



**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

ФГАОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

---

**ТЕОРИЯ АВТОМАТОВ**

**Практическое задание №3**

Вариант 8

---

Лабушев Тимофей

Группа Р3302

Санкт-Петербург

2020

## Цель работы

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.

## Исходный автомат Мили

$\delta$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$\lambda$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$
$z_1$	$a_2$	$a_1$	$a_5$	$a_6$	$a_2$	$a_3$	$z_1$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_3$	$w_2$	$w_1$
$z_2$	$a_4$	$a_3$	$a_1$	$a_4$	$a_6$	$a_5$	$z_2$	$w_2$	$w_3$	$w_1$	$w_2$	$w_1$	$w_3$
$z_3$	$a_6$	$a_5$	$a_3$	$a_2$	$a_4$	$a_1$	$z_3$	$w_3$	$w_1$	$w_2$	$w_1$	$w_3$	$w_2$

## Двоичное кодирование исходного автомата

Входной алфавит:

	$x_1$	$x_2$
$z_1$	0	0
$z_2$	0	1
$z_3$	1	0

Выходной алфавит:

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

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

## Анализ переходов

Примем за начальное состояние  $a_1$ . Выберем закодированное входное слово, которое покрывает все переходы между состояниями:

00 01 01 01 01 10 10 10 00 01 01 00 10 00 00 00 10 10

Вычислим закодированное выходное слово, полученное в результате работы автомата:

00 10 00 01 01 00 00 10 10 10 00 00 01 10 01 01 10 01

## Таблицы переходов и выходов структурного автомата

$x_1x_2/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101
00	001	000	100	101	001	010
01	011	010	000	011	101	100
10	101	100	010	001	011	000

$x_1x_2/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101
00	00	01	10	10	01	00
01	01	10	00	01	00	10
10	10	00	01	00	10	01
	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$	$y_1y_2$

## ДНФ для выходных сигналов

По таблице выходов построим ДНФ для каждого выходного сигнала:

$$y_1 = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 = \\ = 2 \vee 3 \vee 9 \vee 13 \vee 16 \vee 20$$

$$y_2 = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 = \\ = 1 \vee 4 \vee 8 \vee 11 \vee 18 \vee 21$$

## Синтез автомата на D-триггерах

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

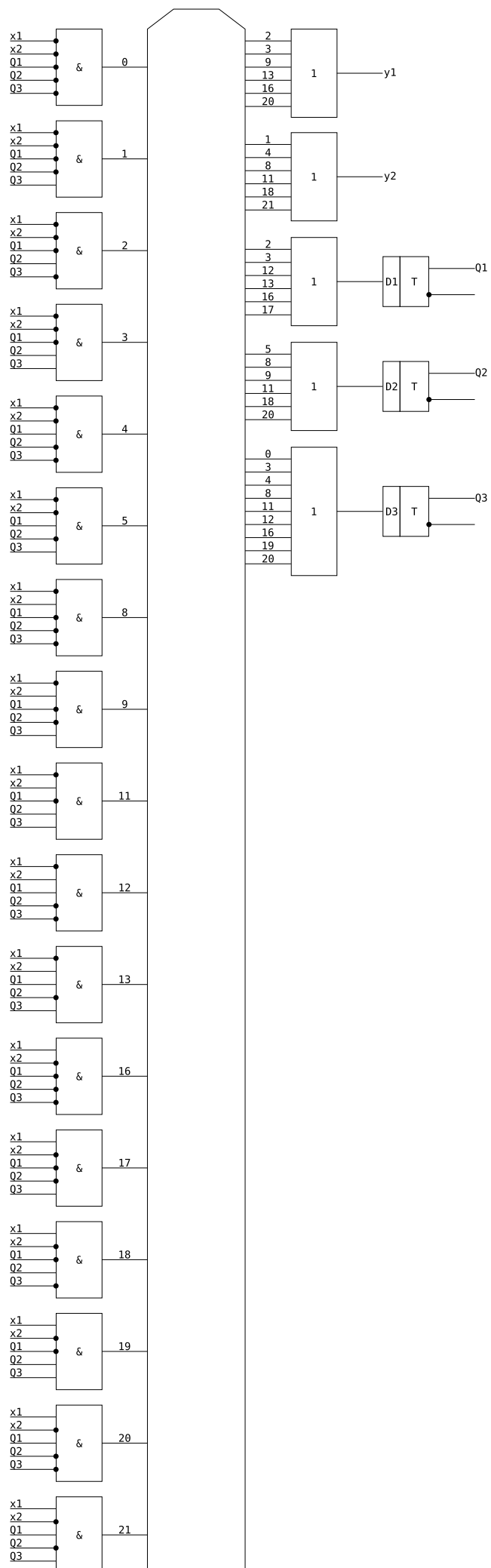
$x_1x_2/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101
00	001	000	100	101	001	010
01	011	010	000	011	101	100
10	101	100	010	001	011	000
	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$	$D_1D_2D_3$

