

Метод і засоби високопродуктивного декодування паралельних циклічних кодів

Виконав: студент групи 2КІ-17м

Луцков Сергій Юрійович

Керівник:

Семеренко Василь Петрович

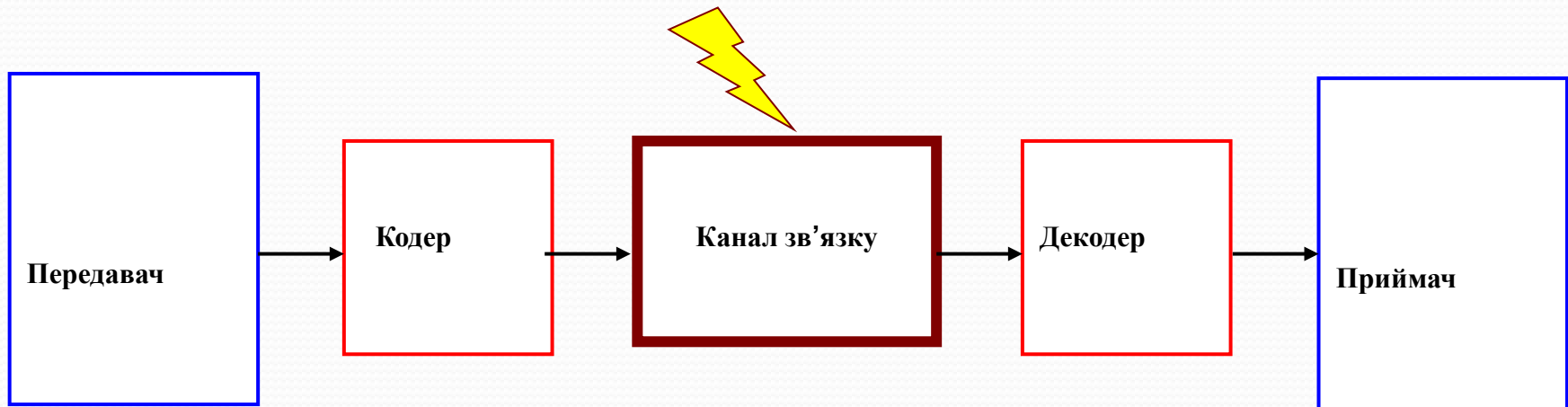
Вінницький національний технічний університет

- **Метою роботи** є розробка ефективних алгоритмів декодування пакетів стирань в багатоканальних системах зв'язку на основі математичного апарату лінійних послідовнісних схем (ЛПС).
- **Предмет дослідження** – завадостійке декодування стирань в багатоканальних системах зв'язку.
- **Об'єкт дослідження** – апаратні засоби декодування стирань в багатоканальних системах зв'язку.

Шеннонівська теорія завадостійкого кодування

- **послідовне надходження даних,**
- **випадковий спосіб появи помилок в каналі,**
- **зменшення ймовірності появи помилок зі збільшенням кратності помилки,**
- **відсутність пам'яті в каналі зв'язку.**

