



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

**РТУ МИРЭА**

Институт радиоэлектроники и автоматики  
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-10-23*

*Враженко Д.О.*

Принял  
*доцент кафедры ГИС, к.т.н.*

*Воронов Г.Б.*

Практическая  
работа выполнена

«\_\_»\_\_\_\_\_2023 г.

\_\_\_\_\_

«Зачтено»

«\_\_»\_\_\_\_\_2023 г.

\_\_\_\_\_

Москва 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.....	3
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ.....	4
2.1 Составление таблицы переходов счетчика.....	4
2.2 Минимизация $Q_3(t+1)$ .....	5
2.3 Минимизация $Q_2(t+1)$ .....	6
2.4 Минимизация $Q_1(t+1)$ .....	7
2.5 Минимизация $Q_0(t+1)$ .....	9
2.6 Схема счетчика.....	10
3 ВЫВОДЫ.....	12
4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	13

## 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).

Протестировать работу схемы и убедиться в ее правильности. Подготовить отчет о проделанной работе и защитить ее.

Личный вариант:  $CNT = 1E2_{16}$ .

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ

### 2.1 Составление таблицы переходов счетчика

Исходные данные ( $CNT = 1E2$ ) необходимо расшифровать:

- направление счета – вычитание;
- максимальное значение счетчика –  $e$  (14 в десятичной системе);
- шаг счета – 2.

По исходным данным восстановим таблицу переходов счетчика, смотри табл. 1.

Таблица 1 — Таблица переходов счетчика

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

Таблица переходов является частично определенной: состояния 1111, согласно исходным данным, возникать никогда не должны, поэтому очередное состояние  $Q(t+1)$  для этих случаев мы можем интерпретировать как нам удобно в целях минимизации управляющей логики.

Рассматриваем столбцы  $Q_i(t+1)$  как самостоятельные функции от четырех переменных и проводим их минимизацию.

## 2.2 Минимизация $Q_3(t+1)$

Для оценки сложности минимальных форм, которые получаются для функции  $Q_3(t+1)$ , составлю карты Карно и посчитаю количество переменных, входящих в них. Затем выберу оптимальную.

На рис. 1 показана 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	1	1		
	01				
	11	1	1	*	1
	10			1	1

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

На рис. 2 показана карта Карно для МКНФ функции  $Q_3(t+1)$

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

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

В моём случае МДНФ  $Q_3(t+1)$  записывается при помощи  $2+2+3=7$  переменных или их отрицаний, а МКНФ  $Q_3(t+1)$  записывается при помощи  $2+2+3=7$  переменных или их отрицаний. Значит, мне всё равно, какую минимальную форму взять.

Формула МДНФ для  $Q_3(t+1)$  (1).

$$Q_3(t+1)_{\text{МДНФ}} = Q_2(t) \cdot Q_3(t) + Q_1(t) \cdot Q_3(t) + \overline{Q_1(t)} \cdot \overline{Q_2(t)} \cdot \overline{Q_3(t)} \quad (1)$$

### 2.3 Минимизация $Q_2(t+1)$

Для оценки сложности минимальных форм, которые получаются для функции  $Q_2(t+1)$ , составлю карты Карно и посчитаю количество переменных, входящих в них. Затем выберу оптимальную.

На рис. 3 показана 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>					
		$Q_3(t)$	$Q_2(t)$		
		00	01	11	10
00		1	1		
01				1	1
11				*	1
10		1	1		

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

На рис. 4 показана карта Карно для МКНФ функции  $Q_2(t+1)$

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

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

В моём случае МДНФ  $Q_2(t+1)$  записывается при помощи  $2+2=4$  переменных или их отрицаний, а МКНФ  $Q_2(t+1)$  записывается при помощи  $2+2=4$  переменных или их отрицаний. Значит, мне всё равно, какую минимальную форму взять.

Формула МДНФ для  $Q_2(t+1)$  (2).

$$Q_2(t+1)_{\text{МДНФ}} = \overline{Q_1(t)} \cdot \overline{Q_2(t)} + Q_1(t) \cdot Q_2(t) \quad (2)$$

## 2.4 Минимизация $Q_1(t+1)$

Для оценки сложности минимальных форм, которые получаются для функции  $Q_1(t+1)$ , составлю карты Карно и посчитаю количество переменных, входящих в них. Затем выберу оптимальную.

На рис. 5 показана карта Карно для МДНФ функции  $Q_1(t+1)$

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

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

На рис. 6 показана карта Карно для МКНФ функции  $Q_1(t+1)$

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

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

В моём случае МДНФ  $Q_1(t+1)$  записывается при помощи  $2+2+2=6$  переменных или их отрицаний, а МКНФ  $Q_1(t+1)$  записывается при помощи  $1+3=4$  переменных или их отрицаний. Значит, МКНФ для  $Q_1(t+1)$  строить выгоднее, чем МДНФ.

