

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО  
ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

**Практическое задание №3**  
**по дисциплине Теория Автоматов**  
**Канонический метод структурного синтеза**

*Вариант 11*

Студент: Саржевский Иван

Группа: Р3302

Преподаватель: Тропченко Александр Ювенальевич

г. Санкт-Петербург

2020 г.

## Цель

Практическое освоение метода перехода от абстрактного автомата к структурному автомату.

## Задание

Абстрактный автомат задан табличным способом. Причем абстрактный автомат Мили представлен таблицами переходов и выходов, а абстрактный автомат Мура - одной отмеченной таблицей переходов. Для синтеза структурного автомата использовать функционально полную систему логических элементов И, ИЛИ, НЕ и автомат Мура, обладающий полнотой переходов и полнотой выходов. Синтезированный структурный автомат представить в виде ПАМЯТИ и КОМБИНАЦИОННОЙ СХЕМЫ.

## Исходные данные

Согласно полученному варианту исходный автомат Мура задается следующей таблицей переходов:

$\lambda$	w2	w1	w1	w2	w1	w3	w1	w4
$\delta$	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8
z1	a5	a6	a8	a5	a1	a2	a4	a7
z2	a2	a3	a8	a7	a7	a8	a8	a8

## Кодирование исходного автомата двоичными кодами

### Входной алфавит

	$x_1$
$z_1$	0
$z_2$	1

### Выходной алфавит

	$y_1$	$y_2$
$w_1$	0	0
$w_2$	0	1
$w_3$	1	0
$w_4$	1	1

## Состояния

	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$
$a_1$	0	0	0
$a_2$	0	0	1
$a_3$	0	1	0
$a_4$	0	1	1
$a_5$	1	0	0
$a_6$	1	0	1
$a_7$	1	1	0
$a_8$	1	1	1

## Таблицы переходов и выходов соответствующего структурного автомата

После кодирования исходного абстрактного автомата Мура построим таблицы переходов и выходов структурного автомата.

$x_1/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101	110	111
0	100	101	111	100	000	001	011	110
1	001	010	111	110	110	111	111	111

$x_1/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101	110	111
0	01	00	00	01	00	10	00	11
1	01	00	00	01	00	10	00	11
	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$

## ДНФ для выходных сигналов

По полученным таблицам построим ДНФ для каждого выходного сигнала:

$$y_1 = \bar{x}_1Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2Q_3 \vee x_1Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1Q_1Q_2Q_3 = 5 \vee 7 \vee 13 \vee 15$$

$$y_2 = \bar{x}_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1Q_1Q_2Q_3 \\ = 0 \vee 3 \vee 7 \vee 8 \vee 11 \vee 15$$

