

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**  
**по дисциплине «Теория автоматов»**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Николаев Д.Е.

Репин С.А.

Санкт-Петербург  
2020

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Абстрактный синтез	3
2. Структурный синтез	6

## 1. АБСТРАКТНЫЙ СИНТЕЗ

Будем использовать следующие алфавиты:

$$\begin{aligned}A_{\text{вх}} &= \{0, 1, 2, 3, \$\} \\ B_{\text{вых}} &= \{0, 1, 2, 3, i\}\end{aligned}$$

Начнем с информативного дерева. Выпишем примеры работы автомата. Некоторые из них показаны в таблице:

Вход	Выход
0	i
1	i
2	i
3	i
\$	0
00	ii
...	
03	ii
...	
031	iii
...	
031\$	iii3
...	
21\$3	ii2i
...	
231\$	iii3
...	

На основе этих примеров построим информативное дерево. Ниже представлен общий вид такого дерева (для последовательности 231\$):

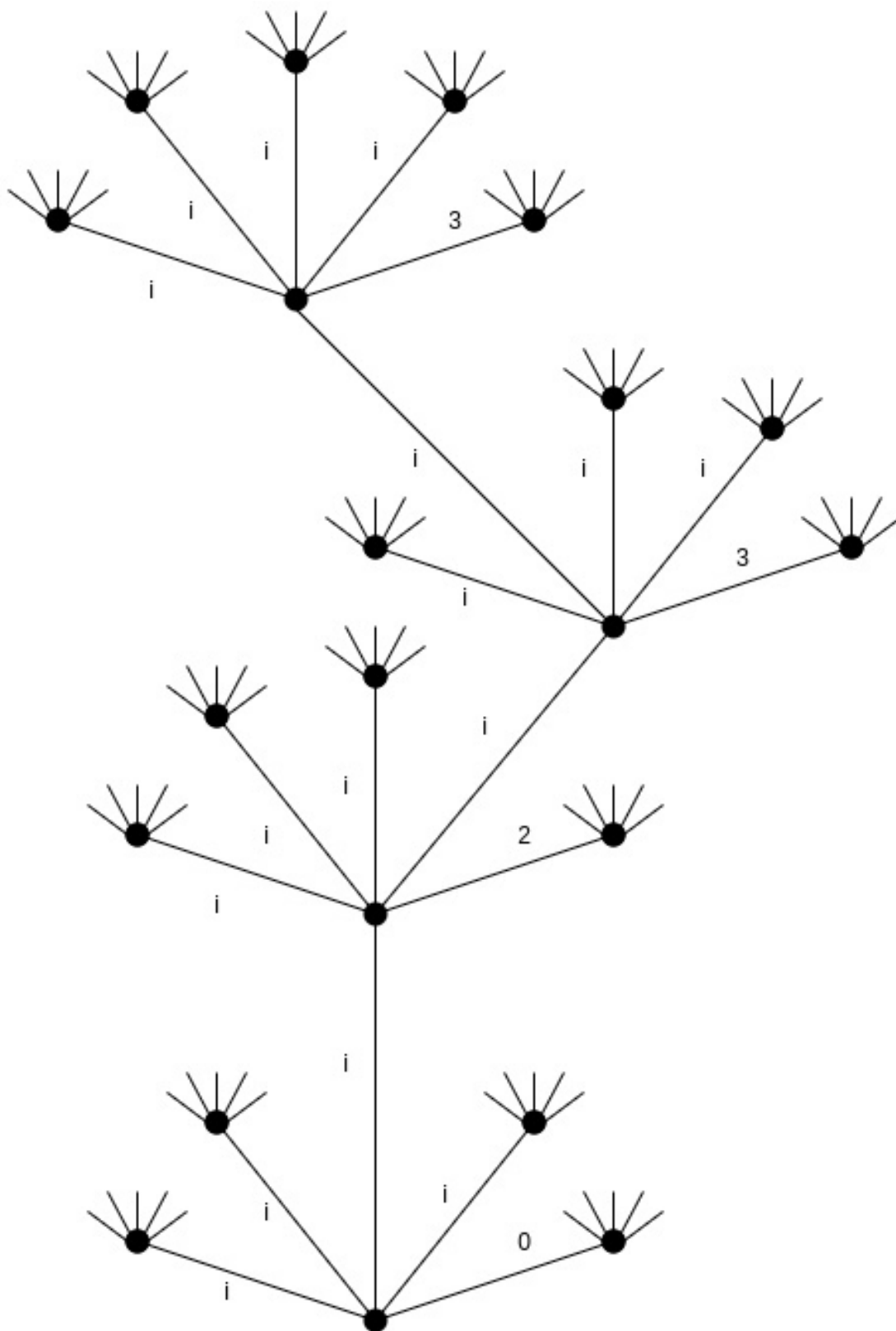
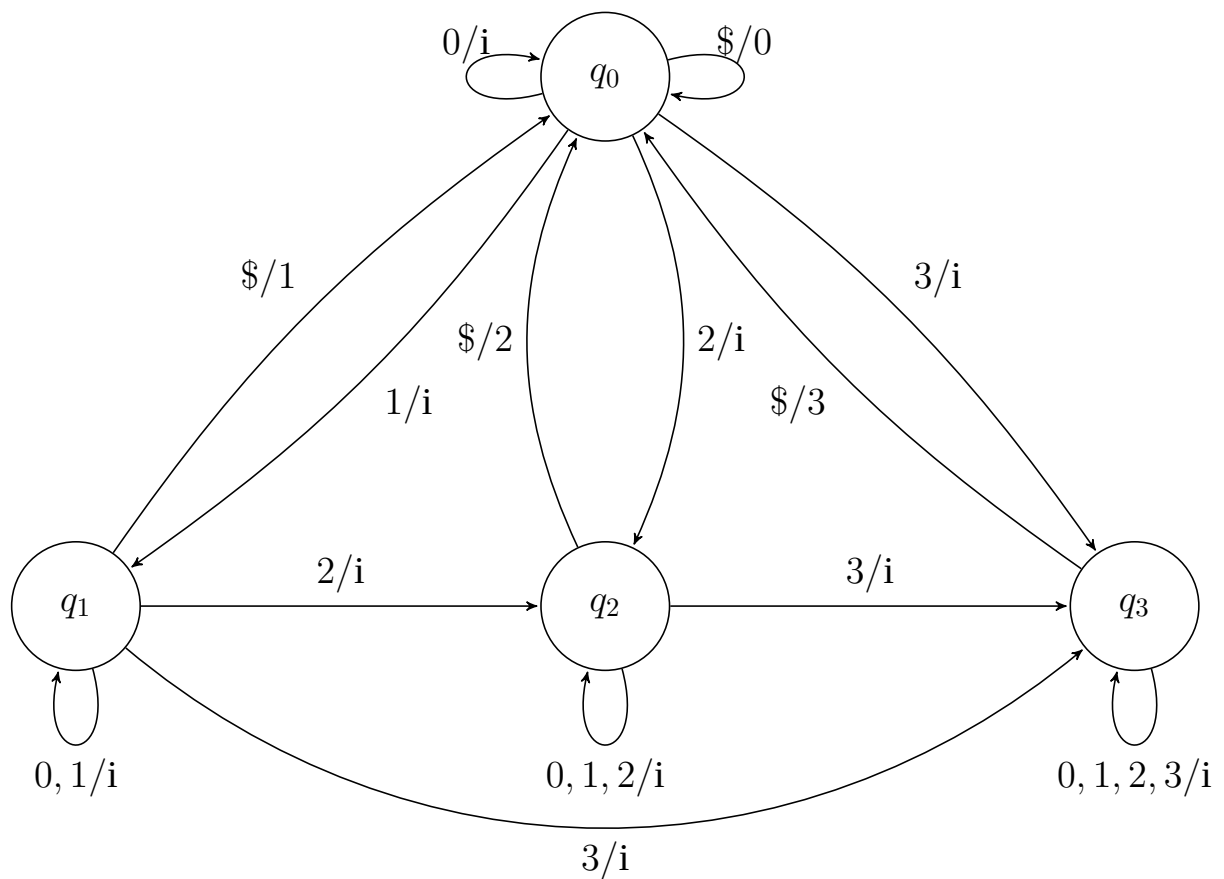


