



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **154470** (13) **U**
(51) МПК (2023.01)
G06F 9/00
G06F 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

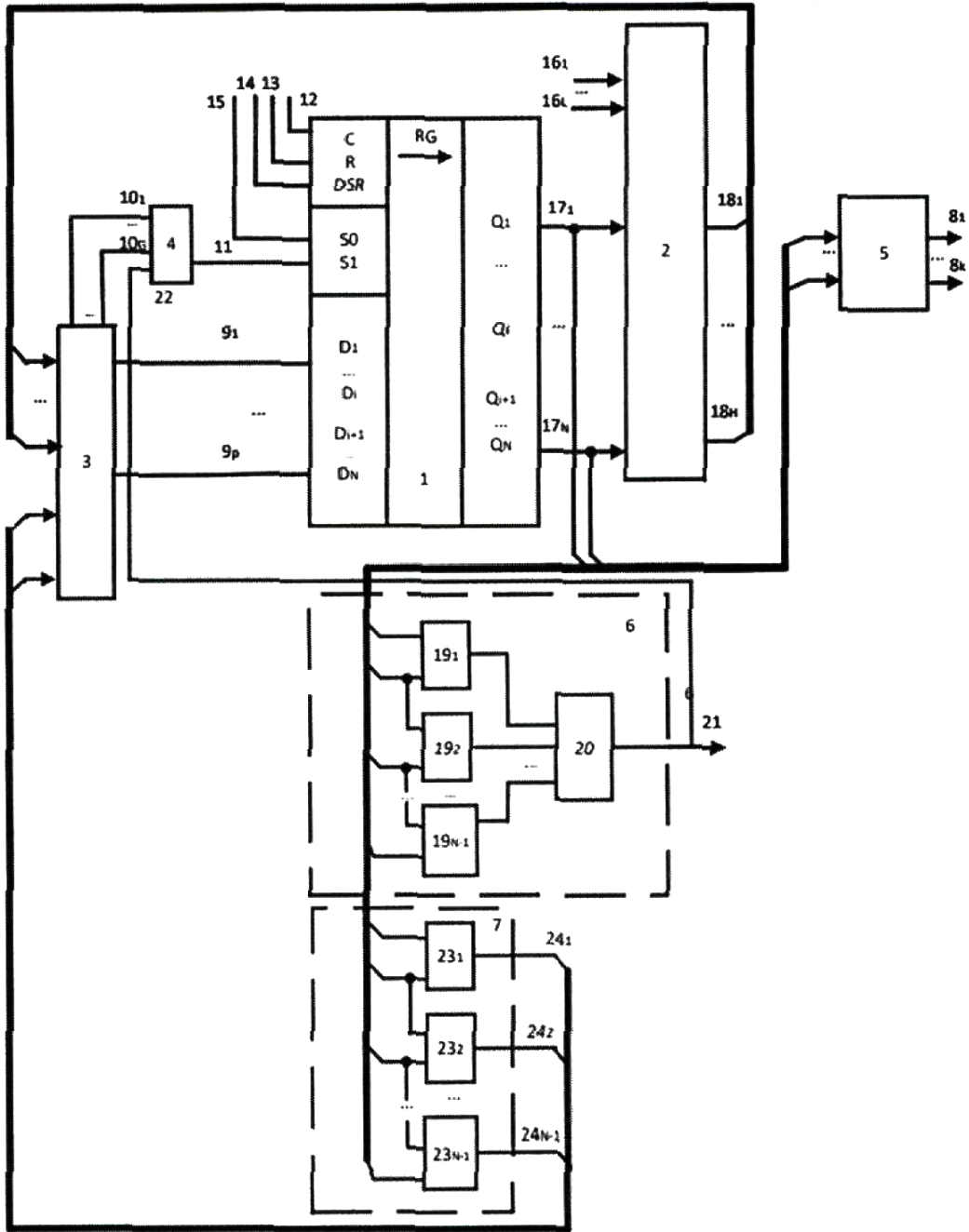
(21) Номер заявки: u 2023 02051	(72) Винахідник(и): Мартинюк Тетяна Борисівна (UA), Кожем'яко Андрій Вікторович (UA), Войналович Олександр Юрійович (UA), Куш Ярослав Юрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.05.2023	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 16.11.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 15.11.2023, Бюл.№ 46	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) МІКРОПРОГРАМНИЙ АВТОМАТ