## Синтез автомата на D-триггерах

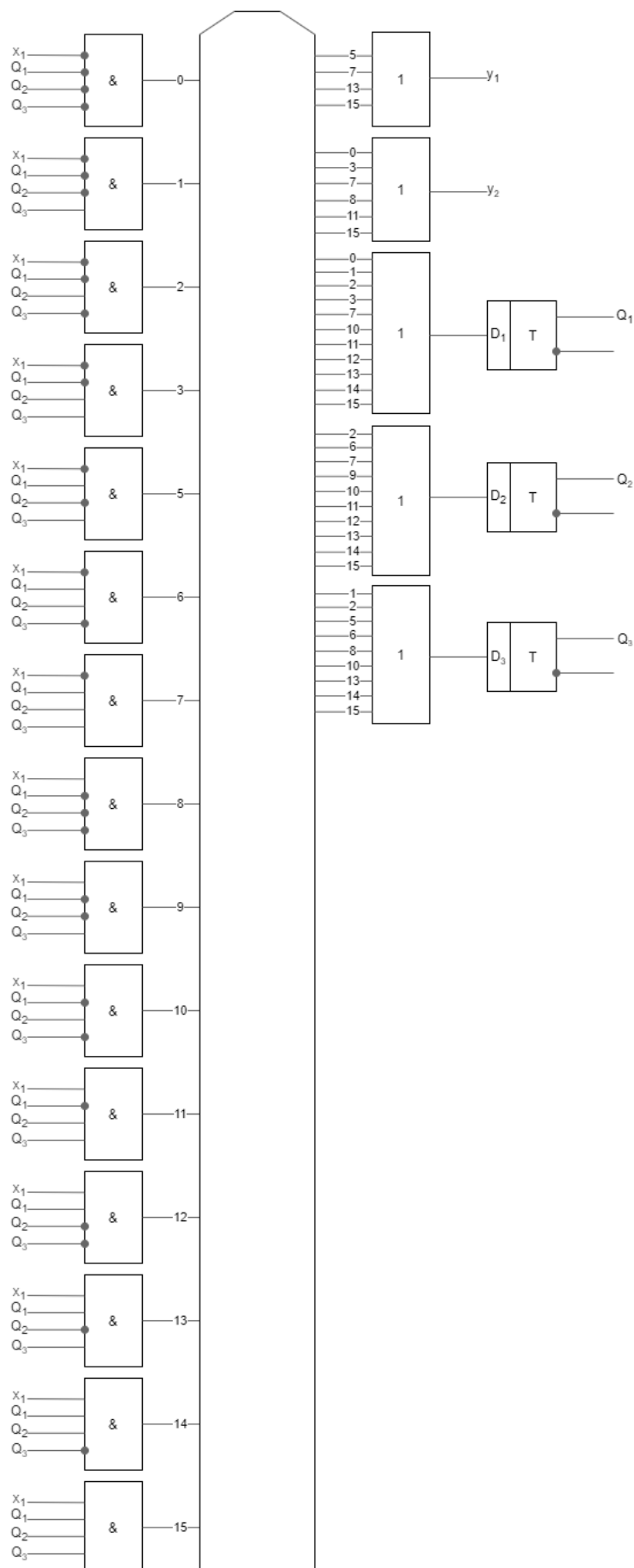
С учетом закона функционирования D-триггера построим таблицу сигналов функций возбуждения:

$x_1/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101	110	111
0	100	101	111	100	000	001	011	110
1	001	010	111	110	110	111	111	111
	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$

ДНФ для сигналов функций возбуждения:

$$\begin{aligned}
D_1 &= \bar{x}_1 \bar{Q}_1 \bar{Q}_2 \bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1 \bar{Q}_1 \bar{Q}_2 Q_3 \vee \bar{x}_1 \bar{Q}_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1 \bar{Q}_1 Q_2 Q_3 \vee \bar{x}_1 Q_1 Q_2 Q_3 \vee x_1 \bar{Q}_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee x_1 \bar{Q}_1 Q_2 Q_3 \vee \\
&\vee x_1 Q_1 \bar{Q}_2 \bar{Q}_3 \vee x_1 Q_1 \bar{Q}_2 Q_3 \vee x_1 Q_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee x_1 Q_1 Q_2 Q_3 = \\
&= 0 \vee 1 \vee 2 \vee 3 \vee 7 \vee 10 \vee 11 \vee 12 \vee 13 \vee 14 \vee 15 \\
D_2 &= \bar{x}_1 \bar{Q}_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1 Q_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1 Q_1 Q_2 Q_3 \vee x_1 \bar{Q}_1 \bar{Q}_2 Q_3 \vee x_1 \bar{Q}_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee x_1 \bar{Q}_1 Q_2 Q_3 \vee x_1 Q_1 \bar{Q}_2 \bar{Q}_3 \vee \\
&\vee x_1 Q_1 \bar{Q}_2 Q_3 \vee x_1 Q_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee x_1 Q_1 Q_2 Q_3 = 2 \vee 6 \vee 7 \vee 9 \vee 10 \vee 11 \vee 12 \vee 13 \vee 14 \vee 15 \\
D_3 &= \bar{x}_1 \bar{Q}_1 \bar{Q}_2 Q_3 \vee \bar{x}_1 \bar{Q}_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1 Q_1 \bar{Q}_2 Q_3 \vee \bar{x}_1 Q_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee x_1 \bar{Q}_1 \bar{Q}_2 \bar{Q}_3 \vee x_1 \bar{Q}_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee \\
&\vee x_1 Q_1 \bar{Q}_2 Q_3 \vee x_1 Q_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee x_1 Q_1 Q_2 Q_3 = 1 \vee 2 \vee 5 \vee 6 \vee 8 \vee 10 \vee 13 \vee 14 \vee 15
\end{aligned}$$