Рис. 1.1

Построим таблицу входов и выходов для автомата Мили:

	$q_0$	$q_1$	$q_2$	$q_3$
0	$q_0$ / i	$q_1$ / i	$q_2$ / i	$q_3$ / i
1	$q_1$ / i	$q_1$ / i	$q_2$ / i	$q_3$ / i
2	$q_2$ / i	$q_2$ / i	$q_2$ / i	$q_3$ / i
3	$q_3$ / i	$q_3$ / i	$q_3$ / i	$q_3$ / i
\$	$q_0$ / 0	$q_0$ / 1	$q_0$ / 2	$q_0$ / 3

В соответствии с таблицей составим диаграмму автомата:



Минимизируем автомат Мили. Для этого найдем все эквивалентные состояния:

$q_1$	×		
$q_2$	×	×	
$q_3$	×	×	×
	$q_0$	$q_1$	$q_2$

Из таблица видно, что в автомате отсутствуют эквивалентные состояния, то есть он уже минимален.

## 2. СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ

Проведем структурный синтез получившегося автомата Мили в базисе  $\{\wedge, \vee, \neg\}$  с использованием D-триггеров.

Закодируем входы и выходы двоичными числами:

Вход	$x_2x_1x_0$
0	000
1	001
2	010
3	011
\$	100

Выход	$y_2y_1y_0$
0	000
1	001
2	010
3	011
i	100

Закодируем состояния автомата методом, минимизирующим число переключений элементов памяти. Для этого сперва найдем вершину, имеющую наибольшую полустепень захода, а также построим таблицу, в ячейках которой запишем число ребер между  $q_i$  и  $q_j$ :

Выход	$x_2x_1x_0$
$q_0$	5
$q_1$	3
$q_2$	5
$q_3$	7

	$q_0$	$q_1$	$q_2$	$q_3$
$q_0$	2	2	2	2
$q_1$	2	1	1	1
$q_2$	2	2	3	1
$q_3$	2	1	1	4

Из таблица видно, что вершина, имеющая наибольшую полустепень —  $q_3$ :

$$q_3 \rightarrow 00$$

Состояние наиболее связанное с  $q_3$  —  $q_0$ :

$$q_0 \rightarrow 01$$

Состояние наиболее связанное с  $\{q_3, q_0\}$  —  $q_1$ :

Оставшиеся коды	$2d_{10} + 1 \cdot d_{31}$
10	5
11	4

$$q_1 \rightarrow 11$$

Оставшееся состояние —  $q_2$ :

$$q_2 \rightarrow 10$$

Построим таблицу входов и выходов для автомата Мили в соответствии с кодами выше:

	01	11	10	00
000	01 / 100	11 / 100	10 / 100	00 / 100
001	11 / 100	11 / 100	10 / 100	00 / 100
010	10 / 100	10 / 100	10 / 100	00 / 100
011	00 / 100	00 / 100	00 / 100	00 / 100
100	01 / 000	01 / 001	01 / 010	01 / 011

Теперь построим таблицу переходов и выходов:

Вх	$x_2$	$x_1$	$x_0$	$q_i$	$Q_1$	$Q_0$	Вых	$y_2$	$y_1$	$y_0$	$q'_i$	$Q'_1$	$Q'_0$	$D_1$	$D_0$
0	0	0	0	$q_3$	0	0	i	1	0	0	$q_0$	0	0	0	0
0	0	0	0	$q_0$	0	1	i	1	0	0	$q_1$	0	1	0	1
0	0	0	0	$q_2$	1	0	i	1	0	0	$q_2$	1	0	1	0
0	0	0	0	$q_1$	1	1	i	1	0	0	$q_3$	1	1	1	1
1	0	0	1	$q_3$	0	0	i	1	0	0	$q_0$	0	0	0	0
1	0	0	1	$q_0$	0	1	i	1	0	0	$q_1$	1	1	1	1
1	0	0	1	$q_2$	1	0	i	1	0	0	$q_2$	1	0	1	0
1	0	0	1	$q_1$	1	1	i	1	0	0	$q_3$	1	1	1	1
2	0	1	0	$q_3$	0	0	i	1	0	0	$q_0$	0	0	0	0
2	0	1	0	$q_0$	0	1	i	1	0	0	$q_1$	1	0	1	0
2	0	1	0	$q_2$	1	0	i	1	0	0	$q_2$	1	0	1	0
2	0	1	0	$q_1$	1	1	i	1	0	0	$q_3$	1	0	1	0
3	0	1	1	$q_3$	0	0	i	1	0	0	$q_0$	0	0	0	0
3	0	1	1	$q_0$	0	1	i	1	0	0	$q_1$	0	0	0	0
3	0	1	1	$q_2$	1	0	i	1	0	0	$q_2$	0	0	0	0
3	0	1	1	$q_1$	1	1	i	1	0	0	$q_3$	0	0	0	0
\$	1	0	0	$q_3$	0	0	3	0	1	1	$q_0$	0	1	0	1
\$	1	0	0	$q_0$	0	1	0	0	0	0	$q_0$	0	1	0	1
\$	1	0	0	$q_2$	1	0	2	0	1	0	$q_0$	0	1	0	1
\$	1	0	0	$q_1$	1	1	1	0	0	1	$q_0$	0	1	0	1
-	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
...															
-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Проведем минимизацию полученных СДНФ с помощью карт Карно.



	00	01	11	10
000	1	1	1	1
001	1	1	1	1
011	1	1	1	1
010	1	1	1	1
110	-	-	-	-
111	-	-	-	-
101	-	-	-	-
100	0	0	0	0

	00	01	11	10
000	0	0	0	0
001	0	0	0	0
011	0	0	0	0
010	0	0	0	0
110	-	-	-	-
111	-	-	-	-
101	-	-	-	-
100	1	0	0	1

	00	01	11	10
000	0	0	0	0
001	0	0	0	0
011	0	0	0	0
010	0	0	0	0
110	-	-	-	-
111	-	-	-	-
101	-	-	-	-
100	1	0	1	0

(a)  $y_2$ (b)  $y_1$ (c)  $y_0$ 

	00	01	11	10
000	0	0	1	1
001	0	1	1	1
011	0	0	0	0
010	0	1	1	1
110	-	-	-	-
111	-	-	-	-
101	-	-	-	-
100	0	0	0	0

	00	01	11	10
000	0	1	1	0
001	0	1	1	0
011	0	0	0	0
010	0	0	0	0
110	-	-	-	-
111	-	-	-	-
101	-	-	-	-
100	1	1	1	1

(d)  $D_1$ (e)  $D_0$ 

Итоговая система логических уравнений:

$$D_0 = Q_0 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_2$$

$$D_1 = Q_1 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee Q_0 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 \vee Q_0 x_1 \bar{x}_0 \vee Q_1 x_1 \bar{x}_0$$

$$y_0 = \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 x_2 \vee Q_1 Q_0 x_2$$

$$y_1 = \bar{Q}_0 x_2$$

$$y_2 = \bar{x}_2$$

На основе этой системы можно построить логическую схему устройства (обратите внимание на сигнал CLEAR — он необходим для установки схемы

в начальное состояние, то есть начиная работу, надо установить CLEAR, совершить один такт с помощью CLC, а затем убрать CLEAR):

