

*НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ*  
*“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ*  
*ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”*

*ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ*  
*ТЕХНІКИ*

*Кафедра обчислювальної техніки*

*КУРСОВА РОБОТА*

*з дисципліни “Комп’ютерна логіка”*

*Виконав Лисенко Дмитро Вадимович*

*Факультет ІОТ*

*Група ІО-61*

*Залікова книжка № 6116*

*Допущений до захисту \_\_\_\_\_*

*\_\_\_\_\_  
(підпис керівника)*

*Київ — 2016 р.*

*Опис альбому*

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>		
2					
3			<u>розроблена заново</u>		
4					
5					
6	A4	ІА/ЛЦ.463626.001 ОА	Курсова робота	1	
7			Опис альбому		
8					
9	A4	ІА/ЛЦ.463626.002 ТЗ	Курсова робота	5	
10			Технічне завдання		
11					
12	A2	ІА/ЛЦ.463626.003 Е2	Курсова робота	1	
13			Автомат керуючий		
14			Схема електрична		
15			функціональна		
16					
17	A4	ІА/ЛЦ.463626.004 ПЗ	Курсова робота	18	
18			Пояснювальна записка		
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

					ІА/ЛЦ.463626.001 ОА		
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Курсова робота Опис альбому		
Розроб.	Лисенко Д.В.						
Перевір.	Верба О.А.						
Н. контр.							
Затв.	Жабін В.І.						
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						1	1
					НТУУ "КПІ" ФІОТ Група ІО-61		

*Технічне завдання*

## Зміст

1. Призначення розроблюваного об'єкта.....	2
2. Вхідні дані для розробки.....	2
3. Склад пристроїв.....	3
4. Етапи проектування.....	4
5. Перелік текстової і графічної документації.....	5

					ІА/Ц.463626.002 ТЗ			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Курсова робота Технічне завдання	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Лисенко Д.В.					1	5
Перевір.		Верба О.А.						
Н. контр.								
Затв.		Жабін В.І.				НТУУ “КПР” ФІОТ Група ІО-61		

## 1. Призначення розроблюваного об'єкта

Автомат керуючий — це електрична схема для зберігання і перетворення двійкових змінних за заданим алгоритмом.  
Комбінаційні схеми здійснюють відображення визначеної множини вхідних логічних змінних у вихідні.

## 2. Вхідні дані

Варіант завдання визначається дев'ятьма молодшими розрядами залікової книжки, представлена у двійковій системі числення.

### Умови для синтезу автомата

Таблиця 2.1 – Варіант в двійковій системі

$h_9$	$h_8$	$h_7$	$h_6$	$h_5$	$h_4$	$h_3$	$h_2$	$h_1$
1	1	1	1	0	0	1	0	0

Порядок з'єднання елементів ( $h_8 h_4 h_2 = 100$ ):

3, 1, 4.

Логічні умови ( $h_8 h_7 h_3 = 111$ ):

$\text{not } X_1 \text{ not } X_2 \text{ not } X_4$

Послідовність керуючих сигналів ( $h_9 h_4 h_1 = 100$ ):

$Y_1 Y_3 Y_2 Y_4 Y_1 Y_2$

Сигнал тривалістю  $2t$  ( $h_6 h_2 = 10$ ):

$Y_3$

Тригер ( $h_9 h_4 = 10$ ):

JK-тригер.

Логічні елементи ( $h_3 h_2 h_1 = 100$ ):

2АБ0-НЕ, 4І.

Тип автомата ( $h_1 = 0$ ):

Мілі.

Система з чотирьох перемикальних функцій задана таблицею 2.2.

Таблиця 2.2 – Таблиця істинності функцій

$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$
0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	1	1	1	0	1
0	0	1	0	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	-	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	-	-	0
0	1	1	1	-	-	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	-	1	1
1	1	0	1	0	0	0	1
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1

Необхідно виконати сумісну мінімізацію функцій  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ . Отримати операторні представлення для реалізації системи функцій на програмувальних логічних матрицях.

Функцію  $f_4$  необхідно представити в канонічних формах алгебри Буля, Жегалкіна, Пірса та Шеффера. Визначити приналежність даної функції до п'яти чудових класів. Виконати мінімізацію функції методами:

- невизначених коефіцієнтів;
- Квайна (Квайна-Мак-Класкі);
- діаграм Вейча

### 3. Склад пристроїв

#### Автомат керуючий

Автомат керуючий складається з комбінаційної схеми і пам'яті на тригерах. Тип тригерів і елементний базис задані в технічному завданні.

#### Програмувальна логічна матриця

ПЛМ складається із двох (кон'юнктивної і диз'юнктивної) матриць, де виходи першої приєднуються до входів другої і дозволяють реалізувати комбінаційну схему в базисі  $\{I/A50, I/A50-HE\}$ .

### 4. Етапи проектування

- Синтез автомата

- 1) Побудова графічної схеми алгоритму і розмітка станів автомата
- 2) Побудова графу автомата
- 3) Побудова таблиці переходів
- 4) Побудова структурної таблиці автомата
- 5) Синтез комбінаційних схем для функцій збудження тригерів та вихідних сигналів
- 6) Побудова схеми автомата в заданому базисі

- Синтез комбінаційних схем

- 1) Представлення функції  $f_4$  в канонічних формах алгебр Буля, Шеффера, Пірса та Жегалкіна
- 2) Визначення належності функції  $f_4$  до п'яти чудових класів
- 3) Мінімізація функції  $f_4$
- 4) Спільна мінімізація функцій  $f_1, f_2, f_3$
- 5) Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ



## 5. Перелік текстової і графічної документації

1) Титульний аркуш

2) Опис альбому

3) Технічне завдання

4) Автомат керуючий — схема електрична функціональна

5) Пояснювальна записка .