## Функциональная схема структурного автомата на D-триггерах



## Тестирование функциональной схемы автомата

Слово	1..0..0..1..0..1..0..1..0..0..0..0..0..1..0..1..0..0..0..1..0..1..0..0..0..0..1..1..1
Ожид.	-- 00 10 00 00 11 11 00 11 00 01 00 01 00 00 01 00 01 00 01 00 10 11 00 01 00 01 00 00 11
Резул.	-- 00 10 00 00 11 11 00 11 00 01 00 01 00 00 01 00 01 00 01 00 10 11 00 01 00 01 00 00 11

Результирующее слово совпадает с ожидаемым.

## Синтез автомата на Т-триггерах

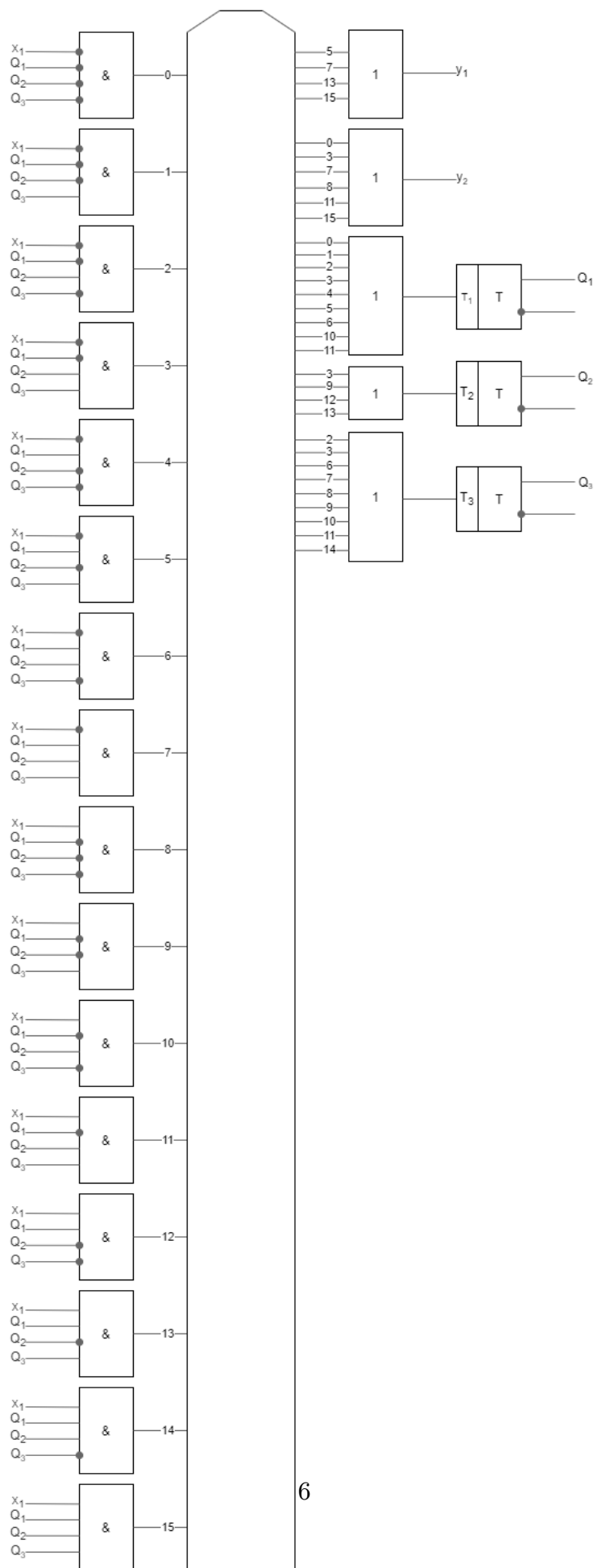
С учетом закона функционирования Т-триггера построим таблицу сигналов функций возбуждения:

$x_1/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101	110	111
0	100	100	101	111	100	100	101	001
1	001	011	101	101	010	010	001	000
	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$

