

Контрольная работа № 1

Синтез комбинационной схемы автомата

1. По заданной таблице истинности, описывающей функционирование КС автомата, построить КК. Таблицу истинности, соответствующую своему варианту, взять из таблицы 1.
2. По КК получить алгебраические выражения ЛФ, описывающих КС автомата, в двух формах:
 - а) в дизъюнктивной форме, получаемой по единичным контурам КК;
 - б) в конъюнктивной форме, получаемой по нулевым контурам КК;
 - в) по единичным и нулевым контурам с учетом условных (безразличных) состояний \sim .
3. Проверить правильность полученных ЛФ.
4. По одному из полученных выражений построить КС автомата:
 - а) на логических элементах И – НЕ;
 - б) на логических элементах ИЛИ – НЕ.

Таблица 1

Варианты таблиц истинности

0				1				2				3				4			
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0	\sim	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	\sim	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	\sim
1	0	0	\sim	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	\sim
1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	\sim	1	1	1	\sim	1	1	1	0
5				6				7				8				9			
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>x</i>
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	\sim	0	0	0	\sim	0	0	0	0

0	0	1	0	0	0	1	~	0	0	1	~	0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	~
1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	~	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0

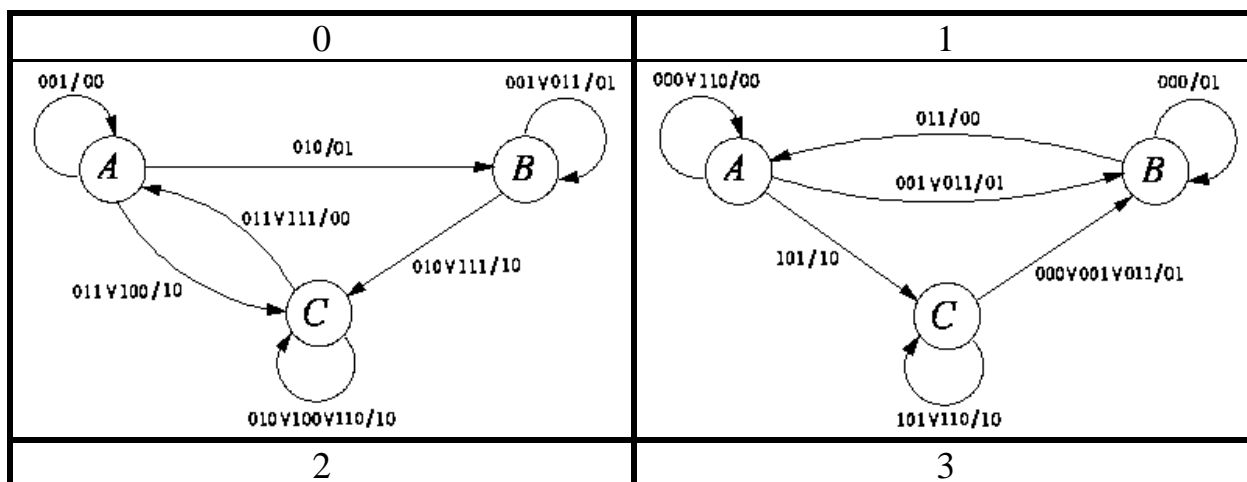
Контрольная работа № 2

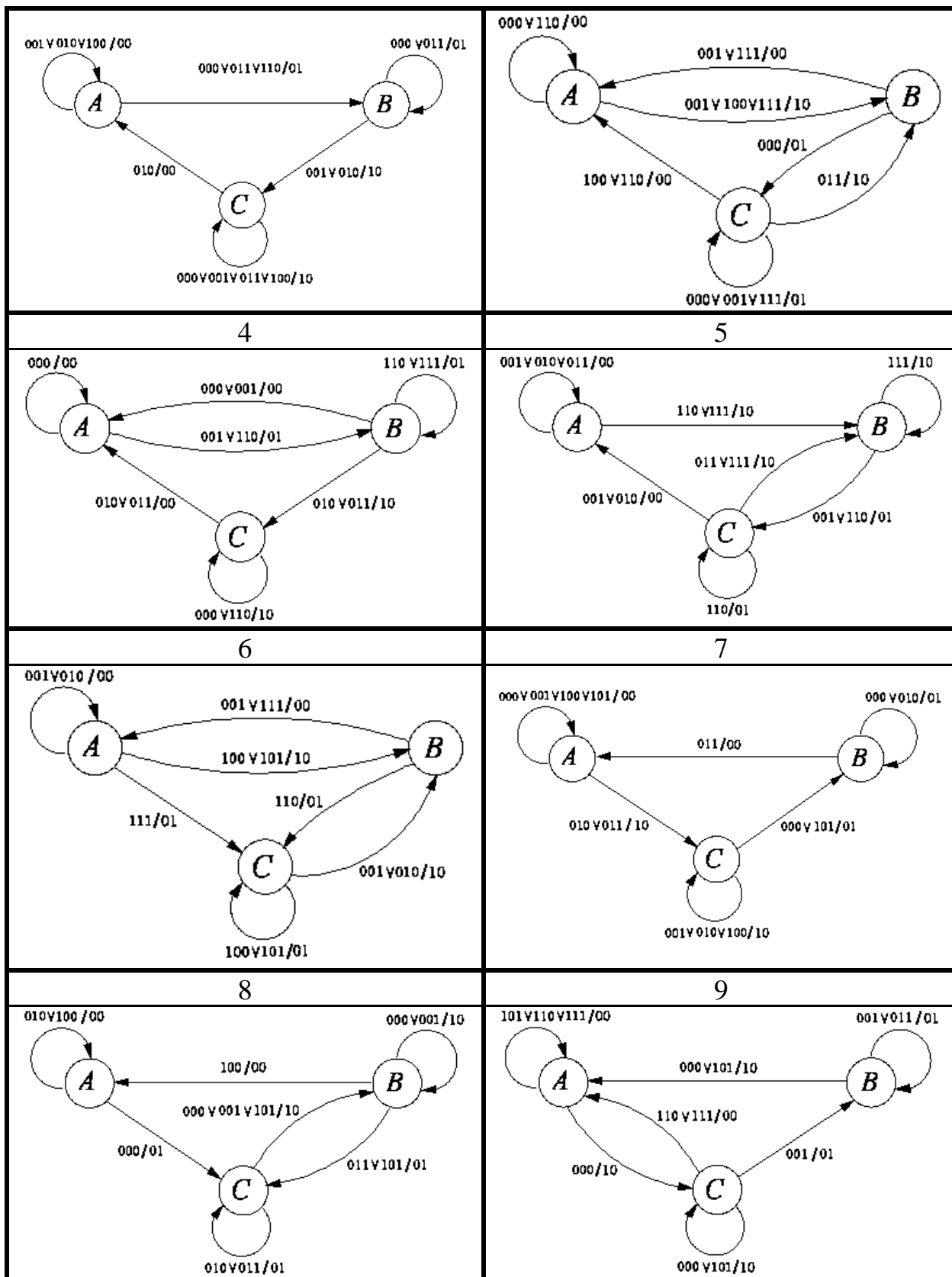
Синтез автомата с памятью

1. По заданному графу переходов построить исходную таблицу переходов. Граф, соответствующую своему варианту, взять из таблицы 2.
2. Выбрать дополнительные переменные, ввести промежуточные состояния, построить измененную таблицу переходов.
3. Построить общую КК для дополнительных и выходных переменных.
4. Построить отдельные КК для каждой из переменных, по которым в соответствии с методом простого кодирования получить алгебраические выражения для соответствующих выходных и дополнительных переменных. Построить схему автомата, используя логические элементы И, ИЛИ, И – НЕ, ИЛИ – НЕ.
5. Применив в качестве кодирующих элементов RS – триггеры и используя таблицу переходов RS – триггера построить для каждой переменной КК, в клетках которой проставить значения функции возбуждения элемента памяти. Получить алгебраические выражения для входов S и R триггеров выходных и дополнительных переменных. Привести схему автомата на триггерах и логических элементах.

