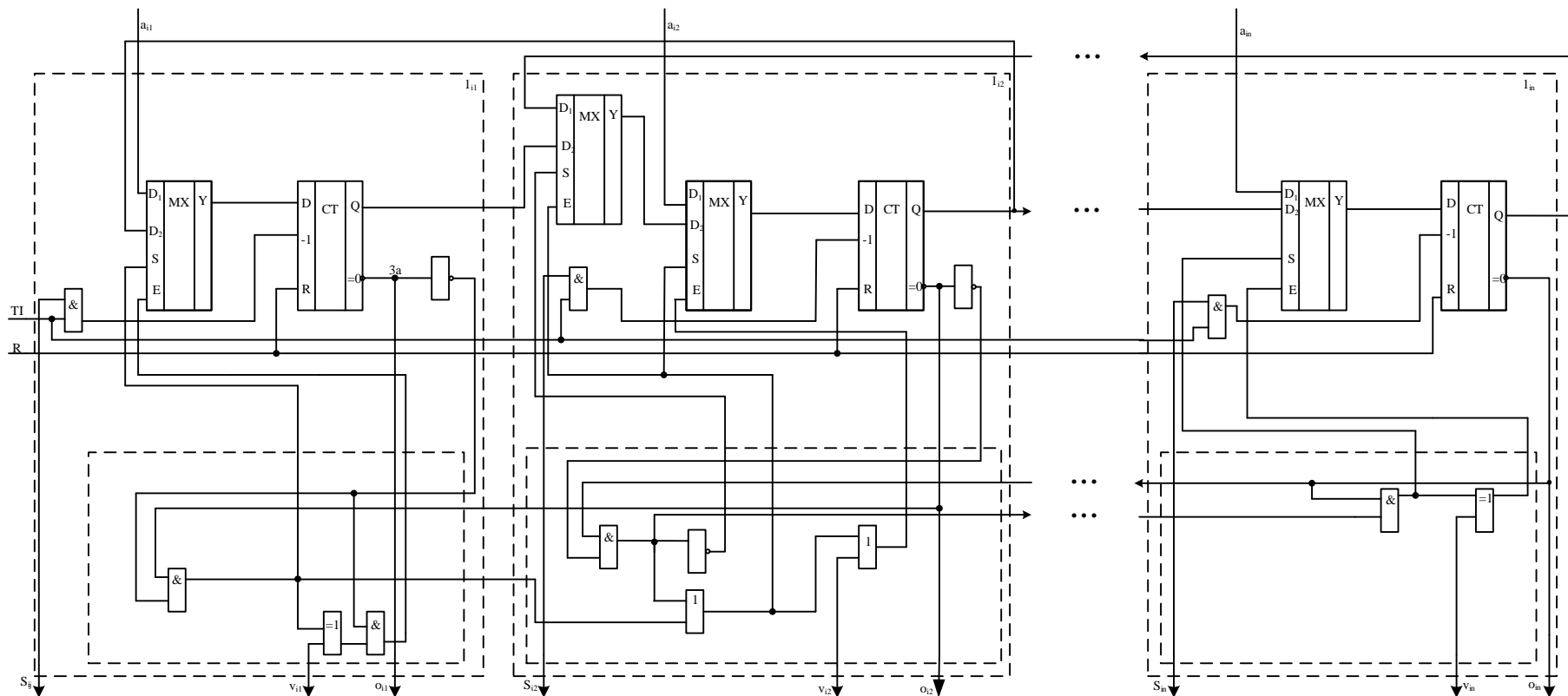
# Приклад оброблення матриць дискримінантних функцій в обчислювальному блоці