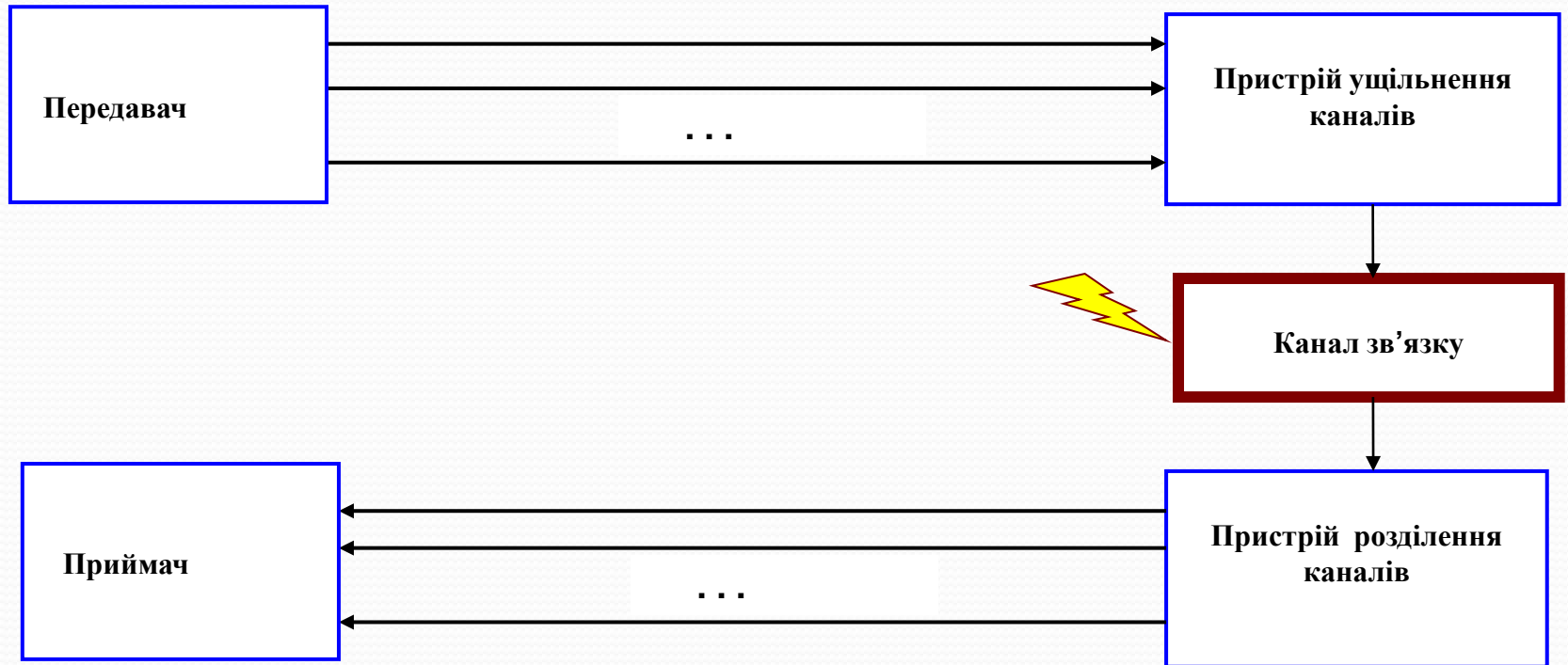
Послідовний канал передачі даних



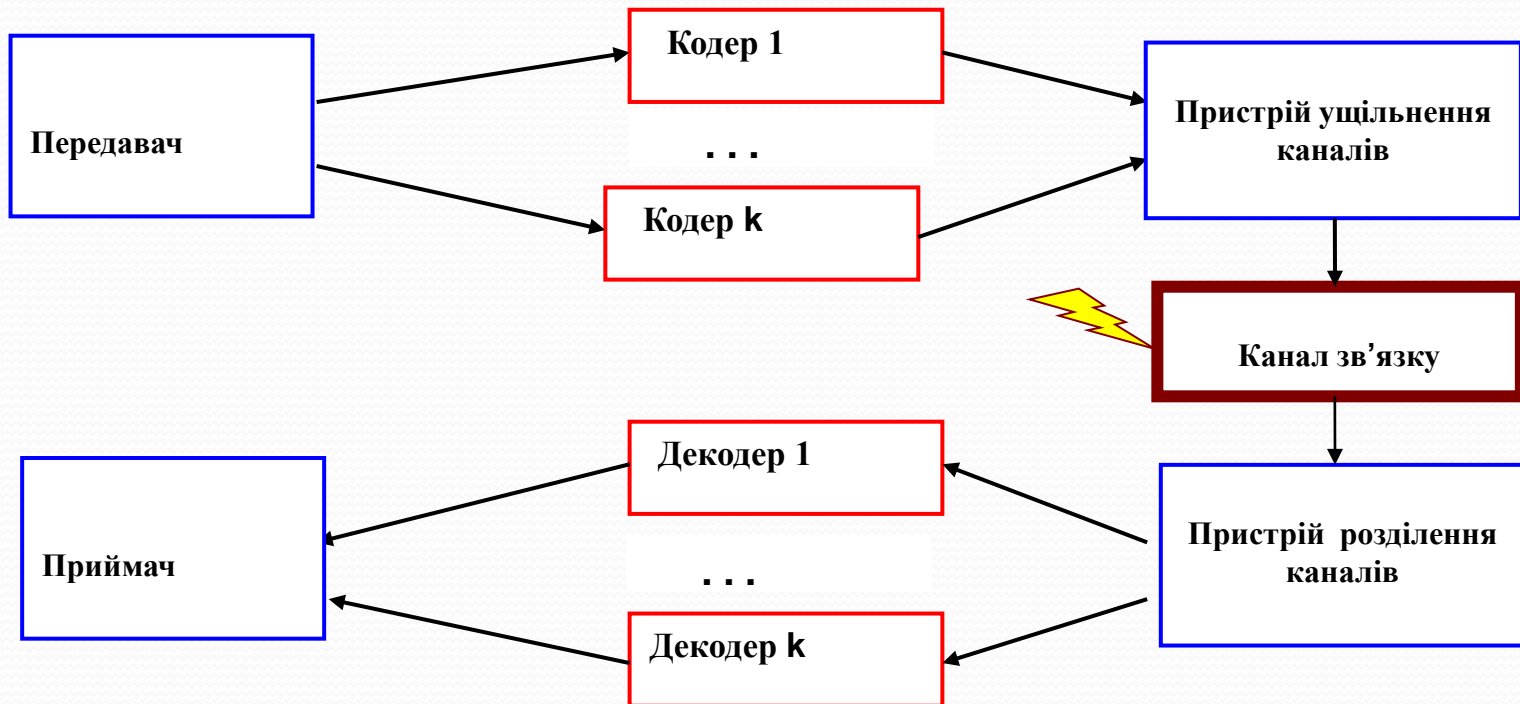
