



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МИРЭА - Российский технологический университет»

**РТУ МИРЭА**

---

Институт радиоэлектроники и информатике  
Кафедра геоинформационных систем

**ОТЧЕТ  
ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 11**

*Синтез четырехразрядного счетчика с параллельным переносом между  
разрядами двумя способами*  
**по дисциплине  
«ИНФОРМАТИКА»**

Выполнил студент группы ИКБО-74-23

*Зернов Н.А.*

Принял ассистент кафедры ГИС

*Корчемная А.И.*

Практическая  
работа выполнена

«7» декабря 2023 г.

\_\_\_\_\_

«Зачтено»

«\_\_» декабря 2023 г.

\_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ .....	3
2 ТАБЛИЦА ПЕРЕХОДОВ СЧЁТЧИКА.....	4
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРИГГЕРАМИ (ПРИ ПОМОЩИ КАРТ КАРНО).....	5
3.1 Карты Карно для функции $Q_3(t+1)$ .....	5
3.2 Карты Карно для функции $Q_2(t+1)$ .....	7
3.3 Карты Карно для функции $Q_1(t+1)$ .....	9
3.4 Карты Карно для функции $Q_0(t+1)$ .....	11
4 РЕАЛИЗАЦИЯ СЧЁТЧИКА С ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ.....	13
5 РЕАЛИЗАЦИЯ СЧЁТЧИКА НА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ КОДОВ .....	14
6 ВЫВОД.....	15
7 ВЫВОД.....	16

## 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Разработать счетчик с параллельным переносом на D-триггерах двумя способами:

- с оптимальной схемой управления, выполненной на логических элементах общего базиса;
- со схемой управления, реализованной на преобразователе кодов (быстрая реализация, но не оптимальная схема).

В качестве исходных данных использовать индикатор CNT лабораторного комплекса, на котором слева направо отображены:

- направление счета (0 — сложение, 1 — вычитание);
- максимальное значение счетчика (не путать с модулем счета);
- шаг счета.

Протестировать работу схемы и убедиться в ее правильности.

## 2 ТАБЛИЦА ПЕРЕХОДОВ СЧЁТЧИКА

В соответствии с персональным вариантом данные имеют следующий вид:

CNT=1D6.

Из этого следует, что направление счётчика – сумма, максимальное значение счётчика – D(13), шаг счёта – B(11).

По исходным данным построим таблицу переходов состояния счётчика(табл.1).

Таблица 1 - Таблица переходов счётчика.

$Q_3(t)$	$Q_2(t)$	$Q_1(t)$	$Q_0(t)$	$Q_3(t+1)$	$Q_2(t+1)$	$Q_1(t+1)$	$Q_0(t+1)$
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	*	*	*	*
1	1	1	1	*	*	*	*

Таблица переходов является частично определённой: состояния от 1110 до 1111, согласно исходным данным, возникать не должны, поэтому очередные состояния для функций  $Q_i(t+1)$  для этих случаев мы можем интерпретировать как нам удобно в целях минимизации управляющей логики.

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРИГГЕРАМИ (ПРИ ПОМОЩИ КАРТ КАРНО)

#### 3.1 Карты Карно для функции $Q_3(t+1)$

Построим карты Карно для МДНФ (рис.1) и МКНФ (рис.2) функции  $Q_3(t+1)$ . Оценим сложность минимальных форм, которые для неё получаются, по количеству переменных, входящих в них, и выберем оптимальную форму.

$Q_1(t) \backslash Q_0(t)$ $Q_3(t) \backslash Q_2(t)$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00					
01			1	1	1
11				*	*
10		1	1		1

Рисунок 1 – Карта Карно для МДНФ функции  $Q_3(t+1)$

$Q_1(t) \backslash Q_0(t)$ $Q_3(t) \backslash Q_2(t)$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00		0	0	0	0
01		0			
11		0	0	*	*
10				0	

Рисунок 2 – Карта Карно для МКНФ функции  $Q_3(t+1)$

Оценим сложность МДНФ и МКНФ. Вычислим, что при построении МДНФ потребуется 11 переменных, а для МКНФ - 10, следовательно, разумнее составлять формул по МКНФ (формула 1).

$$F_{\text{МКНФ}} = (\overline{Q_3(t)} + \overline{Q_2(t)}) * (Q_3(t) + Q_2(t)) * (\overline{Q_3(t)} + \overline{Q_1(t)} + \overline{Q_0(t)}) * \\ * (\overline{Q_2(t)} + Q_1(t) + Q_0(t)) \quad (1)$$

### 3.2 Карты Карно для функции $Q_2(t+1)$

Построим карты Карно для МДНФ (рис.3) и МКНФ (рис.4) функции  $Q_2(t+1)$ . Оценим сложность минимальных форм, которые для неё получаются, по количеству переменных, входящих в них, и выберем оптимальную форму.