ДНФ для сигналов функций возбуждения:

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \bar{x}_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \\
 &\vee x_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 = 0 \vee 1 \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6 \vee 10 \vee 11 \\
 T_2 &= \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1Q_1\bar{Q}_2Q_3 = 3 \vee 9 \vee 12 \vee 13 \\
 T_3 &= \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \\
 &\vee x_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1Q_1Q_2\bar{Q}_3 = 2 \vee 3 \vee 6 \vee 7 \vee 8 \vee 9 \vee 10 \vee 11 \vee 14
 \end{aligned}$$

## Функциональная схема структурного автомата на Т-триггерах



## Тестирование функциональной схемы автомата

Слово	1..0..0..1..0..1..0..1..0..0..0..0..0..1..0..1..0..0..0..1..0..1..0..0..0..0..1..1..1
Ожид.	-- 00 10 00 00 11 11 00 11 00 01 00 01 00 00 01 00 01 00 01 00 10 11 00 01 00 01 00 00 11
Резул.	-- 00 10 00 00 11 11 00 11 00 01 00 01 00 00 01 00 01 00 01 00 10 11 00 01 00 01 00 00 11

Результирующее слово совпадает с ожидаемым.

## Синтез автомата на RS-триггерах

С учетом закона функционирования RS-триггера построим таблицу сигналов функций возбуждения:

$x_1/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101	110	111
0	01/-0/-0	01/-0/0-	01/0-/01	01/10/10	10/-0/-0	10/-0/0-	10/0-/01	0-/0-/10
1	-0/-0/01	-0/01/10	01/0-/01	01/0-/10	0-/01/-0	0-/01/0-	0-/0-/01	0-/0-/0-
	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$

ДНФ для сигналов функций возбуждения:

$$R_1 = \bar{x}_1Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2\bar{Q}_3 = 4 \vee 5 \vee 6$$

$$S_1 = \bar{x}_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 = \\ = 0 \vee 1 \vee 2 \vee 3 \vee 10 \vee 11$$

$$R_2 = \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 = 3$$

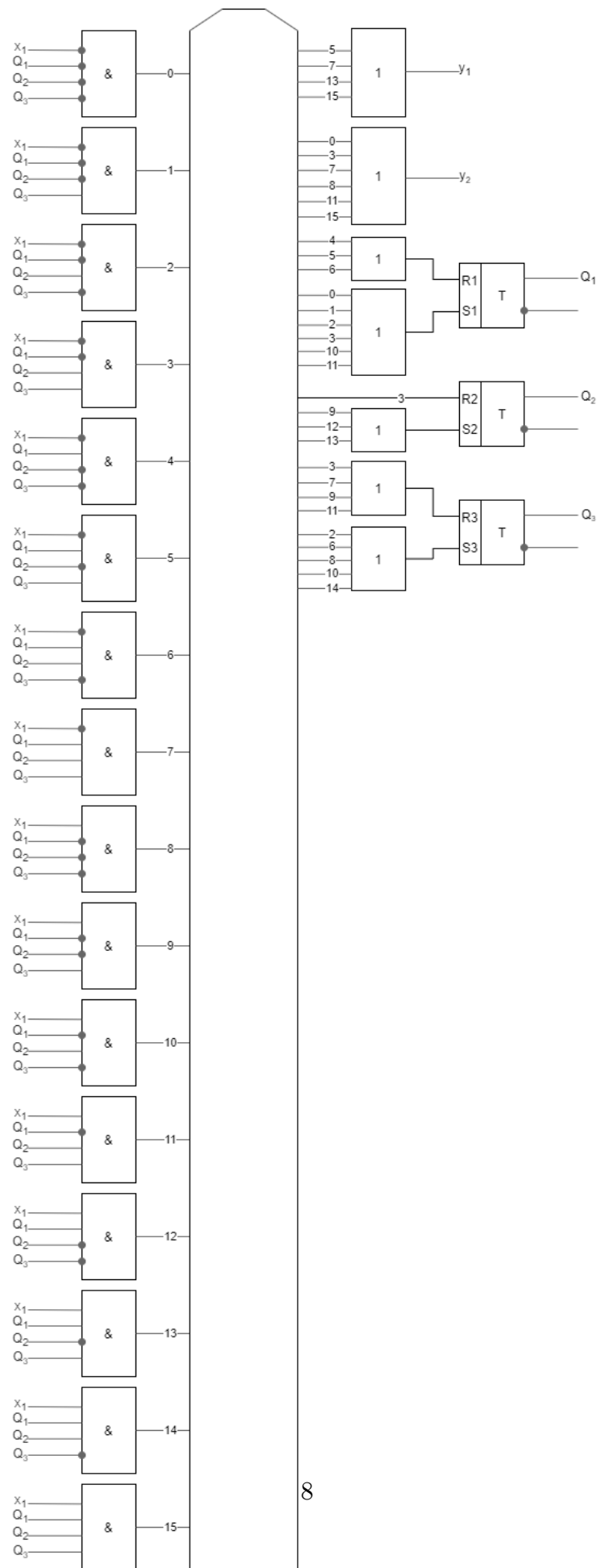
$$S_2 = x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1Q_1\bar{Q}_2Q_3 = 9 \vee 12 \vee 13$$