					ІА/Ц.463626.002 ТЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		5

*Автомат керуючий.  
Схема електрична  
функціональна*

*Пояснювальна записка*

## Зміст

1. Вступ.....	2
2. Синтез автомата.....	2
2.1 Побудова графічної схеми алгоритму і розмітка станів автомата.....	2
2.2. Побудова графу автомата.....	3
2.3. Побудова таблиці переходів.....	3
2.4. Побудова структурної таблиці автомата.....	4
2.5. Синтез комбінаційних схем для функцій збудження тригерів та вихідних сигналів.....	4
2.6. Побудова схеми автомата в заданому базисі.....	7
3. Синтез комбінаційних схем.....	8
3.1. Представлення функції $f_4$ в канонічних формах алгебр Буля, Шеффера, Пірса та Жегалкіна.....	8
3.2. Визначення належності функції $f_4$ до п'яти чудових класів.....	9
3.3. Мінімізація функції $f_4$ .....	9
3.4. Спільна мінімізація функцій $f_1, f_2, f_3$ .....	10
3.5. Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ.....	15
4. Висновок.....	17
5. Список літератури.....	18

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ		
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Курсова робота Пояснювальна записка		
Розроб.		Лисенко Д.В.					
Перевір.		Верба О.А.			Лім		
						Аркуш	Аркушів
						1	18
Н. контр.					НТУУ “КПР” ФІОТ Група ІО-61		
Затв.		Жабін В.І.					

# 1. Вступ

У даній курсовій роботі необхідно виконати синтез автомата і синтез комбінаційних схем. Розробка виконується на підставі «Технічного завдання ІА/Ц.463626.002 ТЗ».

## 2. Синтез автомата

### 2.1. Побудова графічної схеми алгоритму і розмітка станів автомата

Відповідно до «Технічного завдання ІА/Ц.463626.002 ТЗ» складаємо графічну схему алгоритму з урахуванням тривалості сигналів і виконуємо розмітку станів автомата (рисунок 4.1).

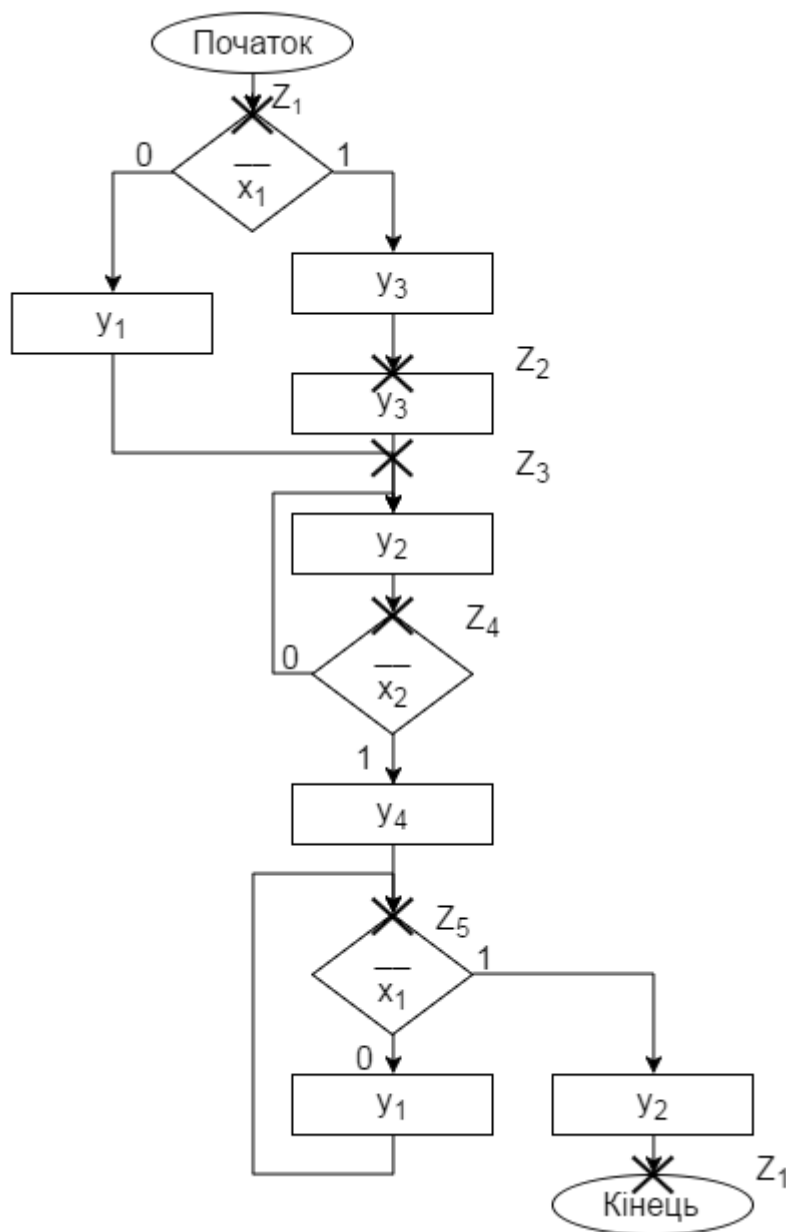


Рисунок 4.1 – Графічна схема алгоритму з розміченими станами

## 2.2. Побудова графу автомата

Згідно з графічною схемою алгоритму побудуємо граф автомата і виконаємо кодування станів автомата (рисунок 4.2).