$$D_1 = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 = \\ = 2 \vee 3 \vee 12 \vee 13 \vee 16 \vee 17$$

$$D_2 = \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 = \\ = 5 \vee 8 \vee 9 \vee 11 \vee 18 \vee 20$$

$$D_3 = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \\ \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 = \\ = 0 \vee 3 \vee 4 \vee 8 \vee 11 \vee 12 \vee 16 \vee 19 \vee 20$$

## Функциональная схема



## Проверка

Проверим правильность работы функциональной схемы:

Входное слово (пары  $x_1x_2$ ):

00 01 01 01 01 10 10 10 00 01 01 00 10 00 00 00 10 10

Выходное слово (пары  $y_1y_2$ ):

00 10 00 01 01 00 00 10 10 10 00 00 01 10 01 01 10 01

Выходное слово совпадает с ожидаемым (см. анализ переходов)

## Синтез автомата на Т-триггерах

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

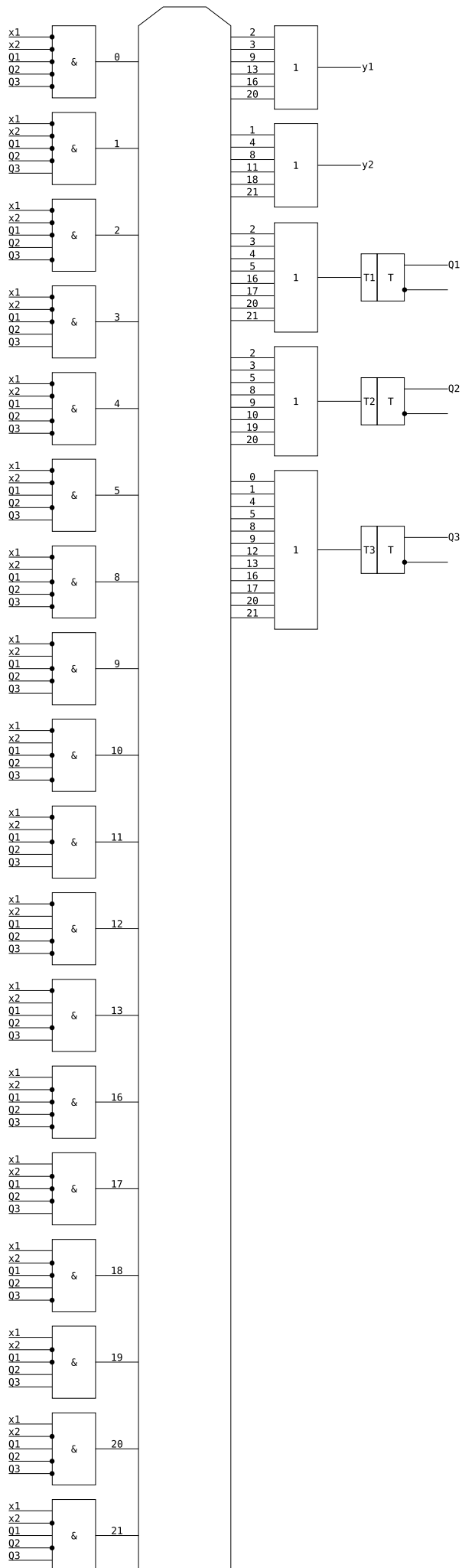
$x_1x_2/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101
00	001	001	110	110	101	111
01	011	011	010	000	001	001
10	101	101	000	010	111	101
	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$	$T_1T_2T_3$

$$\begin{aligned} T_1 &= \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \\ &\vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 = \\ &= 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 16 \vee 17 \vee 20 \vee 21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \\ &\vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 = \\ &= 2 \vee 3 \vee 5 \vee 8 \vee 9 \vee 10 \vee 19 \vee 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_3 &= \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \\ &\vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 = \\ &= 0 \vee 1 \vee 4 \vee 5 \vee 8 \vee 9 \vee 12 \vee 13 \vee 16 \vee 17 \vee 20 \vee 21 \end{aligned}$$