(57) Реферат:

Мікропрограмний автомат містить регістр зсуву, блок елементів I, два блоки елементів АБО і елемент АБО, причому інформаційні виходи регістра зсуву з'єднані з входами першої групи блока елементів I, входи другої групи якого підключені до групи входів автомата, а виходи з'єднані з відповідними входами першого блока елементів АБО, виходи першої групи якого підключені до відповідних паралельних інформаційних входів регістра зсуву, перший вхід режиму якого з'єднаний з виходом елемента АБО, виходи другого блока елементів АБО є виходами автомата, тактовий вхід і вхід скидання регістра зсуву підключені до входу синхронізації і входу встановлення у нульовий стан автомата, виходи другої групи першого блока елементів АБО з'єднані з відповідними входами елемента АБО, другий вхід режиму і послідовний інформаційний вхід регістра зсуву з'єднані відповідно з входом додатного потенціалу і входом встановлення у початковий стан автомата, а інформаційні виходи регістра зсуву підключені також до відповідних входів другого блока елементів АБО. Додатково автомат містить вузол виявлення помилки та вузол виправлення помилки, вузол виявлення помилки містить групу з (N-1) елементів I та елемент АБО, причому входи групи елементів I підключені попарно до сусідніх виходів регістра зсуву, а їх виходи з'єднані з відповідними входами елемента АБО, вихід якого є виходом вузла виявлення помилки, який з'єднаний з виходом "Помилка" автомата, крім того вузол виправлення помилки містить (N-1) елементів НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ, входи яких підключені попарно до сусідніх виходів регістра зсуву, а їх виходи є виходами вузла виправлення помилки, які з'єднані з входами другої групи першого блока елементів АБО, а вихід вузла виявлення помилки з'єднаний з додатковим входом елемента АБО.

UA 154470 U



Корисна модель належить до обчислювальної техніки і може бути використана в мікропрограмних пристроях керування з жорсткою логікою, наприклад у блоках керування мобільних пристроїв.

5 Відомий мікропрограмний автомат (Бузунов А.Ю. и др. Микропрограмные автоматы на паралельно-последовательных регистрах. Управляющие системы и машины, 1982, № 2, с. 25-29, рис. 3), який містить паралельно-последовательний регістр, надалі регістр зсуву, з першої до четвертої комбінаційні схеми, причому інформаційні виходи регістра зсуву з'єднані з входами першої групи першої комбінаційної схеми, входи другої групи якої підключені до групи входів пристрою, а виходи з'єднані з відповідними входами другої, третьої і четвертої комбінаційних схем, виходи другої комбінаційної схеми підключені до інформаційних входів скидання регістра зсуву, керуючі входи якого з'єднані з відповідними виходами третьої комбінаційної схеми, виходи четвертої комбінаційної схеми є виходами пристрою, тактовий вхід і вхід скидання регістра зсуву підключені відповідно до входу синхронізації і входу встановлення у нульовий стан пристрою, причому перша комбінаційна схема реалізується на програмованій матриці елементів І, а друга, третя і четверта комбінаційні схеми мають мінімальну логічну глибину і будуються на елементах АБО.

Недоліком даного пристрою є використання двійкового (неодиничного) кодування його станів, що призводить до ускладнення комбінаційних схем у складі пристрою керування, а також до труднощів у реалізації контролю за правильністю його спрацювання.

20 Найбільш близьким за технічною суттю є мікропрограмний автомат (патент України № 6204, м. кл. G06F 9/00, 7/00, 1994 р., бюл. № 8-1), що містить регістр зсуву, блок елементів І, два блоки елементів АБО і елемент АБО, причому інформаційні виходи регістра зсуву з'єднані з входами першої групи блока елементів І, входи другої групи якого підключені до групи входів автомата, а виходи з'єднані з відповідними входами першого блока елементів АБО, виходи першої групи якого підключені до відповідних паралельних інформаційних входів регістра зсуву, перший вхід режиму якого з'єднаний з виходом елемента АБО, виходи другого блока елементів АБО є виходами автомата, тактовий вхід і вхід скидання регістра зсуву підключені до входу синхронізації і входу встановлення у нульовий стан автомата, виходи другої групи першого блока елементів АБО з'єднані з відповідними входами елемента АБО, другий вхід режиму і послідовний інформаційний вхід регістра зсуву з'єднані відповідно з входом додатного потенціалу і входом встановлення у початковий стан автомата, а інформаційні виходи регістра зсуву підключені також до відповідних входів другого блока елементів АБО.