Таблица 2

Варианты графов





5.3. Методические указания к выполнению контрольной работы № 1

Таблица истинности (таблица 3) задает ЛФ автомата

Таблица 3

Таблица истинности

a	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
b	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
c	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
d	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
x	1	1	~	~	1	1	~	~	0	0	1	1	1	0	1	1

где a, b, c, d – входные переменные автомата, а $x = f(a, b, c, d)$ – его выходная функция.

По таблице 3 составляется КК (рис. 1).

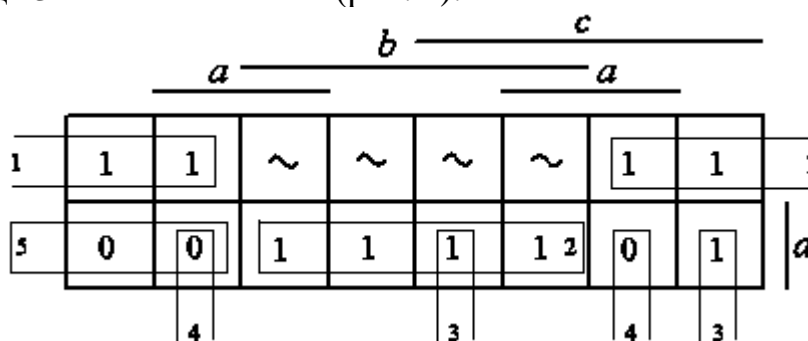


Рис. 1. КК для таблицы 3

КК позволяет задавать ЛФ в более компактной форме и получать минимизированные алгебраические выражения ЛФ.

Правила, которыми следует руководствоваться для получения формул ЛФ посредством КК, следующие:

1. Все единицы (при записи ЛФ в дизъюнктивной форме) или все нули (при записи ЛФ в конъюнктивной форме) КК заключаются в прямоугольные контуры. Контуры могут пересекаться, т.е. одна и та же единица или один и тот же нуль могут входить в несколько контуров.
2. Число клеток в контуре должно быть равно 2^n , где $n = 0, 1, 2, \dots$
3. Увеличение размеров контуров упрощает (минимизирует) получаемое выражение ЛФ.
4. В контур можно включать только соседние клетки. Соседними являются такие клетки, при переходе от одной из которых к другой изменяется значение лишь одной из входных переменных автомата.
5. Единичному контуру соответствует конъюнкция входных переменных, определяющих этот контур. Переменные, имеющие в этом контуре единичные значения, записываются без инверсий, а переменные, имеющие в контуре нулевые значения, записываются с инверсиями.
6. Нулевому контуру соответствует дизъюнкция входных переменных, определяющих этот контур. Переменные, принимающие в этом контуре

единичные значения, записываются с инверсиями, а переменные, принимающие в нем нулевые значения, записываются без инверсий.

7. Выражения, соответствующие контурам, не содержат тех переменных, чьи границы пересекаются данным контуром.
8. Выражение ЛФ в дизъюнктивной форме (использование единичных контуров) составляется в виде дизъюнкции конъюнкций, соответствующих единичным контурам КК. Выражение ЛФ в конъюнктивной форме (использование нулевых контуров) представляется в виде конъюнкции дизъюнкций, соответствующих нулевым контурам.

Полученное по КК согласно вышеуказанным правилам алгебраическое выражение ЛФ автомата в дизъюнктивной форме (по единичным контурам 1, 2 и 3 на рис. 1):

$$x = \bar{b}\bar{d} + bd + \bar{a}cd. \tag{1}$$

Алгебраическое выражение ЛФ автомата, полученное в конъюнктивной форме (по нулевым контурам 4 и 5 на рисунке 1):

$$x = (\bar{a} + b + \bar{d})(b + c + \bar{d}). \tag{2}$$

Раскрытие скобок в формуле (2) с последующим упрощением получаемого выражения по правилам преобразования алгебры логики минимизирует ЛФ автомата:

$$x = b + \bar{a}c + \bar{d}. \tag{3}$$

На рис.2 приведена КК, в которой в три единичных контура включены условные состояния (\sim).