Паралельний (провідний) канал передачі даних



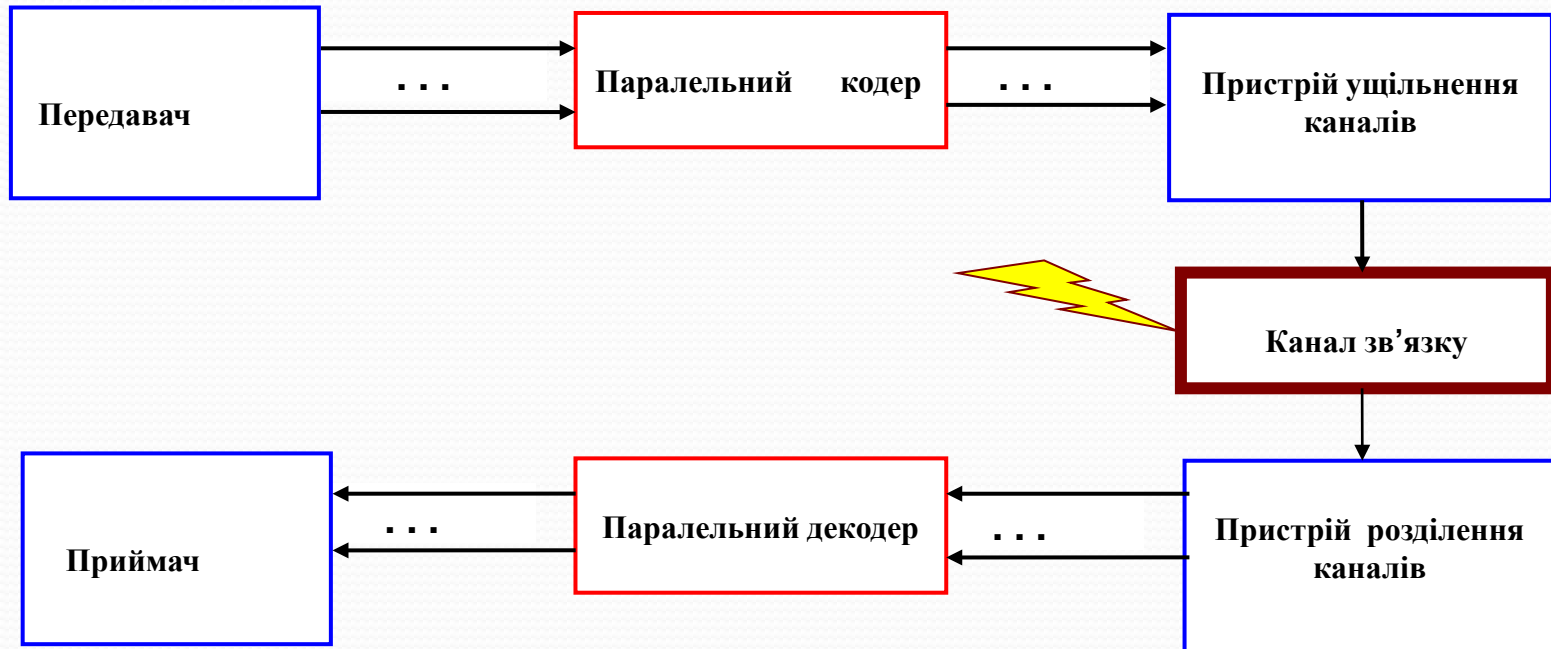
Паралельний (безпроводний) канал передачі даних