<p style="text-align: center;">1-й цикл</p> $A^0 = \begin{pmatrix} 25 & 18 & 12 & 8 \\ 20 & 9 & 6 & 20 \\ 10 & 21 & 30 & 4 \\ 15 & 6 & 24 & 28 \end{pmatrix}$ $Min^0 = (10 \ 6 \ 6 \ 4)$	<p style="text-align: center;">2-й цикл</p> $A^1 = \begin{pmatrix} 15 & 12 & 6 & 4 \\ 10 & 9 & 16 & 0 \\ 15 & 24 & 0 & 0 \\ 5 & 18 & 24 & 0 \end{pmatrix}$ $Min^1 = (5 \ 3 \ 0 \ 0)$	<p style="text-align: center;">3-й цикл</p> $A^2 = \begin{pmatrix} 10 & 9 & 6 & 4 \\ 5 & 16 & 0 & 0 \\ 10 & 21 & 0 & 0 \\ 15 & 24 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $Min^2 = (5 \ 9 \ 0 \ 0)$	<p style="text-align: center;">4-й цикл</p> $A^3 = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 4 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 12 & 0 & 0 \\ 10 & 15 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $Min^3 = (5 \ 0 \ 0 \ 0)$
<p style="text-align: center;">5-й цикл</p> $A^4 = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 12 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 15 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $Min^3 = (2 \ 0 \ 0 \ 0)$	<p style="text-align: center;">6-й цикл</p> $A^5 = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 0 & 0 \\ - & - & - & - \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 15 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $Min^5 = (3 \ 0 \ 0 \ 0)$	<p