Недоліком найближчого аналога є обмежені контролюючі функції через можливість появи в процесі функціонування "гонитви сигналів", що призводить до сбою у спрацюванні мікропрограмного автомата у складі пристрою керування.

35 В основу корисної моделі поставлено задачу створення мікропрограмного автомата, в якому за рахунок введення нових вузлів і зв'язків між ними забезпечується контроль за правильністю його спрацювання, що дозволяє розширити контролюючі та виправляючі функції мікропрограмного автомата.

40 Поставлена задача вирішується тим, що у мікропрограмний автомат, що містить регістр зсуву, блок елементів І, два блоки елементів АБО і елемент АБО, причому інформаційні виходи регістра зсуву з'єднані з входами першої групи блока елементів І, входи другої групи якого підключені до групи входів автомата, а виходи з'єднані з відповідними входами першого блока елементів АБО, виходи першої групи якого підключені до відповідних паралельних інформаційних входів регістра зсуву, перший вхід режиму якого з'єднаний з виходом елемента АБО, виходи другого блока елементів АБО є виходами автомата, тактовий вхід і вхід скидання регістра зсуву підключені до входу синхронізації і входу встановлення у нульовий стан автомата, виходи другої групи першого блока елементів АБО з'єднані з відповідними входами елемента АБО, другий вхід режиму і послідовний інформаційний вхід регістра зсуву з'єднані відповідно з входом додатного потенціалу і входом встановлення у початковий стан автомата, а інформаційні виходи регістра зсуву підключені також до відповідних входів другого блока елементів АБО, згідно з корисною моделлю, введено вузол виявлення помилки та вузол виправлення помилки, вузол виявлення помилки, який містить групу з (N-1) елементів І та елемент АБО, причому входи групи елементів І підключені попарно до сусідніх виходів регістра зсуву, а їх виходи з'єднані з відповідними входами елемента АБО, вихід якого є виходом вузла виявлення помилки, який з'єднаний з виходом "Помилка" автомата, крім того вузол виправлення помилки містить (N-1) елементів НЕПІВНОЗНАЧНОСТІ, входи яких підключені попарно до сусідніх виходів регістра зсуву, а їх виходи є виходами вузла виправлення помилки, які з'єднані з входами другої групи першого блока елементів АБО, а вихід вузла виявлення помилки з'єднаний з додатковим входом елемента АБО.

Робота пристрою пояснюється кресленням, на якому представлено структурну схему мікропрограмного автомата.

Мікропрограмний автомат містить реєстр зсуву 1, блок 2 елементів І, перший блок 3 елементів АБО, елемент АБО 4, другий блок 5 елементів АБО, вузол 6 виявлення помилки, вузол 7 виправлення помилки.

Виходи другого блока 5 елементів АБО підключені до виходів $8_1, \dots, 8_k$ автомата, виходи $9_1, \dots, 9_p$ першого блока 3 елементів АБО з'єднані з відповідними інформаційними входами реєстра зсуву 1, а виходи $10_1, \dots, 10_G$ першого блока 3 елементів АБО підключені до відповідних входів елемента АБО 4, вихід 11 якого з'єднаний з першим входом S1 режиму реєстра зсуву 1. Тактовий вхід, вхід скидання, послідовний інформаційний вхід DSR і другий вхід SO режиму реєстра зсуву 1 підключені відповідно до входів керування 12, 13, 14, 15 автомата.