Завадостійке кодування в паралельних каналах (варіант 1)



Завадостійке кодування в паралельних каналах (варіант 2)



Кодова матриця паралельного (n,k)-циклічного коду

$$\mathbf{Z}_{(r)} = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \dots \\ z_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{r1} & z_{r2} & \dots & z_{rn} \end{bmatrix}, GF(2)$$

Аналітичне представлення циклічних кодів на основі теорії ЛПС

Визначення лінійної послідовної схеми (ЛПС):

$$S(t+1) = A \times S(t) + B \times U(t), \quad GF(2)$$

$$Y(t) = C \times S(t) + D \times U(t), \quad GF(2)$$

де

t

дискретний час,

$S(t)$

множина векторів станів,

$U(t)$

множина вхідних векторів,

$Y(t)$

множина вихідних векторів,

A, B, C, D

характеристичні матриці:

$$g(x) = g_0 + g_1 x + g_2 x^2 + \dots + g_{r-1} x^{r-1} + g_r x^r,$$

Супроводжуюча матриця:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ g_0 & g_1 & g_2 & \dots & g_{r-1} \end{pmatrix},$$

Автоматна модель паралельного циклічного (n,k)-коду

r -канальна лінійна послідовнісна схема (ЛПС) над двійковим полем Галуа – це лінійний скінчений автомат лінійного типу з r входами, r виходами і r комірками пам'яті, яка описується функцією станів:

$$S(t+1) = A \times S(t) + B_{(r)} \times Z_{(r)}(t), \quad GF(2)$$

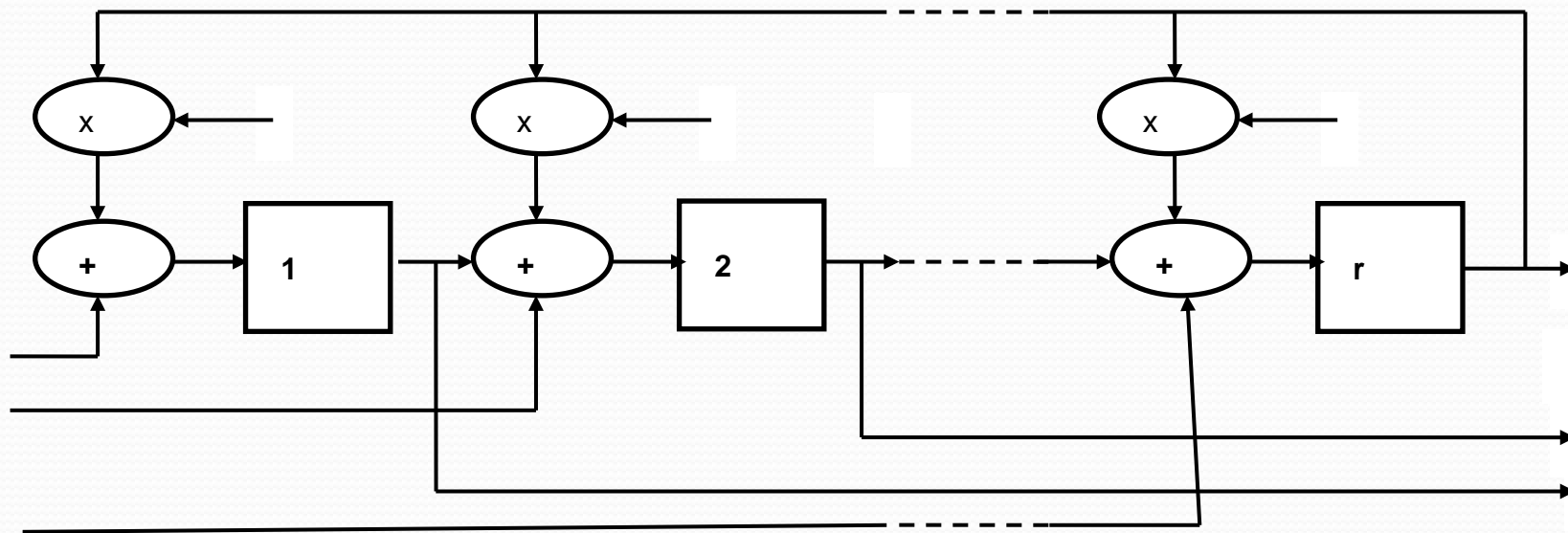
і функцією виходів

$$Y_{(r)}(t) = C_{(r)} \times S(t) + D_{(r)} \times U_{(r)}(t), \quad GF(2)$$

$$A_{(r)} = A = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & g_0 \\ 1 & 0 & 0 & \dots & g_1 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & g_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & g_{r-1} \end{vmatrix}$$

$$g(x) = g_0 + g_1x + g_2x^2 + \dots + g_{r-2}x^{r-2} + g_{r-1}x^{r-1}$$

Апаратна модель багатоканальної ЛПС



Приклад кодування паралельного циклічного коду

$$I_{(4)} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Psi_{(4)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Модель випадкових стирань в кодовій матриці

		...	X	...	...	X	...			
		...	...	...	X	...	...	...
...	...	...	...	...	...	X	...	X	...	...
					...	X	...	...	X	

Математична модель випадкових стирань в кодовій матриці

$$M = \{0, 1\} \quad M_x = \{0, 1, x, \bar{x}\}$$

$$M_{ext} = \{0, 1, x_1, \bar{x}_1, \dots, x_m, \bar{x}_m\}$$

Комутативне кільце над заданими операціями

+	0	1	x	\bar{x}
0	0	1	x	\bar{x}
1	1	0	\bar{x}	x
x	x	\bar{x}	0	1
\bar{x}	\bar{x}	x	1	0