## Функциональная схема



## Проверка

Проверим правильность работы функциональной схемы:

Входное слово (пары  $x_1x_2$ ):

00 01 01 01 01 10 10 10 00 01 01 00 10 00 00 00 10 10

Выходное слово (пары  $y_1y_2$ ):

00 10 00 01 01 00 00 10 10 10 00 00 01 10 01 01 10 01

Выходное слово совпадает с ожидаемым (см. анализ переходов)

## Синтез автомата на RS-триггерах

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

$x_1x_2/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101
00	-0/-0/01	-0/-0/10	01/10/-0	01/10/0-	10/-0/01	10/01/10
01	-0/01/01	-0/01/10	-0/10/-0	-0/0-/0-	0-/0/01	0-/0/10
10	01/-0/01	01/-0/10	-0/0-/0-	-0/10/0-	10/01/01	10/-0/10
	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$	$R_1S_1/$ $R_2S_2/$ $R_3S_3$

$$R_1 = \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 = 4 \vee 5 \vee 20 \vee 21$$

$$S_1 = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 = 2 \vee 3 \vee 16 \vee 17$$

$$R_2 = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 = 2 \vee 3 \vee 10 \vee 19$$

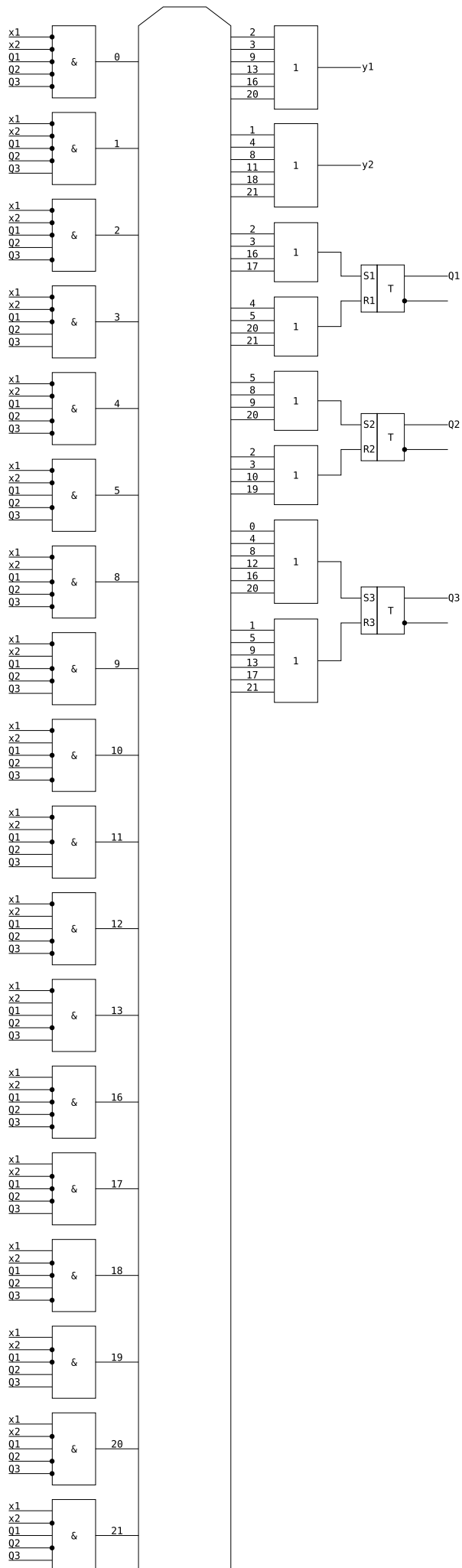
$$S_2 = \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 = 5 \vee 8 \vee 9 \vee 20$$

$$R_3 = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 = 1 \vee 5 \vee 9 \vee 13 \vee 17 \vee 21$$

$$S_3 = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 = 0 \vee 4 \vee 8 \vee 12 \vee 16 \vee 20$$

## Функциональная схема





## Проверка

Проверим правильность работы функциональной схемы:

Входное слово (пары  $x_1x_2$ ):

00 01 01 01 01 10 10 10 00 01 01 00 10 00 00 00 10 10

Выходное слово (пары  $y_1y_2$ ):