style="text-align: center;">7-й цикл</p> $A^6 = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 0 & 0 \\ - & - & - & - \\ 7 & 0 & 0 & 0 \\ 15 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $Min^6 = (1 \ 0 \ 0 \ 0)$	<p style="text-align: center;">8-й цикл</p> $A^7 = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 \\ - & - & - & - \\ 6 & 0 & 0 & 0 \\ 14 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $Min^6 = (4 \ 0 \ 0 \ 0)$
<p style="text-align: center;">9-й цикл</p> $A^8 = \begin{pmatrix} - & - & - & - \\ - & - & - & - \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $Min^8 = (2 \ 0 \ 0 \ 0)$	<p style="text-align: center;">10-й цикл</p> $A^9 = \begin{pmatrix} - & - & - & - \\ - & - & - & - \\ 8 & 0 & 0 & 0 \\ - & - & - & - \end{pmatrix}$ $Min^8 = (8 \ 0 \ 0 \ 0)$	<p style="text-align: center;">11-й цикл</p> $A^9 = \begin{pmatrix} - & - & - & - \\ - & - & - & - \\ - & - & - & - \\ - & - & - & - \end{pmatrix}$ $Min^8 = (0 \ 0 \ 0 \ 0)$	$d_1(x)=63$ $d_2(x)=55$ $d_3(x)=65$ $d_4(x)=73$



Розмірність матриці  $m \times n$   
 $m$  – кількість класів  
 $n$  – кількість зважених елементів ДФ

## з паралельним записом даних



$TI$  - тактові імпульси;

$a_{ij}$  - вихід ознак нуля  $ij$ -ої комірки;

$R$  - скидання пристрою;

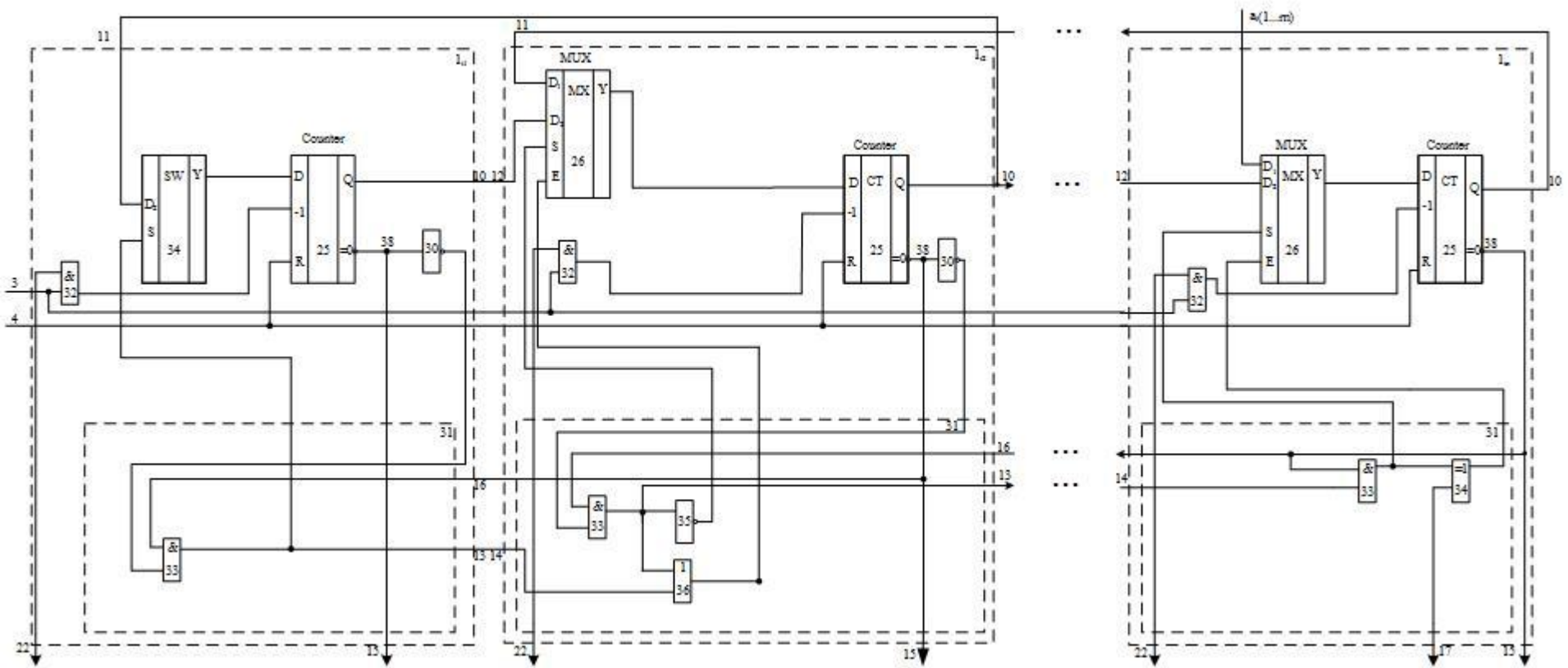
$v_j$  - вхід дозволу  $i$ -го рядка;