x	0	1	x	\bar{x}
0	0	0	0	0
1	0	0	x	\bar{x}
x	0	x	x	0
\bar{x}	0	\bar{x}	0	\bar{x}

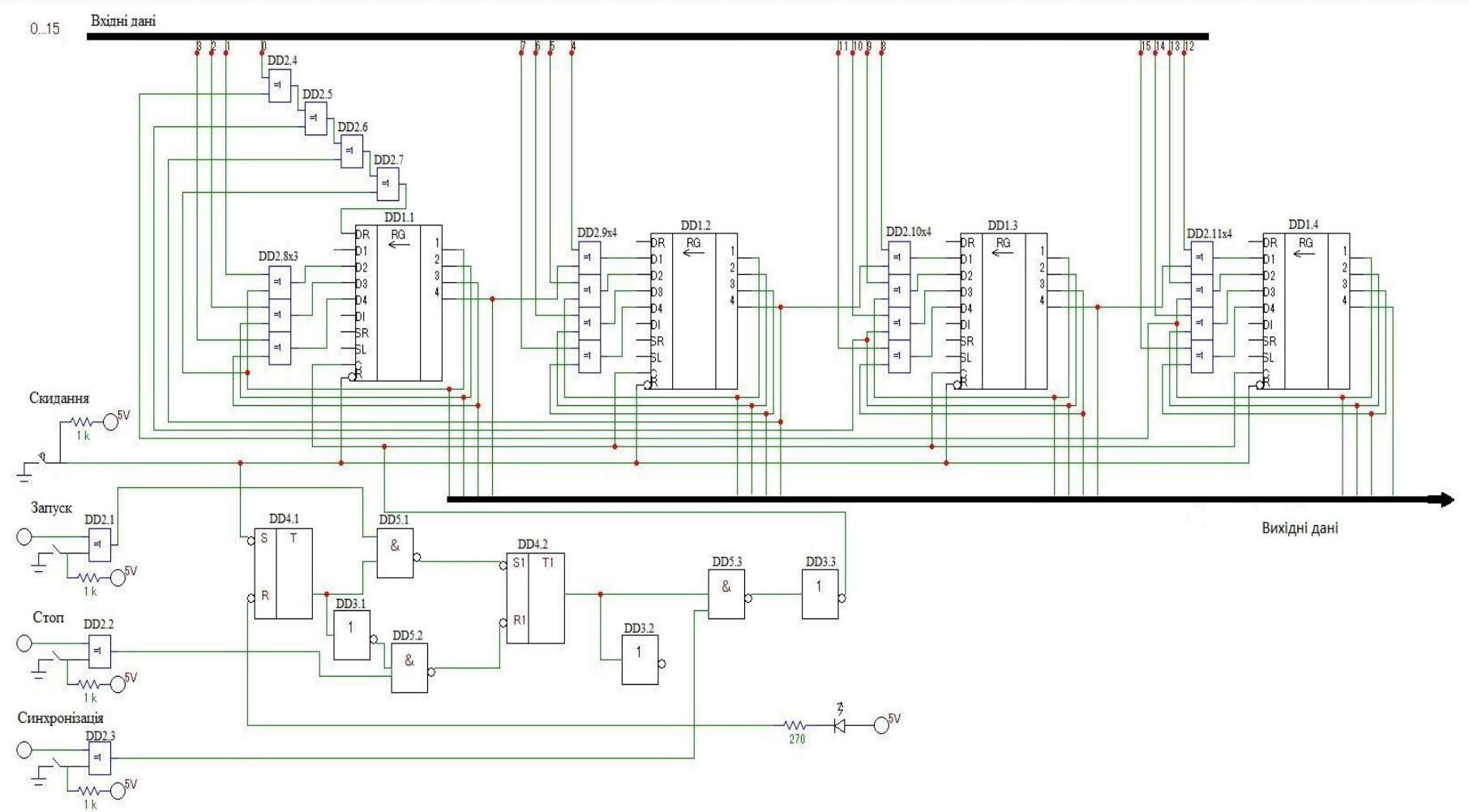
Суцільний пакет стирань в кодовій матриці

		...	X	X	X	X	...			
		...	...	X	X	X	X	...		
...	...	...	...	...	X	X	X	X	...	...
					...	X	X	X	X	

Виправлення суцільного пакету стирань

ТЕОРЕМА. Якщо в складеному паралельному циклічному (n, k, r) -кодi суцільний пакет стирань довжиною r починається в розрядi ji -го рядка кодової матриці, тоді після подачі на вхід ЛПС, яка знаходиться в нульовому початковому стані $S(0)$, кодової матриці, а потім нульового слова довжиною $\mathcal{S} = (j + r + i - 2)$, значення слова стану $S(n + \mathcal{S})$ буде дорівнювати r стертим символам в i -му рядку кодової матриці.

Електрична принципова схема паралельного декодера





Дякую за увагу !