$$R_3 = \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 = 3 \vee 7 \vee 9 \vee 11$$

$$S_3 = \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1Q_1Q_2\bar{Q}_3 = 2 \vee 6 \vee 8 \vee 10 \vee 14$$



## Функциональная схема структурного автомата на RS-триггерах



## Тестирование функциональной схемы автомата

Слово	1..0..0..1..0..1..0..1..0..0..0..0..0..1..0..1..0..0..0..1..0..1..0..0..0..0..1..1..1
Ожид.	-- 00 10 00 00 11 11 00 11 00 01 00 01 00 00 01 00 01 00 01 00 10 11 00 01 00 01 00 00 11
Резул.	-- 00 10 00 00 11 11 00 11 00 01 00 01 00 00 01 00 01 00 01 00 10 11 00 01 00 01 00 00 11

Результирующее слово совпадает с ожидаемым.

## Синтез автомата на JK-триггерах

С учетом закона функционирования JK-триггера построим таблицу сигналов функций возбуждения:

$x_1/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101	110	111
0	1-/0-/0-	1-/0-/0-	1-/0/1-	1-/1/1-	1-/0-/0-	1-/0-/0-	1-/0/1-	0-/0/1-
1	0-/0-/1-	0-/1-/1-	1-/0/1-	1-/0/1-	0/1-/0-	0/1-/0-	0-/0/1-	0-/0/0-
	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$

ДНФ для сигналов функций возбуждения:

$$J_1 = \bar{x}_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 = 0 \vee 1 \vee 2 \vee 3 \vee 10 \vee 11$$

$$K_1 = \bar{x}_1Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2\bar{Q}_3 = 4 \vee 5 \vee 6$$

$$J_2 = x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1Q_1\bar{Q}_2Q_3 = 9 \vee 12 \vee 13$$

$$K_2 = \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 = 3$$

$$J_3 = \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1Q_1Q_2\bar{Q}_3 = 2 \vee 6 \vee 8 \vee 10 \vee 14$$

$$K_3 = \bar{x}_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1Q_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{Q}_1Q_2Q_3 = 3 \vee 7 \vee 9 \vee 11$$

## Функциональная схема структурного автомата на JK-триггерах

TODO: нарисовать

## Тестирование функциональной схемы автомата

Слово	1..0..0..1..0..1..0..1..0..0..0..0..0..1..0..1..0..0..0..1..0..1..0..0..0..0..1..1..1
Ожид.	-- 00 10 00 00 11 11 00 11 00 01 00 01 00 00 01 00 01 00 01 00 10 11 00 01 00 01 00 00 11
Резул.	-- 00 10 00 00 11 11 00 11 00 01 00 01 00 00 01 00 01 00 01 00 10 11 00 01 00 01 00 00 11

Результирующее слово совпадает с ожидаемым.

## Вывод

В ходе выполнения работы был изучен канонический метод структурного синтеза, получены практические навыки преобразования абстрактного автомата Мура в структурный автомат на D-, T-, RS- и JK-триггерах.