$S_j$  - вхід заборони  $j$ -го стовпця;

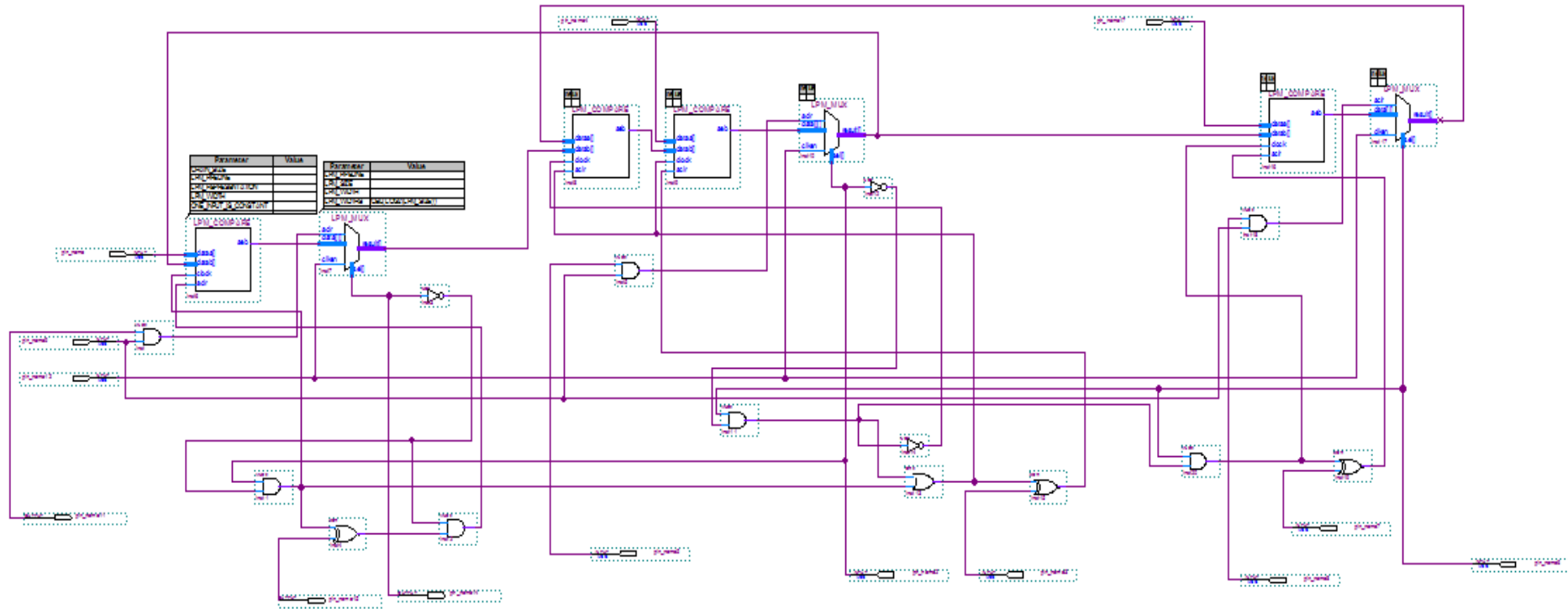
## Режими роботи однорідної структури

1. **Обнулення** . Лічильники всіх комірок встановлюються в початковий стан.
2. **Запис даних**. В лічильники всіх комірок через другий мультиплексор записуються вхідні дані – зважені вхідні сигнали як елементи матриці.
3. **Одночасне вилучення мінімального елемента у стовпцях однорідної структури**. Задіяно входи зворотної лічби у лічильниках всіх комірок.
4. **Транспозиція у рядках однорідної структури**. В кожному рядку однорідної структури нульові значення просуваються праворуч

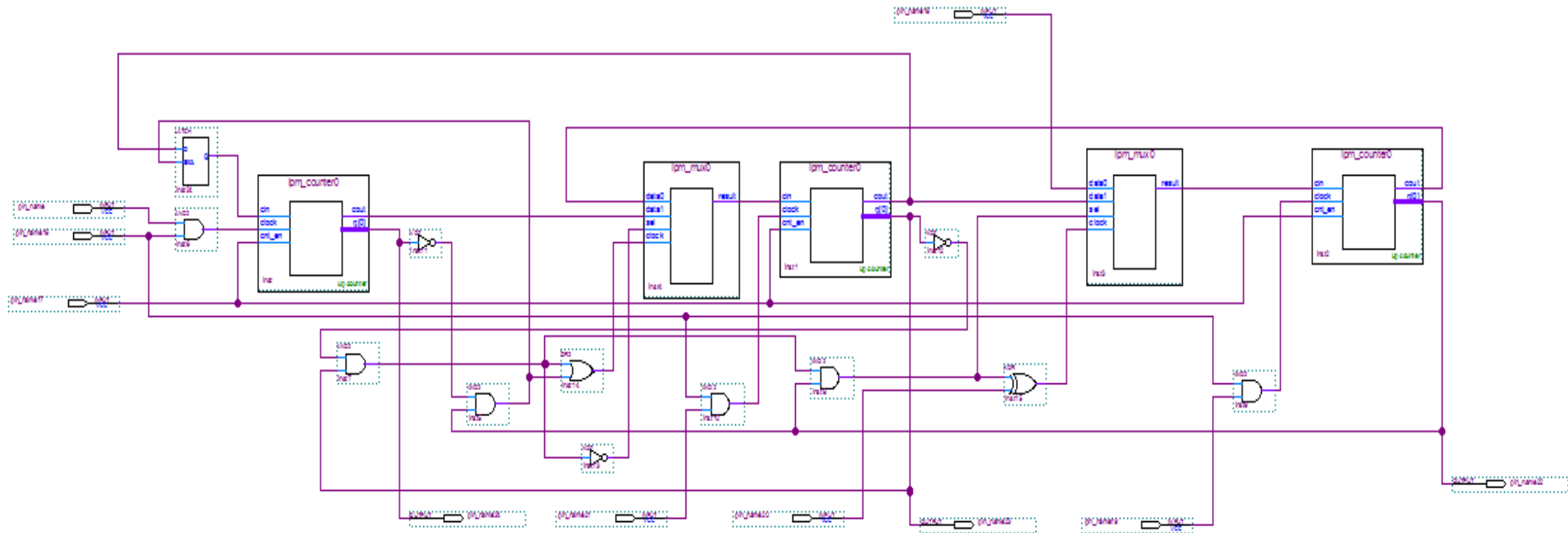
# Функціональна схема рядка комірок однорідної структури з послідовним записом даних по рядках