<div> <div><math>Q_1(t)</math></div> <div><math>Q_0(t)</math></div> <div><math>Q_3(t)</math></div> <div><math>Q_2(t)</math></div> </div>		00	01	11	10
		00	1	1	1
01		1			
11				*	*
10			1		1

Рисунок 3 – Карта Карно для МДНФ функции  $Q_2(t+1)$

<div> <div><math>Q_1(t)</math></div> <div><math>Q_0(t)</math></div> <div><math>Q_3(t)</math></div> <div><math>Q_2(t)</math></div> </div>		00	01	11	10
		0			
01			0	0	0
11		0	0	*	*
10		0		0	

Рисунок 4 – Карта Карно для МКНФ функции  $Q_2(t+1)$

Оценим сложность МДНФ и МКНФ. Вычислим, что при построении МДНФ потребуется 13 переменных, а для МКНФ - тоже 13. Для удобства составим формул по МДНФ (формула 2).

$$\begin{aligned}
 F_{\text{МДНФ}} = & \overline{Q_2(t)} * Q_1(t) * \overline{Q_0(t)} + \overline{Q_3(t)} * \overline{Q_2(t)} * Q_1(t) + \overline{Q_2(t)} * \overline{Q_1(t)} * Q_0(t) + \\
 & + \overline{Q_3(t)} * Q_2(t) * \overline{Q_1(t)} * \overline{Q_0(t)}
 \end{aligned} \tag{2}$$



### 3.3 Карты Карно для функции $Q_1(t+1)$

Построим карты Карно для МДНФ (рис.5) и МКНФ (рис.6) функции  $Q_1(t+1)$ . Оценим сложность минимальных форм, которые для неё получаются, по количеству переменных, входящих в них, и выберем оптимальную форму.

$Q_1(t) \backslash Q_0(t)$					
		$Q_3(t) \backslash Q_2(t)$	00	01	11
00	1			1	
01	1			1	
11		1	*	*	
10	1				

Рисунок 5 – Карта Карно для МДНФ функции  $Q_1(t+1)$

$Q_1(t) \backslash Q_0(t)$					
		$Q_3(t) \backslash Q_2(t)$	00	01	11
00			0		0
01			0		0
11		0		*	*
10			0	0	0

Рисунок 6 – Карта Карно для МКНФ функции  $Q_1(t+1)$

Оценим сложность МДНФ и МКНФ. Вычислим, что при построении МДНФ потребуется 12 переменная, а для МКНФ тоже 11. Для удобства составим формул по МКНФ (формула 3).

$$F_{\text{МКНФ}} = \left( \overline{Q_1(t)} + Q_0(t) \right) * \left( \overline{Q_3(t)} + Q_2(t) + \overline{Q_0(t)} \right) * \\ * \left( \overline{Q_3(t)} + \overline{Q_2(t)} + Q_0(t) \right) * (Q_3(t) + Q_1(t) + \overline{Q_0(t)}) \quad (3)$$

### 3.4 Карты Карно для функции $Q_0(t+1)$

Построим карты Карно для МДНФ (рис.7) и МКНФ (рис.8) функции  $Q_0(t+1)$ . Оценим сложность минимальных форм, которые для неё получаются, по количеству переменных, входящих в них, и выберем оптимальную форму.

<div> <div><math>Q_1(t)</math></div> <div><math>Q_0(t)</math></div> </div> <div> <div><math>Q_3(t)</math></div> <div><math>Q_2(t)</math></div> </div>		00	01	11	10
		00	01	11	10
00		1			1
01		1			1
11		1		*	*
10		1			1

Рисунок 7 – Карта Карно для МДНФ функции  $Q_0(t+1)$

<div> <div><math>Q_1(t)</math></div> <div><math>Q_0(t)</math></div> </div> <div> <div><math>Q_3(t)</math></div> <div><math>Q_2(t)</math></div> </div>		00	01	11	10
		00	01	11	10
00			0	0	
01			0	0	
11			0	*	*
10			0	0	

Рисунок 8 – Карта Карно для МКНФ функции  $Q_0(t+1)$

Оценим сложность МДНФ и МКНФ. Вычислим, что при построении МДНФ потребуется 1 переменная, а для МКНФ тоже 1. Для удобства составим формул по МДНФ (формула 4).

$$F_{\text{МДНФ}} = \overline{Q_0(t)} \quad (4)$$

## 4 РЕАЛИЗАЦИЯ СЧЁТЧИКА С ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Построим схему управления для триггеров счётчика в лабораторном комплексе при помощи полученных формул (рис. 9).