Група входів $16_1, \dots, 16_L$ автомата підключені до входів другої групи блока 2 елементів І, інформаційні виходи $17_1, \dots, 17_N$ реєстра зсуву 1 з'єднані відповідно з входами першої групи блока 2 елементів І, входами другого блока 5 елементів АБО та входами вузла 6 виявлення помилки та вузла 7 виправлення помилки, а виходи $18_1, \dots, 18_H$ блока 2 елементів І з'єднані з відповідними входами першої групи першого блока 3 елементів АБО.

Вузол 6 виявлення помилки містить (N-1) елементів І $19_1, \dots, 19_{N-1}$ та елемент АБО 20. Входи елементів І $19_1, \dots, 19_{N-1}$ підключені попарно до сусідніх виходів $17_1, \dots, 17_N$ реєстра зсуву 1, а їх виходи з'єднані з відповідними входами елемента АБО 20, вихід якого є виходом 21 вузла 6 виявлення помилки, який з'єднаний з входом 22 елемента АБО 4 і є виходом "Помилка" автомата.

Вузол 7 виправлення помилки містить (N-1) елементів НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ $23_1, \dots, 23_{N-1}$, входи яких підключені попарно до сусідніх виходів $17_1, \dots, 17_N$ реєстра зсуву 1, а їх виходи є відповідними виходами $24_1, \dots, 24_{N-1}$ вузла 7 виправлення помилки, які з'єднані з входами другої групи першого блока 3 елементів АБО.

Пристрій працює в такий спосіб. Оскільки мікропрограмний автомат реалізує автомат Мура з кодуванням свитчів за допомогою використання одиничного позиційного коду вигляду:

$$\begin{aligned} a_{i+2} &= 0..00100..0, \\ a_{i+3} &= 0..00010..0, \end{aligned} \quad (1)$$

то в процесі роботи в кожному такті необхідно виконати зсув інформації в реєстрі зсуву 1 на один розряд у бік старших розрядів таким чином, що за час виконання алгоритму, представленого відповідною лінійною мікропрограмою, одиниця, яку попередньо зафіксовано в першому розряді реєстра зсуву 1, послідовно проходить через усі розряди N реєстра зсуву 1.

Таким чином, у реєстрі зсуву 1 здійснюється зсув одиничного коду вигляду $0..010..0$. Кількість розрядів N реєстра зсуву 1 визначається максимальною кількістю неповторних станів автомата Мура, що реалізується на лінійному ланцюгу граф-схеми автомата.

Отже, на будь-якому переході, що належить лінійному ланцюгу, а також за умови, що стани лінійного ланцюга слідує одне за одним у порядку зростання індексів станів, тобто у вигляді $a_i, a_{i+1}, \dots, a_{i+j}$, де $i, j=0, 1, 2, 3, \dots$, код нового стану автомата Мура утворюється шляхом зсуву поточного стану на один розряд у бік старших розрядів реєстра зсуву 1. У всіх інших випадках, а також при переходах між виходами і входами лінійних ланцюгів в автоматі Мура виконується паралельне встановлення коду нового стану і обнуління коду поточного стану в реєстрі зсуву 1 шляхом збудження та обнуління його інформаційних входів D_i, \dots, D_{i+j} .

Таким чином, елемент АБО 4 з його входами $10_1, \dots, 10_G$ задіяний в обох випадках, оскільки формує керуючий сигнал зсуву у бік старших розрядів реєстра зсуву 1 і сигнал дозволу запису по його паралельних інформаційних входах, а перший блок 3 елементів АБО по його виходах $9_1, \dots, 9_p$ - тільки в другому випадку, оскільки формує сигнал встановлення в одиничний стан і сигнал обнуління відповідних розрядів реєстра зсуву 1.

Блок 2 елементів І є перетворювачем кодів станів реєстра зсуву 1 по його виходах $17_1, \dots, 17_N$ і вхідних сигналів по входах $16_1, \dots, 16_L$ пристрою у відповідні сигнали збудження. Перший блок 3 елементів АБО здійснює формування сигналів по виходах $9_1, \dots, 9_p$ скидання в "нуль" і встановлення в "одиницю" розрядів реєстра зсуву 1. Елемент АБО 4 формує сигнали по виходу 11 дозволу запису ($S1=1$) або зсуву ($S1=0$) вмісту реєстра зсуву 1. Другий блок 5 елементів АБО формує вихідні сигнали U_1, \dots, U_k на виходах $8_1, \dots, 8_k$ пристрою відповідно.