# Функціональна схема рядка комірок однорідної структури з паралельним записом даних змодельована у середовищі Quartus



# Функціональна схема рядка комірок однорідної структури з послідовним записом даних змодельована у середовищі Quartus



## Порівняння результатів моделювання

Рядок комірок однорідної структури з паралельним записом даних

```

+-----+
; Flow Summary
+-----+
; Flow Status           ; Successful - Thu Nov 11 22:39:00 2015
; Quartus II Version   ; 10.1 Build 153 11/29/2010 SJ Full Version
; Revision Name        ; plis
; Top-level Entity Name ; plis
; Family               ; MAX II
; Device               ; EPM2210F256A5
; Timing Models        ; Final
; Total logic elements ; 20 / 2,210 ( < 1 % )
; Total pins           ; 14 / 204 ( 7 % )
; Total virtual pins   ; 0
; UFM blocks           ; 0 / 1 ( 0 % )
+-----+

```

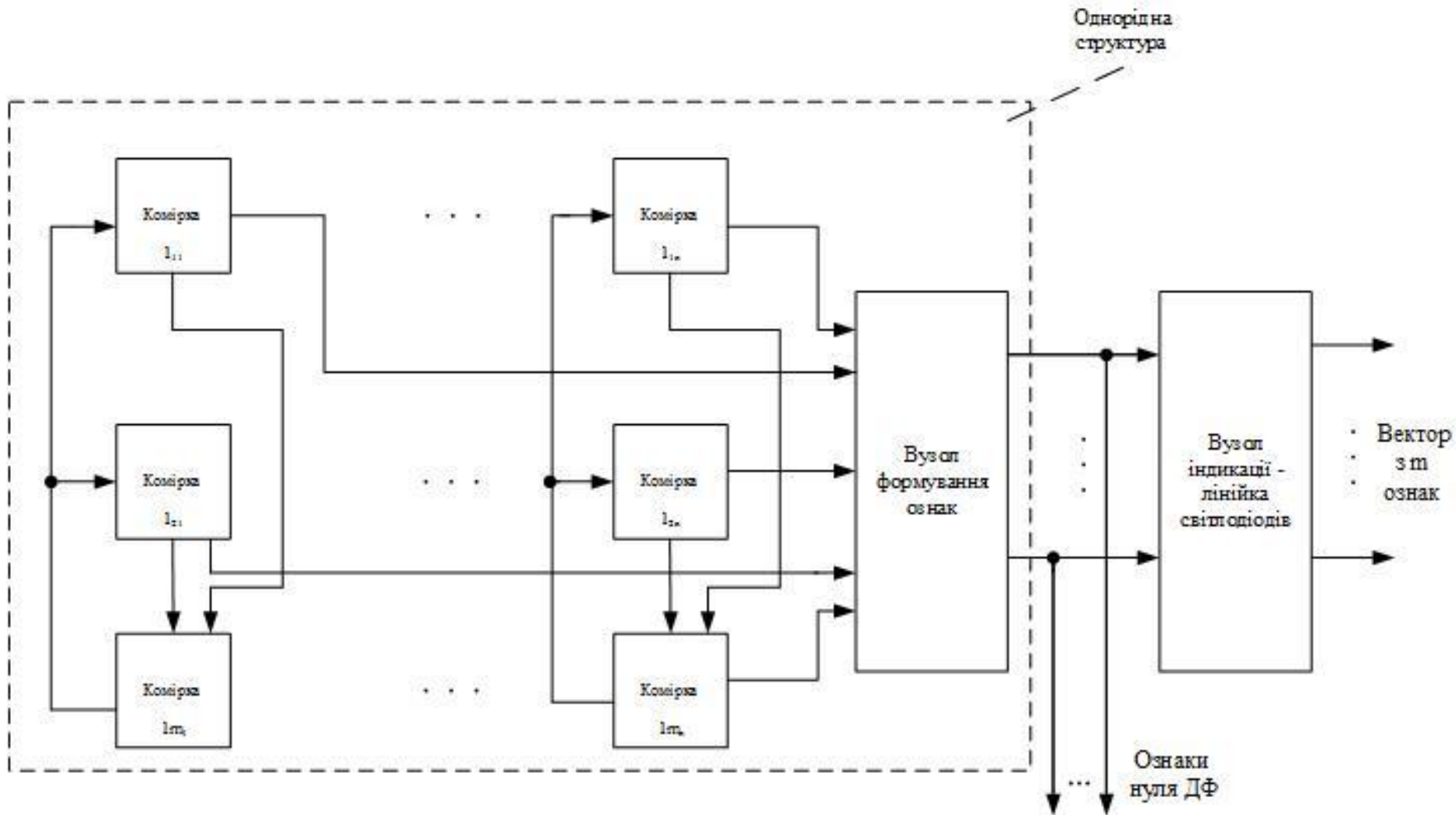
Рядок комірок однорідної структури з послідовним записом даних

```

+-----+
; Flow Summary
+-----+
; Flow Status           ; Successful - Thu Nov 15 16:48:00 2015
; Quartus II Version   ; 10.1 Build 153 11/29/2010 SJ Full Version
; Revision Name        ; plis
; Top-level Entity Name ; plis
; Family               ; MAX II
; Device               ; EPM2210F256A5
; Timing Models        ; Final
; Total logic elements ; 14 / 2,210 ( < 1 % )
; Total pins           ; 10 / 204 ( 5 % )
; Total virtual pins   ; 0
; UFM blocks           ; 0 / 1 ( 0 % )
+-----+