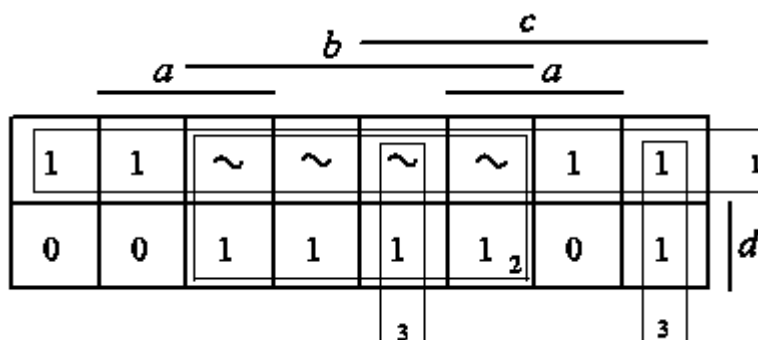


Рис. 2. КК с включением в контура условных состояний

Полученное по этой КК выражение ЛФ совпадает с выражением по формуле (3).

Для построения КС автомата на логических элементах И – НЕ применяем к формуле (3) законы двойной инверсии и де Моргана:

$$x = \overline{\overline{b + \overline{ac} + \overline{d}}} = \overline{\overline{b} \overline{ac} \overline{d}} . \quad (4)$$

Для реализации автомата на элементах ИЛИ – НЕ также применяем к формуле (3), но иначе, законы двойной инверсии и де Моргана:

$$x = b + \overline{\overline{ac} + \overline{d}} = b + \overline{\overline{ac} \overline{d}} . \quad (5)$$

Схемы автомата на логических элементах приведены на рис. 3.

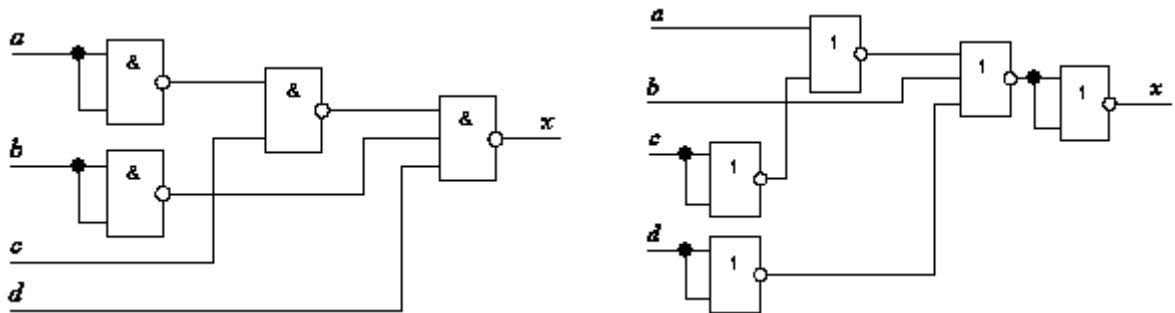


Рис. 3. Реализации КС на логических элементах

5.4. Методические указания по выполнению контрольной работы № 2

На рис.4а приведен граф переходов автомата с памятью, имеющего три входные переменные a, b, c , и три состояния A, B, C , отличающиеся значениями выходных переменных автомата $x = f_1(a,b,c)$ и $y = f_2(a,b,c)$ [8]. Соответствие между значениями входных и выходных переменных обозначено как $abc/xу$.

Но в схеме автомата возможно возникновение состязаний (гонок), т.к. при переходе из состояния B в состояние C меняют свое состояние обе выходные переменные. Для устранения такого критического перехода вводится промежуточное состояние C_1 (рис. 4б).