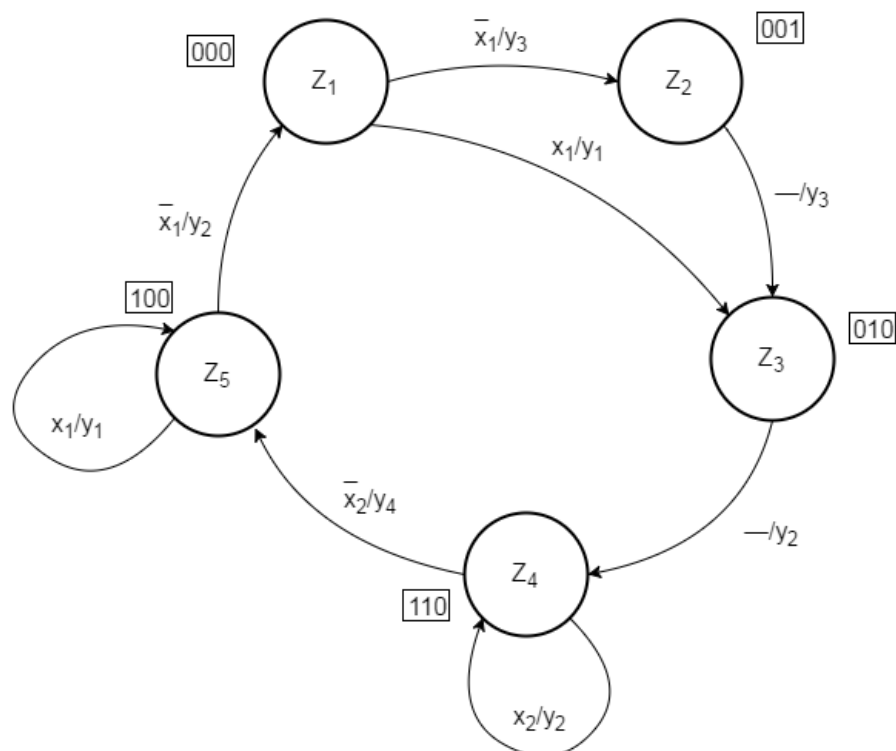


Рисунок 4.2 – Граф автомата з закодованими вершинами

## 2.3. Побудова таблиці переходів

Для синтезу логічної схеми автомату необхідно виконати синтез функцій збудження тригерів та вихідних функцій автомата. Кількість станів автомата дорівнює 5. Кількість тригерів знайдемо за формулою  $\lceil \log_2 N \rceil = \lceil \log_2 5 \rceil = 3$ . Так як для побудови даного автомата необхідно використовувати JK-тригери, запишемо таблицю переходів цього типу тригерів (рисунок 4.3).

JK		
	J=0	K=*
0	→	0
	J=1	K=*
0	→	1
	J=*	K=1
1	→	0
	J=*	K=0
1	→	1

Рисунок 4.3 – Таблиця переходів JK-тригера

## 2.4. Синтез комбінаційних схем для функції збудження тригерів та вихідних сигналів

Використовуючи дані з рисунку 4.2, заповнимо структурну таблицю автомата (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Структурна таблиця автомата

Перехід	Старий стан $Q_3Q_2Q_1$	Новий стан $Q_3Q_2Q_1$	Вхідні сигнали $x_1x_2$	Вихідні сигнали $y_4y_3y_2y_1$	Функції тригерів		
					$J_3K_3$	$J_2K_2$	$J_1K_1$
$Z_1 \rightarrow Z_2$	000	001	0-	0100	0-	0-	1-
$Z_1 \rightarrow Z_3$	000	010	1-	0001	0-	1-	0-
$Z_2 \rightarrow Z_3$	001	010	--	0100	0-	1-	-1
$Z_3 \rightarrow Z_4$	010	110	--	0010	1-	-0	0-
$Z_4 \rightarrow Z_4$	110	110	-1	0010	-0	-0	0-
$Z_4 \rightarrow Z_5$	110	100	-0	1000	-0	-1	0-
$Z_5 \rightarrow Z_5$	100	100	1-	0001	-0	0-	0-
$Z_5 \rightarrow Z_1$	100	000	0-	0010	-1	0-	0-

## 2.5. Синтез комбінаційних схем для функції збудження тригерів та вихідних сигналів

На основі структурної таблиці автомата (таблиці 4.1) виконаємо синтез комбінаційних схем для вихідних сигналів і функції збудження тригерів. Аргументами функції збудження тригерів та вихідних сигналів є коди станів та вхідні сигнали. Виконаємо мінімізацію функцій методом діаграм Вейча. Враховуючи заданий елементний базис (2АБО-НЕ, 4І) мінімізувати функцію будемо за ДКНФ.