```





В однорідній структурі виконується паралельна обробка матриці елементів ДФ, результатом якої є вектор ознак обнулення рядків матриці даних.

Цифрова матрична обробка на ПЛІС → індикація вектора ознак лінійкою світлодіодів.

# Порівняльна таблиця лінійок світлодіодів

Колір	Тип світлодіодів	Спожив. струму, мА	Напруга живлення, V	Матеріал основи	Вологостійкість	Розмір (ДхШхВ), мм	Довжина сегмента	К-сть діодів у лінійці	Роздільна вартість, \$
<u>Yellow</u>	3528	200	12	Текстоліт	IP63	298x4x3	32	24	4
<u>Red</u>	3528	200	12	Текстоліт	IP63	298x4x3	32	24	4
<u>Green</u>	3528	200	12	Текстоліт	IP63	298x4x3	32	24	4
<u>Blue</u>	3528	200	12	Текстоліт	IP63	298x4x3	32	24	4
<u>White</u>	3528	200	12	Текстоліт	IP63	298x4x3	32	24	4
<u>White</u>	3528	200	12	Текстоліт	IP63	298x4x3	32	24	4

Колір	Тип світлодіодів	Спожив. струму, мА	Напруга живлення, V	Матеріал основи	Вологостійкість	Розмір (ДхШхВ), мм	Довжина сегмента	К-сть діодів у лінійці	Роздільна вартість, \$
<u>Yellow</u>	3528	200	12	Текстоліт	Немає	298x4x3	32	30	6
<u>Red</u>	3528	200	12	Текстоліт	Немає	298x4x3	32	30	6
<u>Green</u>	3528	200	12	Текстоліт	Немає	298x4x3	32	30	6
<u>Blue</u>	3528	200	12	Текстоліт	Немає	298x4x3	32	30	6
<u>WWhite</u>	3528	200	12	Текстоліт	Немає	298x4x3	32	30	6
<u>White</u>	3528	200	12	Текстоліт	Немає	298x4x3	32	30	6



У магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто методи та засоби розпізнавання образів, можливості образного комп'ютера та методи дискримінантного аналізу для медичного діагностування. Проведено порівняння елементів вузла індикації та обрано найоптимальніший варіант. Також з двох найпопулярніших варіантів ПЛІС обрано найоптимальніший варіант для моделювання, а саме EPM2210F256A5 сімейства MAX II.

Наведено структуру блока класифікації та принцип його функціонування. Описано організацію та принципи функціонування однорідної структури. Розроблено варіанти схемної реалізації однорідної структури у складі процесора розпізнавання. Вдосконалено процес обробки даних в однорідній структурі для розпізнавання.

Виконано моделювання однорідної структури на ПЛІС для процесора розпізнавання з паралельним і послідовним записом даних, у складі процесора розпізнавання із врахуванням реально задіяних входів і логічних елементів всередині ПЛІС для двох способів запису даних у структуру, що значно зменшує кількість задіяних логічних елементів та кількість зовнішніх виведень кристала ПЛІС. Змодельовано схеми на ПЛІС у середовищі Quartus, що забезпечило адекватність та достовірність результатів роботи.

У розділі «Економічна частина» проаналізовано результати проведених розрахунків, за якими можна зробити висновок, що нова розробка є економічно ефективною та доцільною.

Дякую за увагу