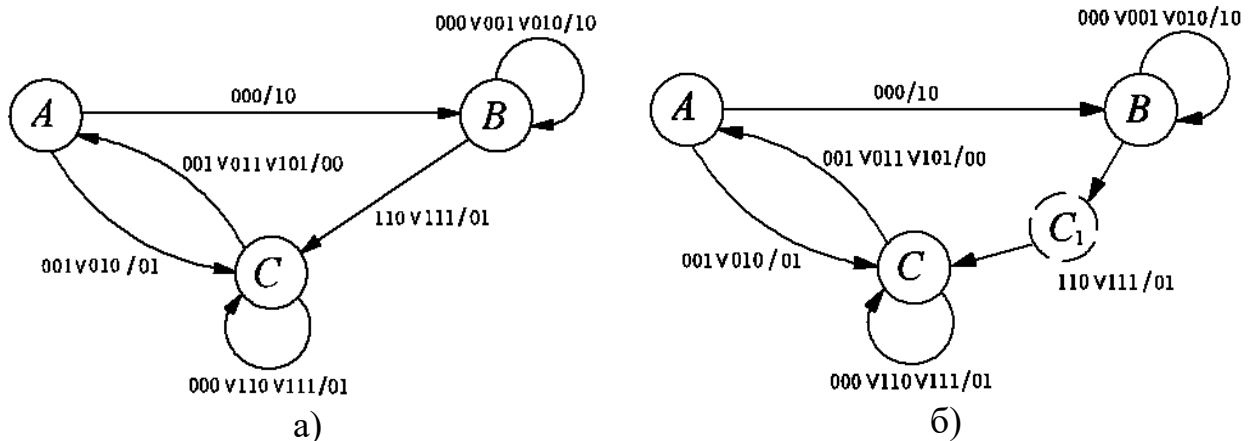


Рис. 4. Графы переходов автомата

Для кодирования состояний автомата используем выходную переменную автомата X и вводим дополнительную переменную P так, чтобы при переходе сначала из состояния B в C_1 , а затем из C_1 в C изменялось бы состояние только одной из выбранных переменных.

На рис. 5 приведена таблица переходов, соответствующая измененному графу.

Исх. сост.	Последующие состояния								X	Y	P
	A	B	\sim	\sim	C	\sim	\sim	C			
A	B	\sim	\sim	C	\sim	\sim	\sim	C	0	0	0
B	B	\sim	C_1	B	\sim	C_1	\sim	B	1	0	0
C_1	B	B	C	B	B	C	B	B	1	0	1
C	C	\sim	C	\sim	A	C	A	A	0	1	1

Рис. 5. Таблица переходов

По таблице переходов строятся две КК: первоначальная (совмещенная) КК для переменных X и P (рисунок ба) и КК для переменной Y (рисунок бб). В клетках этих карт вместо символов состояния таблицы переходов проставляются значения выходных и дополнительной переменной.

	Последующие состояния								X	P							
	A	B	\sim	\sim	C	\sim	\sim	C									
A	10	\sim	\sim	01	\sim	\sim	\sim	01	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">X</th> </tr> <tr> <th>P</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> $Y = \bar{X}P$	X		P		0	0	1	0
X																	
P																	
0	0																
1	0																
B	10	\sim	11	10	\sim	11	\sim	10									
C_1	10	10	01	10	10	01	10	10									
C	01	\sim	01	\sim	00	01	00	00									

Рис. 6. КК для выходных (а) и дополнительной (б) переменной

Затем совмещенная КК (рисунок ба) разделяется на две карты: одна – для переменной X (первые цифры в клетках карты) и вторая – для переменной P (вторые цифры). Далее, в соответствии с методическими рекомендациями по выполнению первого задания контрольной работы, по первой КК (по единичным контурам) получается алгебраическое выражение для выходной переменной X :

$$X = x\bar{p} + x\bar{b} + x\bar{a}b + \bar{p}\bar{b}\bar{c}, \quad (6)$$

а по второй КК (по нулевым контурам) - алгебраическое выражение для дополнительной переменной P :

$$P = (b + \bar{x})(a + \bar{b} + \bar{p})(b + \bar{c} + \bar{p})(a + \bar{b} + \bar{x})(b + c + p). \quad (7)$$

Выходная переменная автомата Y определяется формулой (рисунок бб):

$$Y = \bar{X} P. \quad (8)$$

В формулах (6), (7), (8) прописными буквами (например, X) обозначены выходные сигналы автомата, а строчными буквами (соответственно, x) – эти же сигналы, заводимые с выходов по обратным связям на входы элементов схемы автомата.