	$Q_2$					$y_4$
$x_2$	$Q_3$	0	0	0	0	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	0	0	
	$Q_3$	0	0	0	0	
		1	1	0	0	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	0	0	
		0	0	0	0	
		$x_1$				

$$y_4 = \bar{x}_2 Q_2 Q_3$$

	$Q_2$					$y_3$
$x_2$	$Q_3$	0	0	0	0	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	1	1	
		0	0	0	1	
	$Q_3$	0	0	0	0	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	1	1	
		0	0	0	1	
		$x_1$				

$$y_3 = (\bar{Q}_1 x_1) \vee Q_2 \vee Q_3$$

	$Q_2$					$y_2$
$x_2$	$Q_3$	1	1	0	1	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	0	0	
		1	1	0	0	
	$Q_3$	0	0	0	1	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	0	0	
		1	1	0	0	
		$x_1$				

$$y_2 = (\bar{Q}_2 x_1) \vee (\bar{Q}_3 \bar{Q}_2) \vee (Q_3 Q_2 \bar{x}_2)$$

	$Q_2$					$y_1$
$x_2$	$Q_3$	0	0	1	0	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	0	0	
		0	0	1	0	
	$Q_3$	0	0	1	0	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	0	0	
		0	0	1	0	
		$x_1$				

$$y_1 = \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 x_1$$

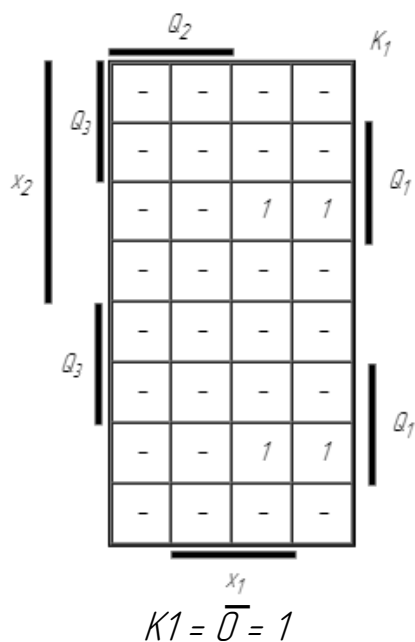
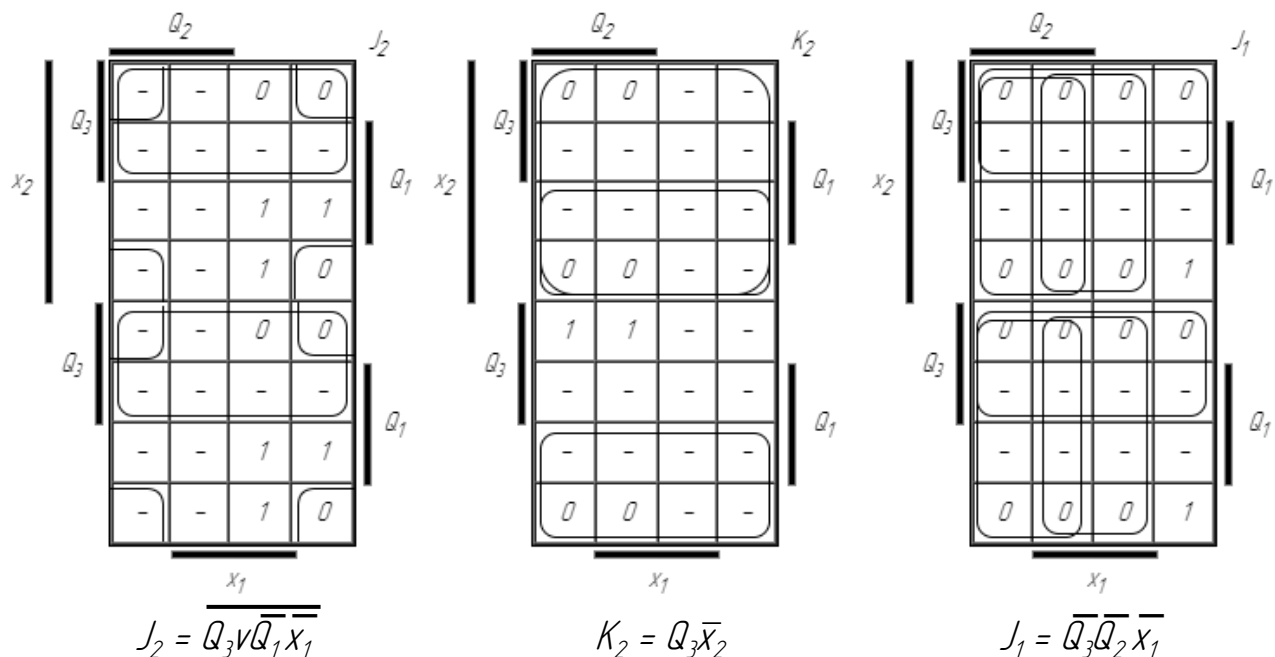
	$Q_2$					$J_3$
$x_2$	$Q_3$	-	-	-	-	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	0	0	
		1	1	0	0	
	$Q_3$	-	-	-	-	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	0	0	
		1	1	0	0	
		$x_1$				

$$J_3 = Q_2$$

	$Q_2$					$K_3$
$x_2$	$Q_3$	0	0	0	1	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
	$Q_3$	0	0	0	1	$Q_1$
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		$x_1$				

$$K_3 = \bar{Q}_2 \bar{x}_1$$





## 2.6. Побудова схеми автомата в заданому базисі

Отриманих після мінімізації даних достатньо для побудови комбінатійних схем функцій збудження тригерів і функцій сигналів виходів, таким чином, і всієї комбінатійної схеми. Автомат будуємо на JK-тригерах. Автомат є синхронним, так як його роботу синхронізує генератор, а JK-тригер керований перепадом сигналу.