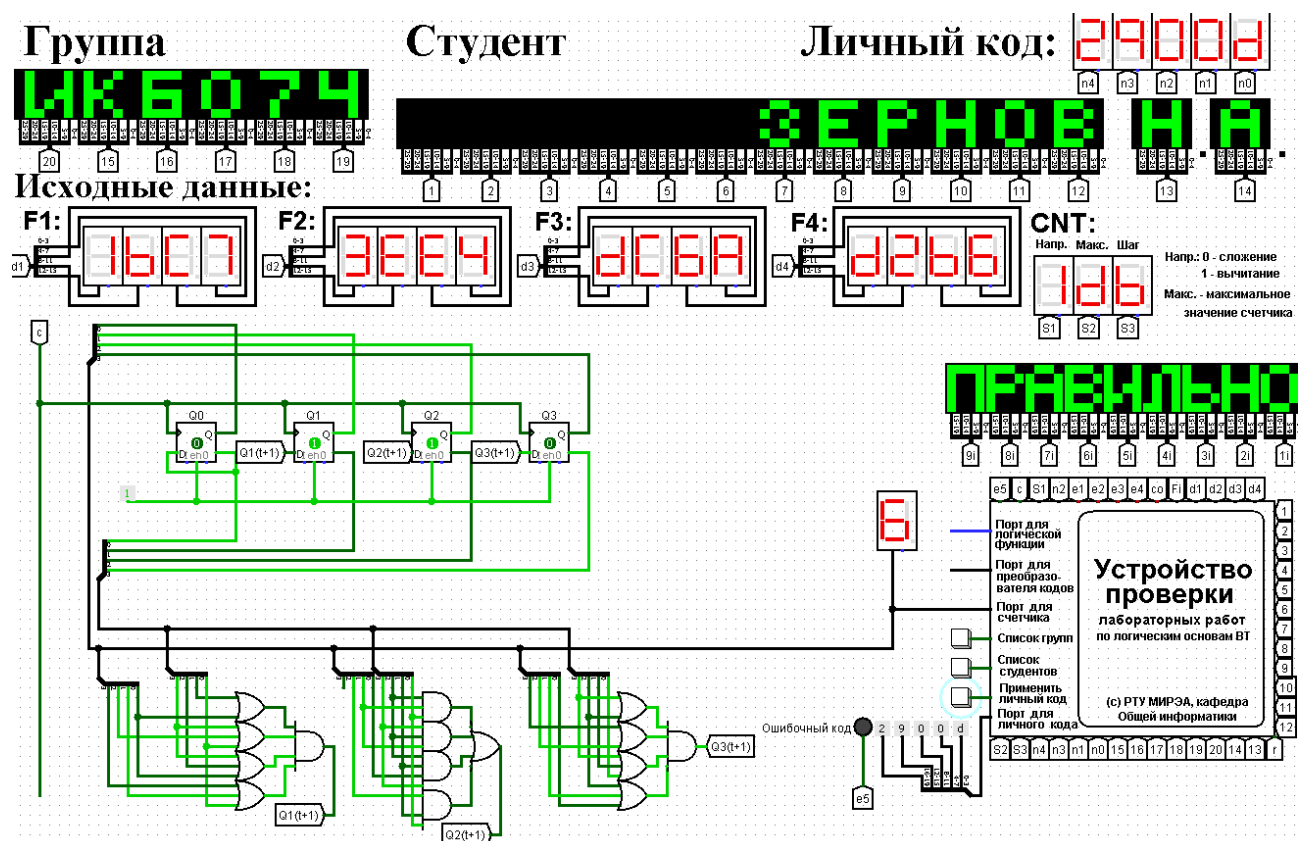


Рисунок 9 – Схема управления для триггеров счётчика

## 5 РЕАЛИЗАЦИЯ СЧЁТЧИКА НА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ КОДОВ

Выполним быструю реализацию счётчика при помощи преобразователя кодов в качестве схемы управления триггерами.

Здесь не требуется никакая минимизация, так как необходимо по таблице переходов правильно соединить выходы дешифратора со входами шифратора.

Построим схему счётчика, основываясь на таблице 1 (рис. 10).