Перед початком роботи автомата відбувається обнуління реєстра зсуву 1 за сигналом, що надходить на вхід 13 скидання, а початковим станом реєстра зсуву 1 є такий стан, коли

присутній одиничний сигнал Q_1 на виході 17_1 першого розряду регістра зсуву 1. Встановлення у початковий стан виконується з надходженням тактового сигналу по входу 12 і за наявності одиничних сигналів на відповідних входах керування 14 і 15, тобто при наступній комбінації сигналів на керуючих входах регістра зсуву 1: $DSR=1$, $S_0=1$, $S_1=0$.

5 Одиничний сигнал Q_1 з виходу 17_1 першого розряду регістра зсуву 1 надходить на перші входи блока 2 елементів I та другого блока 5 елементів АБО і бере участь у формуванні відповідних керуючих сигналів Y_1, \dots, Y_k , на виходах $8_1, \dots, 8_k$ пристрою, а також за наявності умовних переходів, проходячи з виходів $18_1, \dots, 18_n$ блока 2 елементів I через перший блок 3 елементів АБО з його виходів $9_1, \dots, 9_p$ і елемент АБО 4 з його виходу 11, формує сигнали, що надходять на відповідні інформаційні паралельні входи D_1, \dots, D_n і вхід S_1 регістра зсуву 1.

10 Якщо між станами a_1 і a_2 автомата немає умовного переходу, то з надходженням наступного тактового сигналу по виходу 12 і за наявності сигналів $DSR=0$, $S_0=1$, $S_1=0$ на відповідних входах регістра зсуву 1 в ньому виконується зсув праворуч його вмісту, в результаті чого з'являється одиничний сигнал Q_2 на виході 17_2 і нульовий сигнал Q_1 на виході 17_1 регістра зсуву 1.

15 У випадку, якщо між станами a_1 і a_2 автомата існує умовний перехід, на першому виході 18_1 блока 2 елементів I присутній одиничний сигнал, який надходить на відповідний вхід першої групи першого блока 3 елементів АБО, в результаті чого на відповідний вхід D_1 регістра зсуву 1 надходить нульовий сигнал, а на вхід D_2 - одиничний сигнал з одночасним формуванням елементом АБО 4 одиничного сигналу на його виході 11. Таким чином, за наявності сигналів $S_0=1$, $S_1=1$ на входах регістра зсуву 1 з надходженням наступного тактового сигналу по виходу 12 в останньому відбувається зміна станів. Аналогічні дії виконуються на кожному безумовному і умовному переходах автомата Мура.

20 Отже, відповідно до граф-схеми автомата Мура на відповідних виходах $8_1, \dots, 8_k$ другого блока 5 елементів АБО формуються керуючі сигнали Y_1, \dots, Y_k з урахуванням умовних сигналів X_1, \dots, X_L , що надходять на відповідні входи $16_1, \dots, 16_L$ блока 2 елементів I.

25 Вузол 6 виявлення помилки формує на своєму виході 21 одиничний сигнал у випадку, коли на двох сусідніх виходах $17_1, \dots, 17_n$ регістра зсуву 1 знаходяться два одиничних сигнали. Це свідчить про те, що у регістрі зсуву 1 в наявності збій у його спрацюванні, оскільки в кожному такті його роботи одиничний сигнал повинен бути тільки на одному з його виходів $17_1, \dots, 17_n$ відповідно до способу кодування його станів a_1, \dots, a_n вигляду (1).

30 Таким чином, момент "гонитви сигналів" в даному випадку існує тоді, коли на виході одного зі старших розрядів регістра зсуву 1 встановлюється одиничний сигнал, а на виході сусіднього молодшого розряду ще залишається одиничний сигнал. Таким чином, в наявності ситуація, коли на виходах $17_1, \dots, 17_n$ регістра зсуву 1 зафіксовано код $0\dots 0110\dots 0$.