### 3. Синтез комбінаційних схем

#### 3.1. Представлення функції $f_4$ в канонічних формах алгебр Буля, Шеффера, Пірса та Жегалкіна

##### Алгебра Буля {I, ABO, HE}

$$f_{4ДНФ} = (\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} x_1) \vee (\overline{x_4} \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}) \vee (\overline{x_4} x_3 x_2 x_1) \vee (\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1}) \vee \\ \vee (\overline{x_4} x_3 \overline{x_2} x_1) \vee (\overline{x_4} \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}) \vee (\overline{x_4} x_3 \overline{x_2} \overline{x_1}) \vee (\overline{x_4} x_3 x_2 \overline{x_1}) \vee (\overline{x_4} x_3 x_2 x_1);$$

$$f_{4ДКНФ} = (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee x_1) / (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \overline{x_1}) / (x_4 \vee \overline{x_3} \vee x_2 \vee x_1) / (x_4 \vee \overline{x_3} \vee x_2 \vee \overline{x_1}) / \\ \& (x_4 \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee x_1) / (\overline{x_4} \vee x_3 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) / (\overline{x_4} \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee x_1);$$

##### Алгебра Шеффера {I-HE}

$$f_4 = ((x_4/x_4)/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/x_1)/((x_4/x_4)/(x_3/x_3)/x_2/(x_1/x_1))/ \\ /((x_4/x_4)/x_3/x_2/x_1)/(x_4/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/(x_1/x_1))/ \\ /(\overline{x_4}/(\overline{x_3}/x_3)/(x_2/x_2)/x_1)/(\overline{x_4}/(\overline{x_3}/x_3)/x_2/(x_1/x_1))/ \\ /(\overline{x_4}/x_3/(x_2/x_2)/(x_1/x_1))/(\overline{x_4}/x_3/(x_2/x_2)/x_1)/(\overline{x_4}/x_3/x_2/x_1).$$

##### Алгебра Пірса {ABO-HE}

$$f_4 = (x_4 \uparrow x_3 \uparrow x_2 \uparrow x_1) / \uparrow (x_4 \uparrow x_3 \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) / \uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow x_2 \uparrow x_1) / \uparrow \\ \uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow x_2 \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) / \uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow x_1) / \uparrow \\ \uparrow ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow x_3 \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) / \uparrow ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow x_1).$$

##### Алгебра Жегалкіна {ВИК/ЛЮЧНЕ ABO, I, const 1}

$$f_4 = x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 x_1 \oplus x_3 x_2 \oplus x_3 x_2 x_1 \oplus x_4 \oplus x_4 x_1 \oplus x_4 x_2 \oplus \\ \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_4 x_3 x_1 \oplus x_4 x_3 x_2 x_1.$$

#### 3.2. Визначення належності функції $f_4$ до п'яти чудових класів

- $f(1111) = 1 \Rightarrow$  функція зберігає одиницю;
- $f(0000) = 0 \Rightarrow$  функція зберігає нуль;
- $f(0011) \neq f(1100) \Rightarrow$  функція не само двоїста;
- $f(0010) > f(0011) \Rightarrow$  функція не монотонна;
- функція нелінійна, оскільки її поліном Жегалкіна нелінійний.

### 3.3. Мінімізація функції $f_4$

#### Метод Квайна-Мак-Класкі

Виходячи з таблиці 2.2, запишемо стовпчик ДДНФ ( $K^0$ ), розподіливши терми за кількістю одиниць. Проведемо попарне склеювання між сусідніми групами та виконаємо поглинання термів (рисунок 4.4)

$K^0$	$K^1$	$K^2$
0001	X001	1X0X
0010	X010	1X0X
1000	100X	
1001	10X0	
1010	1X00	
1100	1X01	
0111	110X	
1101	X111	
1111	11X1	

Рисунок 4.4 – Склеювання і поглинання термів

Одержані прості імпліканти запишемо в таблицю покриття (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 –Таблиця покриття

	0001	0010	1000	1001	1010	1100	0111	1101	1111
X001	+			+					
X010		+			+				
10X0			+		+				
X111							+		+
11X1								+	+
1X0X			+	+		+		+	

В ядро функції входять ті терми, без яких неможливо покрити хоча б одну імплікantu.

Ядро = {X001; X010; 1X0X; X111}

Оскільки ядро повністю покриває функцію, то в МДНФ входять тільки терми ядра.

$$f_{4\text{МДНФ}} = (\bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1) \vee (\bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1) \vee (x_3 \bar{x}_2) \vee (x_3 x_2 x_1)$$

## Метод невизначених коефіцієнтів

*Таблиця 4.4 – Метод невизначених коефіцієнтів*

$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$x_4x_3$	$x_4x_2$	$x_4x_1$	$x_3x_2$	$x_3x_1$	$x_2x_1$	$x_4x_3x_2$	$x_4x_3x_1$	$x_4x_2x_1$	$x_3x_2x_1$	$x_4x_3x_2x_1$	$f_4$
0	0	0	0	00	00	00	00	00	00	000	000	000	000	0000	0
0	0	0	1	00	00	01	00	01	01	000	001	001	001	0001	1
0	0	1	0	00	01	00	01	00	10	001	000	010	010	0010	1
0	0	1	1	00	01	01	01	01	11	001	001	011	011	0011	0
0	1	0	0	01	00	00	10	10	00	010	010	000	100	0100	0
0	1	0	1	01	00	01	10	11	01	010	011	001	101	0101	0
0	1	1	0	01	01	00	11	10	10	011	010	010	110	0110	0
0	1	1	1	01	01	01	11	11	11	011	011	011	111	0111	1
1	0	0	0	10	10	10	00	00	00	100	100	100	000	1000	1
1	0	0	1	10	10	11	00	01	01	100	101	101	001	1001	1
1	0	1	0	10	11	10	01	00	10	101	100	110	010	1010	1
1	0	1	1	10	11	11	01	01	11	101	101	111	011	1011	0
1	1	0	0	11	10	10	10	10	00	110	110	100	100	1100	1
1	1	0	1	11	10	11	10	11	01	110	111	101	101	1101	1
1	1	1	0	11	11	10	11	10	10	111	110	110	110	1110	0
1	1	1	1	11	11	11	11	11	11	111	111	111	111	1111	1

Ідея цього методу полягає у відшуванні ненульових коефіцієнтів при кожній імпліканті. Метод виконується у декілька етапів:

1. Рівняння для знаходження коефіцієнтів представляється у вигляді таблиці (таблиця 4.4).
2. Виконується викреслення нульових рядків.
3. Викреслюються вже знайдені нульові коефіцієнти на залишившихся рядках.
4. Імпліканти, що залишилися, поглинають імпліканти справа від них.