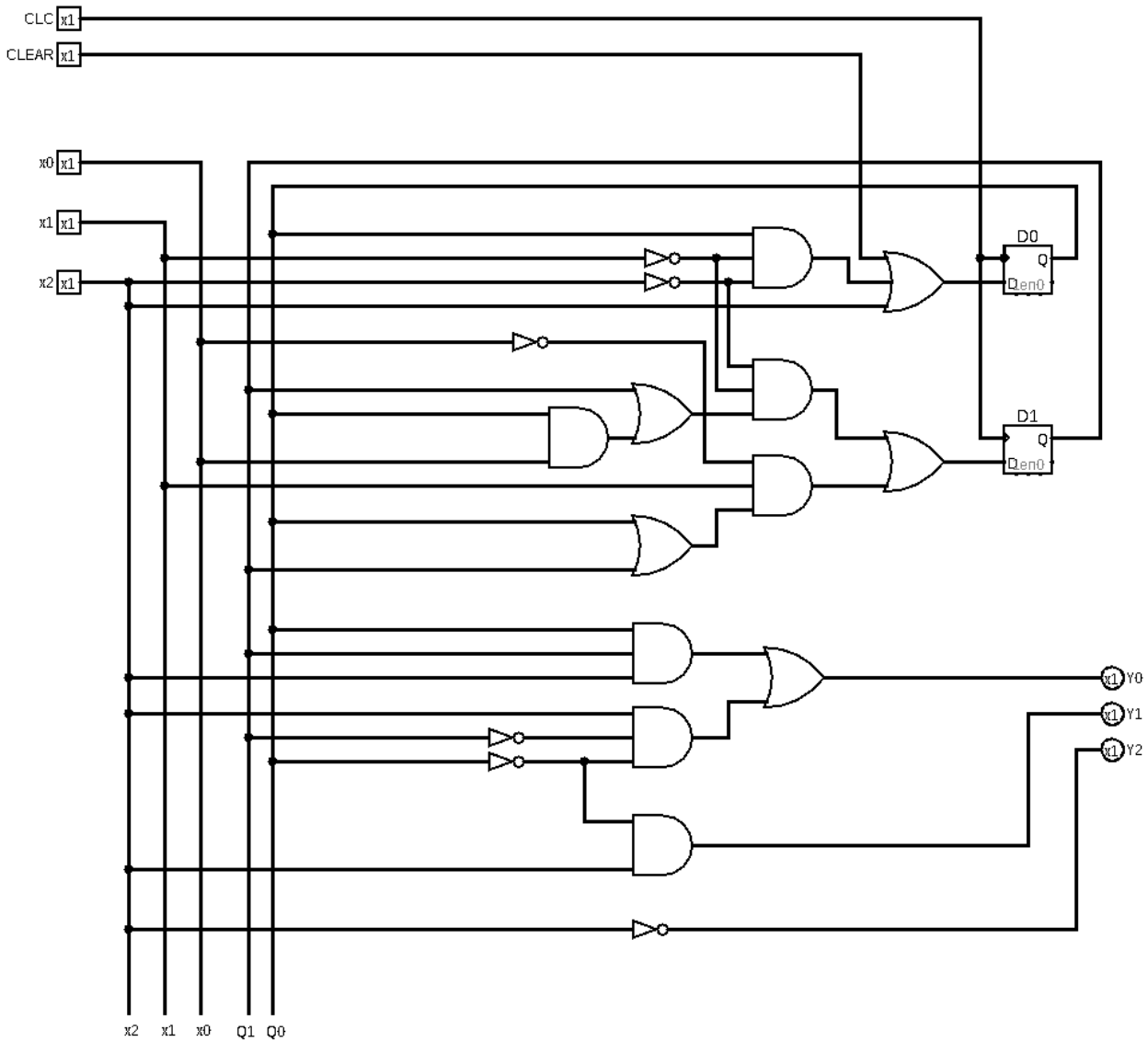


Рис. 2.1

Используя схему выполним тестирование автомата на последовательностях 231\$ и 111\$:

Вход	$Q_1$	$Q_0$	Выход	$D_1$	$D_0$
2	0	1	i	1	0
3	1	0	i	0	0
1	0	0	i	0	0
\$	0	0	3	0	1

Вход	$Q_1$	$Q_0$	Выход	$D_1$	$D_0$
1	0	1	i	1	1
1	1	1	i	1	1
1	1	1	i	1	1
\$	1	1	1	0	1