35 В цьому випадку на виході одного з елементів I $19_1, \dots, 19_{n-1}$ вузла 6 виявлення помилки з'являється одиничний сигнал, що проходить через елемент АБО 20 і фіксується на виході 21 вузла 6 виявлення помилки. В результаті на виході "Помилка" мікропрограмного автомата, що з'єднаний з виходом 21 вузла виявлення помилки, одиничний сигнал свідчить про наявність збою у його спрацюванні.

40 Після появи одиничного сигналу на виході 21 вузла 6 виявлення помилки, тобто за наявності двох одиничних сигналів на сусідніх виходах $17_1, \dots, 17_n$ регістра зсуву 1 спрацювають два сусідніх елемента НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ $23_1, \dots, 23_{n-1}$ вузла 7 виправлення помилки. При цьому, якщо одиничний сигнал присутній на виходах 17_i та 17_{i+1} регістра зсуву 1, та на виході елемента НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ 23_i формується нульовий сигнал, а на виході елемента НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ 23_{i+1} - одиничний сигнал.

45 Отже, це означає, що необхідно примусово обнулити молодший розряд по входу D_i з одночасним підтвердженням одиничного стану у старшому розряді по входу D_{i+1} регістра зсуву 1. Такий запис інформації по відповідних входах D_i та D_{i+1} регістра зсуву 1 виконується за наявності одиничного сигналу на виході 21 вузла 6 виявлення помилки, який, будучи поданий на вхід 22 елемента АБО 4, з його виходу 11 сформує сигнал $S_1=1$ на вхід режиму регістра зсуву 1, що дозволить паралельний запис по його входах D_1, \dots, D_n .

50 Таким чином, сформовані інформаційні сигнали на відповідних виходах $24_1, \dots, 24_{n-1}$ вузла 7 виправлення помилки через входи другої групи першого блока 3 елементів АБО з його виходів $9_1, \dots, 9_p$ надходять на відповідні входи D_1, \dots, D_n регістра зсуву 1, викликаючи виправлення помилки, що виникла в процесі "гонитви сигналів" на виходах $17_1, \dots, 17_n$ регістра зсуву 1.

55 Отже, використання особливостей одиничного кодування сигналів мікропрограмного автомата, що побудований на регістрі зсуву 1, дозволяє визначити збій у його спрацюванні в процесі "гонитви сигналів", застосовуючи вузол 6 виявлення помилки, а також виправити

помилку, що виникла у стані реєстра зсуву 1, застосовуючи вузол 7 виправлення помилки, без зупинки у роботі мікропрограмного автомата.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Мікропрограмний автомат, що містить реєстр зсуву, блок елементів I, два блоки елементів АБО і елемент АБО, причому інформаційні виходи реєстра зсуву з'єднані з входами першої групи блока елементів I, входи другої групи якого підключені до групи входів автомата, а виходи з'єднані з відповідними входами першого блока елементів АБО, виходи першої групи якого підключені до відповідних паралельних інформаційних входів реєстра зсуву, перший вхід режиму якого з'єднаний з виходом елемента АБО, виходи другого блока елементів АБО є виходами автомата, тактовий вхід і вхід скидання реєстра зсуву підключені до входу синхронізації і входу встановлення у нульовий стан автомата, виходи другої групи першого блока елементів АБО з'єднані з відповідними входами елемента АБО, другий вхід режиму і послідовний інформаційний вхід реєстра зсуву з'єднані відповідно з входом додатного потенціалу і входом встановлення у початковий стан автомата, а інформаційні виходи реєстра зсуву підключені також до відповідних входів другого блока елементів АБО, який **відрізняється** тим, що містить вузол виявлення помилки та вузол виправлення помилки, вузол виявлення помилки містить групу з (N-1) елементів I та елемент АБО, причому входи групи елементів I підключені попарно до сусідніх виходів реєстра зсуву, а їх виходи з'єднані з відповідними входами елемента АБО, вихід якого є виходом вузла виявлення помилки, який з'єднаний з виходом "Помилка" автомата, крім того вузол виправлення помилки містить (N-1) елементів **НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ**, входи яких підключені попарно до сусідніх виходів реєстра зсуву, а їх виходи є виходами вузла виправлення помилки, які з'єднані з входами другої групи першого блока елементів АБО, а вихід вузла виявлення помилки з'єднаний з додатковим входом елемента АБО.

10
15
20
25