По этим формулам воспроизводится схема автомата на типовых логических элементах.

Рассмотренный способ синтеза автомата реализован методом простого кодирования и не использует элементы памяти: триггеры различных типов, счетчики, регистры и т.д. В случае же их использования в КК вместо значений выходной или дополнительной переменной проставляются значения функций возбуждения элементов памяти. Причем, если значение сигнала соответствует устойчивому состоянию устройства, функции возбуждения тоже проставляются для устойчивого состояния, а если состояние неустойчивое, то учитывается процесс перехода типа $0 \rightarrow 1$ или $1 \rightarrow 0$ и функции возбуждения элемента памяти проставляются с учетом этого перехода.

Таким образом, таблицы состояний элементов памяти или КК составляются по таблице переходов, где каждой строке таблицы поставлено в соответствие определенное состояние элементов памяти.

Состояния $R S$ – триггера отражены на рисунке 7:

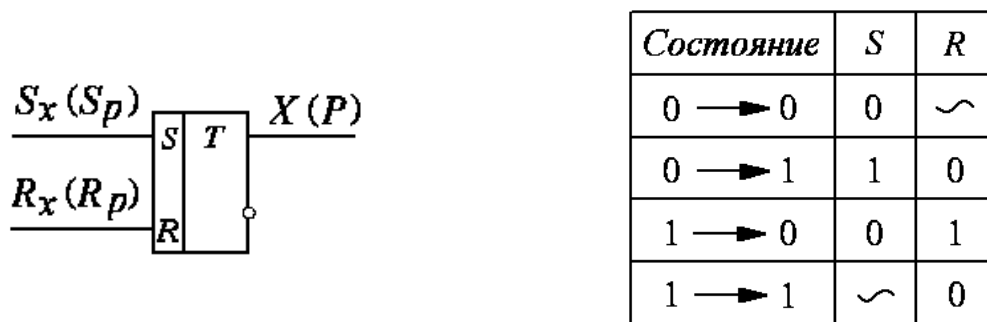


Рис. 7. Таблица переходов RS – триггера

Основываясь на таблице переходов автомата (рис. 5) и таблице переходов RS – триггера (рис. 7) строится общая КК для функций возбуждения (входов) RS – триггеров переменных X и P - рисунок 8.

	a		b		c		a	
A	10	~	~	0~	~	~	~	0~
	0~	~	~	10	~	~	~	10
B	~0	~	~0	~0	~	~0	~	~0
	0~	~	10	0~	~	10	~	0~
C ₁	~0	~0	01	~0	~0	01	~0	~0
	01	01	~0	01	01	~0	01	01
C	0~	~	0~	~	0~	0~	0~	0~
	~0	~	~0	~	01	~0	01	01

$\left. \begin{array}{l} X \\ P \end{array} \right\}$

Рис. 8. Общая КК функций возбуждения RS – триггеров X и P

В верхней строке каждой клетки КК проставлены значения функций возбуждения триггера выходной переменной X - S_x и R_x , соответственно, а в нижней строке – значения функций возбуждения триггера дополнительной переменной P - S_p и R_p .

Далее по общей КК создаются КК для каждого из входов триггеров - S_x , R_x , S_p , R_p . По КК получены следующие выражения:

$$\left. \begin{array}{l} S_x = \bar{b}\bar{c}\bar{p}; \\ R_x = abp; \\ S_p = a\bar{p} + c\bar{x}\bar{p} + b\bar{c}\bar{x}; \\ R_p = \bar{b}x + \bar{a}bp + \bar{b}cp. \end{array} \right\} \quad (9)$$

По формулам (9) строится синтезированная схема автомата на RS -триггерах и логических элементах (рис. 9).