В ядро функції входять ті терми, без яких неможливо покрити хоча б одну імпліканту.

Ядро = {X001; X010; 1X0X; X111}

Оскільки ядро повністю покриває функцію, то в МДНФ входять тільки терми ядра.

$$f_{4\text{МДНФ}} = (x_4\bar{x}_2)\vee(\bar{x}_3\bar{x}_2x_1)\vee(\bar{x}_3x_2\bar{x}_1)\vee(x_3x_2x_1).$$

### Метод діаграм Вейча

Метод діаграм Вейча — це графічний метод, призначений для ручної мінімізації. Його наочність зберігається за невеликої кількості аргументів. Кожна клітинка відповідає конституанті. Кожний прямокутник, що містить  $2^k$  елементів, відповідає імпліканті. Прямокутник максимального розміру відповідає простій імпліканті (рисунк 4.5).

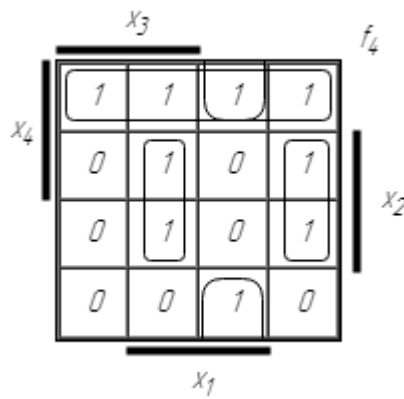


Рисунок 4.5 – Метод діаграм Вейча

$$f_{4\text{МНДФ}} = (x_4 \bar{x}_2) \vee (\bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1) \vee (\bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1) \vee (x_3 x_2 x_1).$$

### 3.4. Спільна мінімізація функцій $f_1$ , $f_2$ , $f_3$

Для отримання схем з мінімальними параметрами треба провести спільну мінімізацію системи функцій та їх заперечень. Проведемо мінімізацію функцій методом Квайна-Мак-Класкі за ДДНФ.

Запишемо ДДНФ функцій у вигляді списку термів, проведемо склеювання та поглинання (рисунок 4.6). Побудуємо таблицю покриття (таблиця 4.5).

$K^0$	$K^1$	$K^2$
<del>0000 {1,2,3}</del>	000X {1,2}	<del>0X00 {1,3}</del>
<del>0001 {1,2}</del>	00X0 {1,2,3}	<del>X0X0 {3}</del>
<del>0010 {1,2,3}</del>	<del>0X00 {1,3}</del>	0X00 {1,3}
<del>0100 {1*,3}</del>	<del>X000 {1,3}</del>	<del>XX00 {1,3}</del>
<del>1000 {1,3}</del>	0X10 {1,2,3}	X0X0 {3}
<del>0110 {1,2*,3*}</del>	<del>X010 {3}</del>	XX00 {1,3}
<del>1001 {3}</del>	01X0 {1,3}	<del>X1X0 {1}</del>
<del>1010 {3}</del>	<del>X100 {1,3}</del>	X1X0 {1}
1100 {1,2*,3}	100X {3}	<del>X11X {1,2}</del>
<del>0111 {1*,2*,3}</del>	<del>10X0 {3}</del>	X11X {1,2}
<del>1110 {1,2}</del>	<del>1X00 {1,3}</del>	
1111 {1,2,3}	011X {1,2*,3}	
	<del>X110 {1,2}</del>	
	11X0 {1,2}	
	<del>X111 {1,2,3}</del>	
	<del>111X {1,2}</del>	

Рисунок 4.6 – Склеювання і поглинання термів системи

Таблиця 4.5 – Таблиця покриття системи

	$f_1$								$f_2$					$f_3$									
	0000	0001	0010	0110	1000	1100	1110	1111	0000	0001	0010	1110	1111	0000	0010	0100	0111	1000	1001	1010	1100	1111	
1100 {1,2*,3}						+															+		
000X {1,2}	+	+							+	+													
00X0 {1,2,3}	+		+						+		+			+	+								
0X10 {1,2,3}			+	+							+				+								
100X {3}																		+	+				
011X {1,2*,3}				+													+						
11X0 {1,2}						+	+					+											
X111 {1,2,3}								+					+				+					+	
111X {1,2}							+	+				+	+										
0XX0 {1,3}	+		+	+										+	+	+							
X0X0 {3}														+	+			+		+			
XX00 {1,3}	+				+	+								+		+		+			+		
X1X0 {1}				+		+	+																
X11X {1,2}				+			+	+				+	+										

Після мінімізації визначили кожну з функцій в формі І/АБО.

$$f_{1\text{МДНФ}} = (\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2}) \vee (\overline{x_4} \overline{x_2} \overline{x_1}) \vee (\overline{x_2} \overline{x_1}) \vee (x_3 x_2);$$

$$f_{2\text{МДНФ}} = (\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2}) \vee (\overline{x_4} \overline{x_2} \overline{x_1}) \vee (x_3 x_2);$$

$$f_{3\text{МДНФ}} = (x_3 x_2 x_1) \vee (\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2}) \vee (\overline{x_3} \overline{x_1}) \vee (\overline{x_2} \overline{x_1}).$$

Проведемо мінімізацію функцій методом Квайна-Мак-Класкі за ДКНФ.