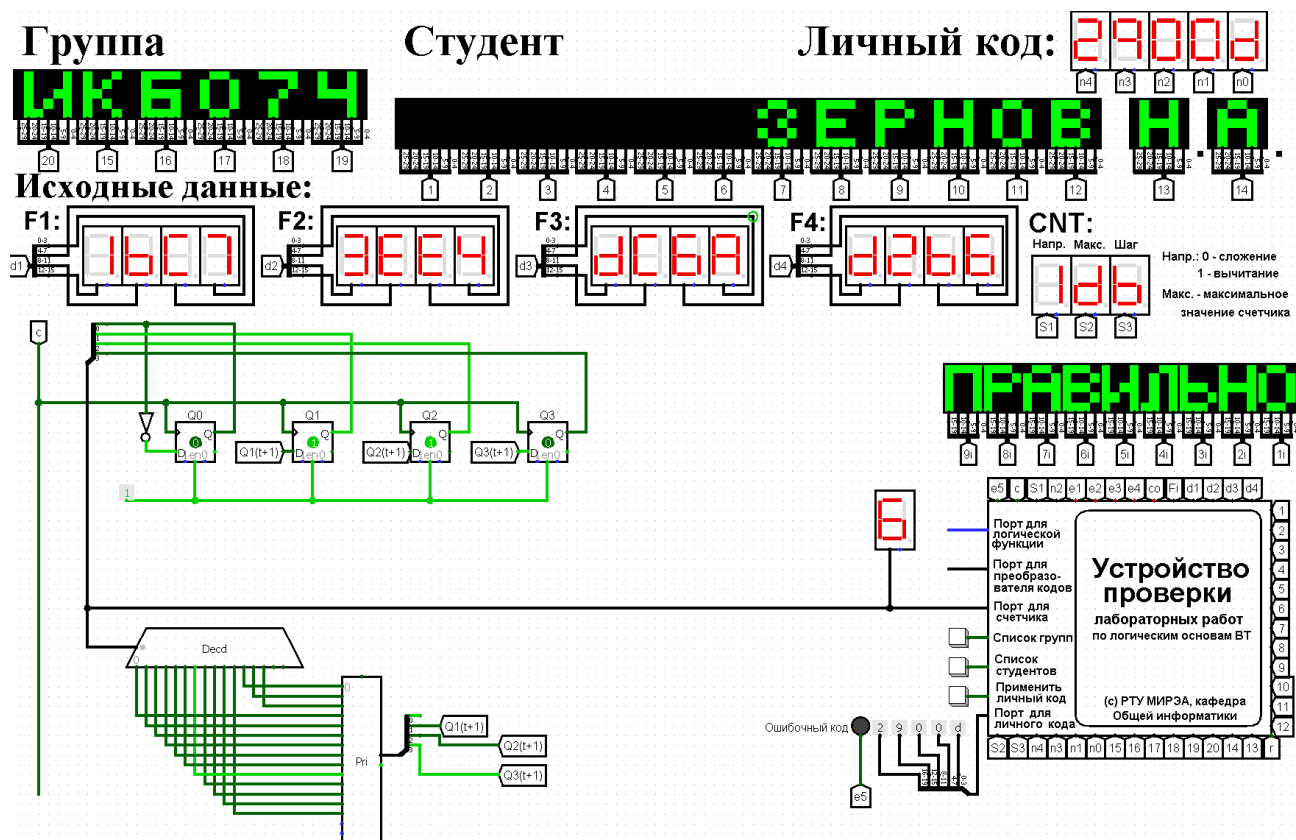


Рисунок 10 – Схема счётчика, выполненный на преобразователе кодов

## 6 ВЫВОД

В ходе выполнения практической работы были выполнены следующие задачи:

- Построена таблица переходов счётчика
- Построены карты Карно и составлены формулы для каждой из функций
- Реализован счётчик с параллельным переносом на D-триггерах с оптимальной схемой управления, выполненной на логических элементах общего базиса,
- Реализован счётчик с параллельным переносом на D-триггерах со схемой управления, реализованной на преобразователе кодов,

Таким образом, главную цель практической работы, а именно построение карт Карно и составление формул, реализация в лабораторном комплексе счётчиков с параллельным переносом на D-триггерах двумя способами, можно считать выполненной.

## **7 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ**

1. Информатика: Методические указания по выполнению практических работ / С.С. Смирнов, Д.А. Карпов – М., РТУ МИРЭА – Российский технологический университет, 2020. – 102 с..

2. Лекции по информатике – Смирнов С.С. РТУ МИРЭА. 2023