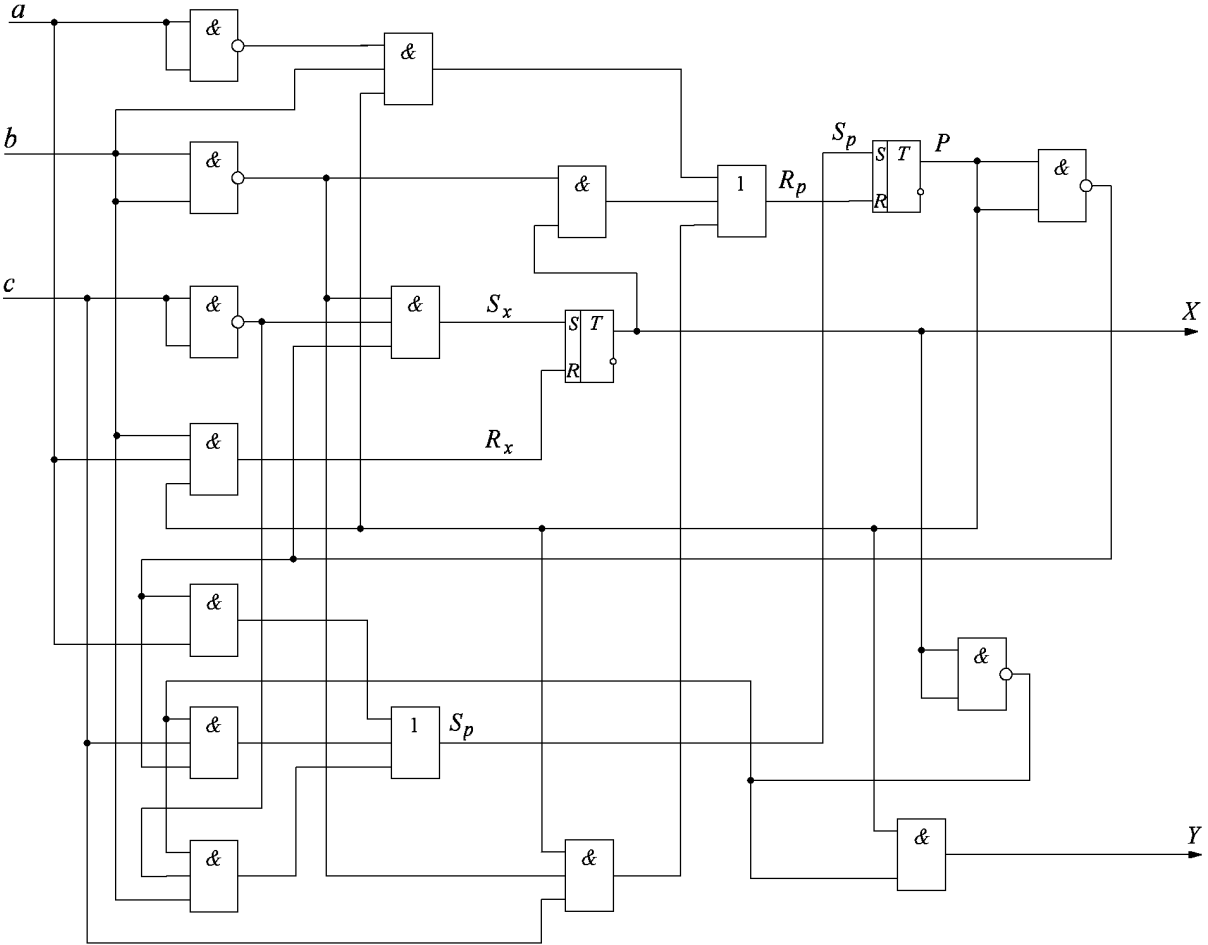


Рис. 9. Схема автомата с использованием триггеров