Запишемо ДКНФ функції у вигляді списку термів, проведемо склеювання та поглинання (рисунок 4.7). Побудуємо таблицю покриття (таблиця 4.6).

$K_0$	$K_1$	$K_2$
<del><math>\emptyset v \emptyset v \emptyset v 1 \{3\}</math></del>	$X v \emptyset v \emptyset v 1 \{3^*\}$	<del><math>1 v \emptyset v X v X \{2\}</math></del>
<del><math>1 v \emptyset v \emptyset v \emptyset \{1^*, 2^*\}</math></del>	<del><math>1 v \emptyset v \emptyset v X \{2^*\}</math></del>	$1 v \emptyset v X v X \{2\}$
<del><math>\emptyset v 1 v \emptyset v \emptyset \{1, 2, 3\}</math></del>	$1 v X v \emptyset v \emptyset \{1, 2\}$	<del><math>\emptyset v 1 v X v X \{2\}</math></del>
<del><math>\emptyset v \emptyset v 1 v \emptyset \{1, 2, 3\}</math></del>	$1 v \emptyset v X v \emptyset \{1, 2\}$	$\emptyset v 1 v X v X \{2\}$
<del><math>1 v \emptyset v \emptyset v 1 \{2^*, 3^*\}</math></del>	$X v 1 v \emptyset v \emptyset \{1, 2, 3\}$	<del><math>X v \emptyset v 1 v X \{2\}</math></del>
<del><math>1 v 1 v \emptyset v \emptyset \{1, 2, 3\}</math></del>	$\emptyset v 1 v X v \emptyset \{1, 2\}$	<del><math>\emptyset v X v 1 v X \{2\}</math></del>
<del><math>1 v \emptyset v 1 v \emptyset \{1, 2, 3\}</math></del>	$\emptyset v 1 v \emptyset v X \{1, 2\}$	$X v \emptyset v 1 v X \{2\}$
<del><math>\emptyset v 1 v 1 v \emptyset \{1, 2\}</math></del>	$X v \emptyset v 1 v \emptyset \{1, 2, 3\}$	$\emptyset v X v 1 v X \{2\}$
<del><math>\emptyset v 1 v \emptyset v 1 \{1, 2\}</math></del>	$\emptyset v X v 1 v \emptyset \{1, 2\}$	
<del><math>\emptyset v \emptyset v 1 v 1 \{2^*\}</math></del>	$\emptyset v \emptyset v 1 v X \{2\}$	
<del><math>1 v \emptyset v 1 v 1 \{1^*, 2\}</math></del>	<del><math>1 v \emptyset v X v 1 \{2\}</math></del>	
<del><math>\emptyset v 1 v 1 v 1 \{2\}</math></del>	$1 v 1 v X v \emptyset \{3\}$	
<del><math>1 v 1 v 1 v \emptyset \{3\}</math></del>	$1 v \emptyset v 1 v X \{1, 2\}$	
	$1 v X v 1 v \emptyset \{3\}$	
	<del><math>\emptyset v 1 v 1 v X \{2\}</math></del>	
	<del><math>\emptyset v 1 v X v 1 \{2\}</math></del>	
	<del><math>X v \emptyset v 1 v 1 \{2\}</math></del>	
	<del><math>\emptyset v X v 1 v 1 \{2\}</math></del>	

Рисунок 4.7 – Склеювання і поглинання термів системи

Таблиця 4.6 – Таблиця покриття системи

	$f_1$						$f_2$						$f_3$						
	$1v1v0v0$	$1v0v1v0$	$0v1v1v0$	$0v1v0v1$	$0v1v0v0$	$0v0v1v0$	$1v1v0v0$	$1v0v1v1$	$1v0v1v0$	$0v1v1v1$	$0v1v1v0$	$0v1v0v1$	$0v1v0v0$	$1v1v1v0$	$1v1v0v0$	$1v0v1v0$	$0v1v0v0$	$0v0v1v0$	$0v0v0v1$
$Xv0v0v1 \{3\}$																			+
$1vXv0v0 \{1,2\}$	+						+												
$1v0vXv0 \{1,2\}$		+							+										
$Xv1v0v0 \{1,2,3\}$	+				+		+					+			+		+		
$0v1vXv0 \{1,2\}$			+		+					+		+							
$0v1v0vX \{1,2\}$				+	+						+	+							
$Xv0v1v0 \{1,2,3\}$		+				+			+				+			+		+	
$0vXv1v0 \{1,2\}$			+			+				+			+						
$1v1vXv0 \{3\}$														+	+				
$1v0v1vX \{1,2\}$		+						+	+										
$1vXv1v0 \{3\}$														+		+			
$1v0vXvX \{2\}$								+	+										
$0v1vXvX \{2\}$									+	+	+	+							
$Xv0v1vX \{2\}$								+	+				+						
$0vXv1vX \{2\}$									+	+			+						

Після мінімізації випишемо кожну з функцій в формі І/АБО-НЕ.

$$f_{1\text{МДНФ}} = (\bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1) \vee (x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_1) \vee (x_4 \bar{x}_3 x_2) \vee (x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1);$$

$$f_{2\text{МДНФ}} = (\bar{x}_3 x_2 x_1) \vee (x_4 \bar{x}_3 x_2) \vee (x_3 \bar{x}_2) \vee (x_4 \bar{x}_2);$$

$$f_{3\text{МДНФ}} = (x_3 x_2 \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1) \vee (x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_1).$$

### 3.5. Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ

Для програмування ПЛМ використовують нормальні форми І/АБО, І/АБО-НЕ. Оскільки у формі І/АБО менше термів (7<8), то розглянемо програмування ПЛМ для системи перемикальних функцій, що подана в формі І/АБО.