00 10 00 01 01 00 00 10 10 10 00 00 01 10 01 01 10 01

Выходное слово совпадает с ожидаемым (см. анализ переходов)

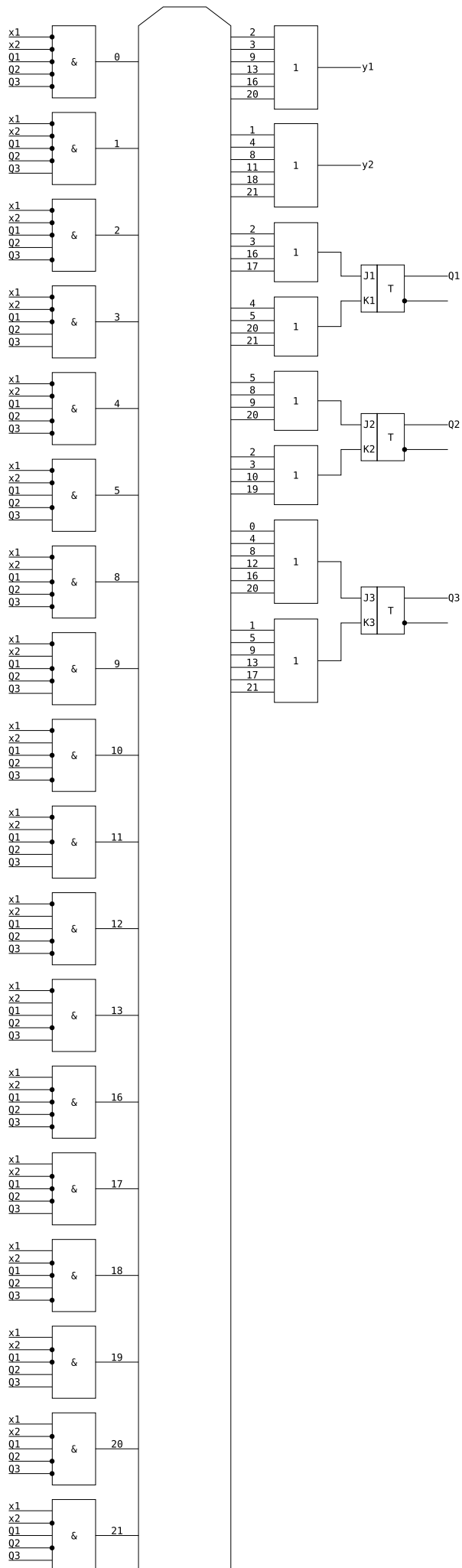
## Синтез автомата на JK-триггерах

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

$x_1x_2/Q_1Q_2Q_3$	000	001	010	011	100	101
00	0-/0-/1-	0-/0-/1-	1-/1/0-	1-/1/0-	-1/0/1-	-1/1/1-
01	0-/1/1-	0-/1/1-	0-/1/0-	0-/0/0-	-0/0/1-	-0/0/1-
10	1-/0/1-	1-/0/1-	0-/0/0-	0-/1/0-	-1/1/1-	-1/0/1-
	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$	$J_1K_1/$ $J_2K_2/$ $J_3K_3$

$$\begin{aligned}
 J_1 &= \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 = 2 \vee 3 \vee 16 \vee 17 \\
 K_1 &= \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 = 4 \vee 5 \vee 20 \vee 21 \\
 J_2 &= \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 = 5 \vee 8 \vee 9 \vee 20 \\
 K_2 &= \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1Q_2Q_3 = 2 \vee 3 \vee 10 \vee 19 \\
 J_3 &= \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3 = \\
 &= 0 \vee 4 \vee 8 \vee 12 \vee 16 \vee 20 \\
 K_3 &= \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee \bar{x}_1x_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3 \vee x_1\bar{x}_2Q_1\bar{Q}_2Q_3 = \\
 &= 1 \vee 5 \vee 9 \vee 13 \vee 17 \vee 21
 \end{aligned}$$

## Функциональная схема



## Проверка

Проверим правильность работы функциональной схемы:

Входное слово (пары  $x_1x_2$ ):

00 01 01 01 01 10 10 10 00 01 01 00 10 00 00 00 10 10

Выходное слово (пары  $y_1y_2$ ):

00 10 00 01 01 00 00 10 10 10 00 00 01 10 01 01 10 01

Выходное слово совпадает с ожидаемым (см. анализ переходов)

## Вывод

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