Позначимо терми системи:

$$P_1 = \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2};$$

$$P_2 = \overline{x_4} x_2 \overline{x_1};$$

$$P_3 = \overline{x_2} \overline{x_1};$$

$$P_4 = x_3 x_2;$$

$$P_5 = x_3 x_2 x_1;$$

$$P_6 = x_4 \overline{x_3} \overline{x_2};$$

$$P_7 = \overline{x_3} \overline{x_1}.$$

Тоді функції виходів описуються системою:

$$f_1 = (\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2}) \vee (\overline{x_4} x_2 \overline{x_1}) \vee (\overline{x_2} \overline{x_1}) \vee (x_3 x_2) = P_1 \vee P_2 \vee P_3 \vee P_4;$$

$$f_2 = (\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2}) \vee (\overline{x_4} x_2 \overline{x_1}) \vee (x_3 x_2) = P_1 \vee P_2 \vee P_4;$$

$$f_3 = (x_3 x_2 x_1) \vee (x_4 \overline{x_3} \overline{x_2}) \vee (\overline{x_3} \overline{x_1}) \vee (\overline{x_2} \overline{x_1}) = P_5 \vee P_6 \vee P_7 \vee P_3.$$

Визначимо параметри ПЛМ:

$n = 4$  — число інформаційних входів, що дорівнює кількості аргументів системи перемикальних функцій.

$p = 7$  — число проміжних внутрішніх шин, яке дорівнює кількості різних термів системи.

$m = 3$  — число інформаційних виходів, котре дорівнює кількості функцій виходів.

Побудуємо спрощену мнемонічну схему ПЛМ(4,10,3) (рисунк 4.8).

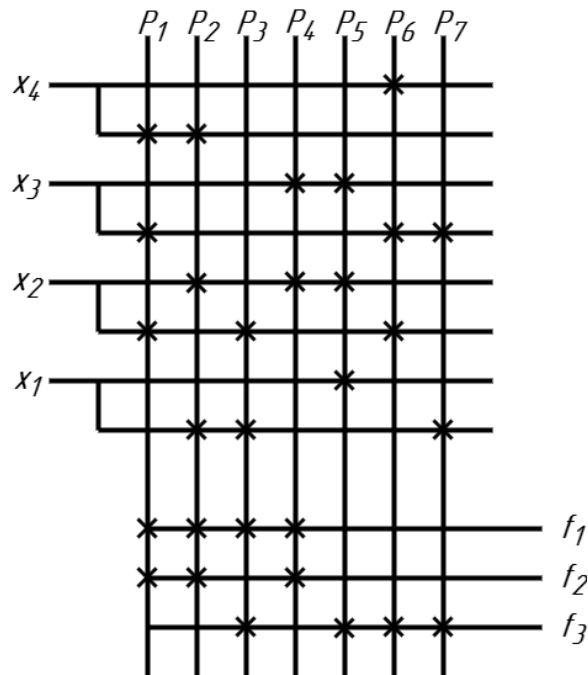


Рисунок 4.8 – Мнемонічна схема ПЛМ

Складемо карту програмування ПЛМ(4,7,3) (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7 – Карта програмування ПЛМ

№ шини	Входи				Виходи		
	$X_4$	$X_3$	$X_2$	$X_1$	$f_1$	$f_2$	$f_3$
$P_1$	0	0	0	-	1	1	0
$P_2$	0	-	1	0	1	1	0
$P_3$	-	-	0	0	1	0	1
$P_4$	-	1	1	-	1	1	0
$P_5$	-	1	1	1	0	0	1
$P_6$	1	0	0	-	0	0	1
$P_7$	-	0	-	0	0	0	1

Покажемо умовне графічне позначення даної ПЛМ (рисунок 4.8).

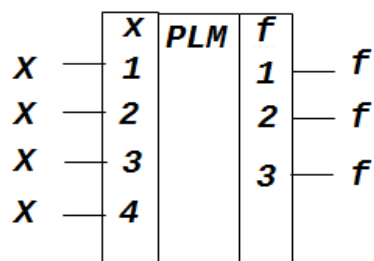


Рисунок 4.8 – умовне графічне позначення ПЛМ

## 4. Висновок

У даній курсовій роботі на підставі «Технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ТЗ» був виконаний синтез керуючого автомата, а також синтез комбінаційних схем. Функціональна схема автомата приведена у документі «Автомат керуючий. Схема електрична функціональна» і виконана згідно з вимогами єдиної системи конструкторської документації.

При синтезі комбінаційних схем у роботі була виконана мінімізація функції різними методами, а також мінімізована методом Квайна–Мак–Класкі система функцій. В результаті було отримано дві форми представлення системи функцій, одна з яких була реалізована на програмувальній логічній матриці (ПЛМ).

Під час виконання роботи були закріплені знання теоретичного курсу, отримані навички їх практичного застосування, а також навички роботи зі стандартами та пошуку інформації.

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		17

## 5. Список літератури

1. Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А., Ткаченко В.В. Прикладна теорія цифрових автоматів. Київ: книжкове видавництво НАУ, 2007 р.
2. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна логіка», 2016р.

					ІА/Ц.463626.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		18