Формула МКНФ для  $Q_1(t+1)$  (3).

$$Q_1(t+1)_{\text{МКНФ}} = \overline{Q_1(t)} \cdot (Q_0(t) + Q_2(t) + Q_3(t)) \quad (3)$$



## 2.5 Минимизация $Q_0(t+1)$

Для оценки сложности минимальных форм, которые получаются для функции  $Q_0(t+1)$ , составлю карты Карно и посчитаю количество переменных, входящих в них. Затем выберу оптимальную.

На рис. 7 показана карта Карно для МДНФ функции  $Q_0(t+1)$

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

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

На рис. 8 показана карта Карно для МКНФ функции  $Q_0(t+1)$

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

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

В моём случае МДНФ  $Q_0(t+1)$  записывается при помощи  $2+2+2+4=10$  переменных или их отрицаний, а МКНФ  $Q_0(t+1)$  записывается при помощи

$2+2+2+4=10$  переменных или их отрицаний. Значит, мне всё равно, какую минимальную форму взять.

Формула МДНФ для  $Q_0(t+1)$  (4).

$$Q_0(t+1)_{\text{МДНФ}} = Q_0 \cdot Q_1 + Q_0 \cdot Q_2 + Q_0 \cdot Q_3 + \overline{Q_0} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_3} \quad (4)$$

## 2.6 Схема счетчика

При помощи полученных формул выполню реализацию схем управления для триггеров счетчика на рис. 9.

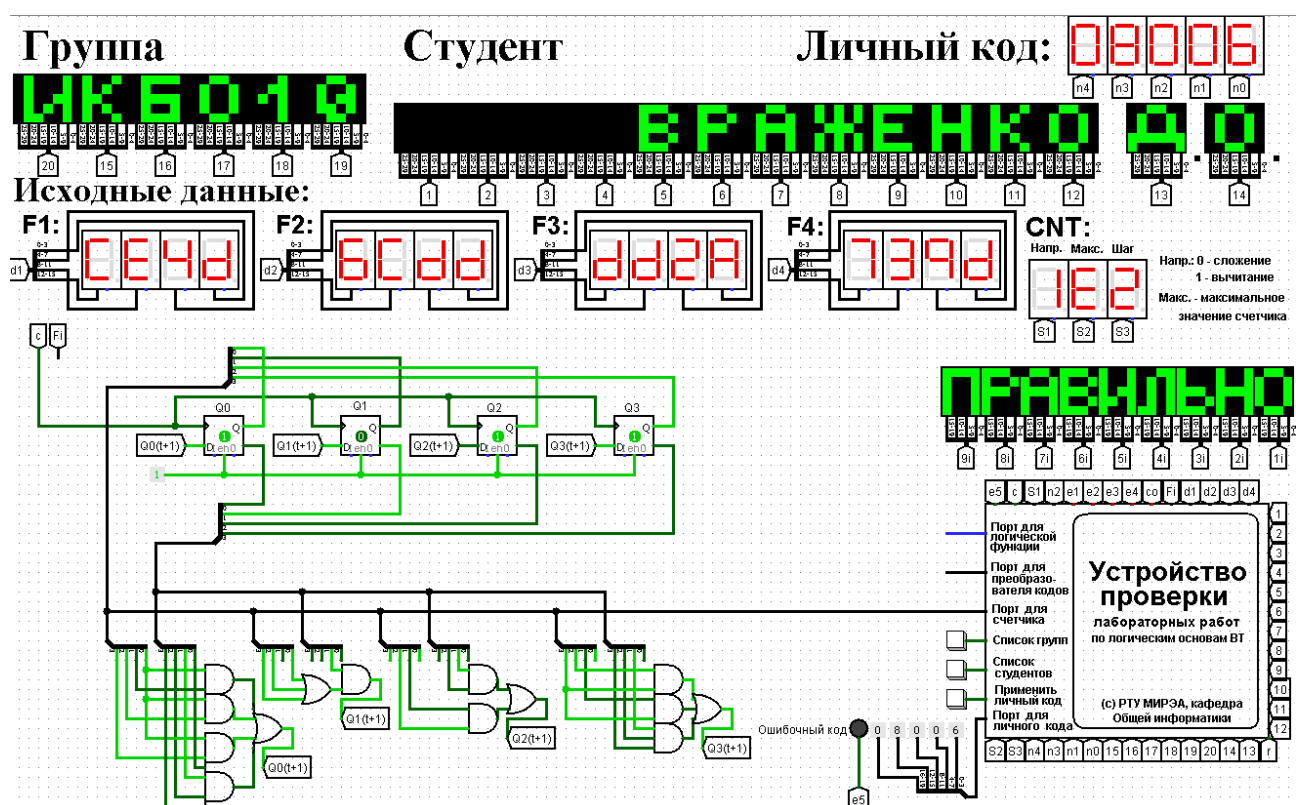


Рисунок 9 – Схема счетчика с подключением к устройству проверки

Тестирование показало, что схема работает правильно.

Схема счетчика, выполненная с помощью преобразователя кодов в качестве схемы управления триггерами, представлена на рис. 10.

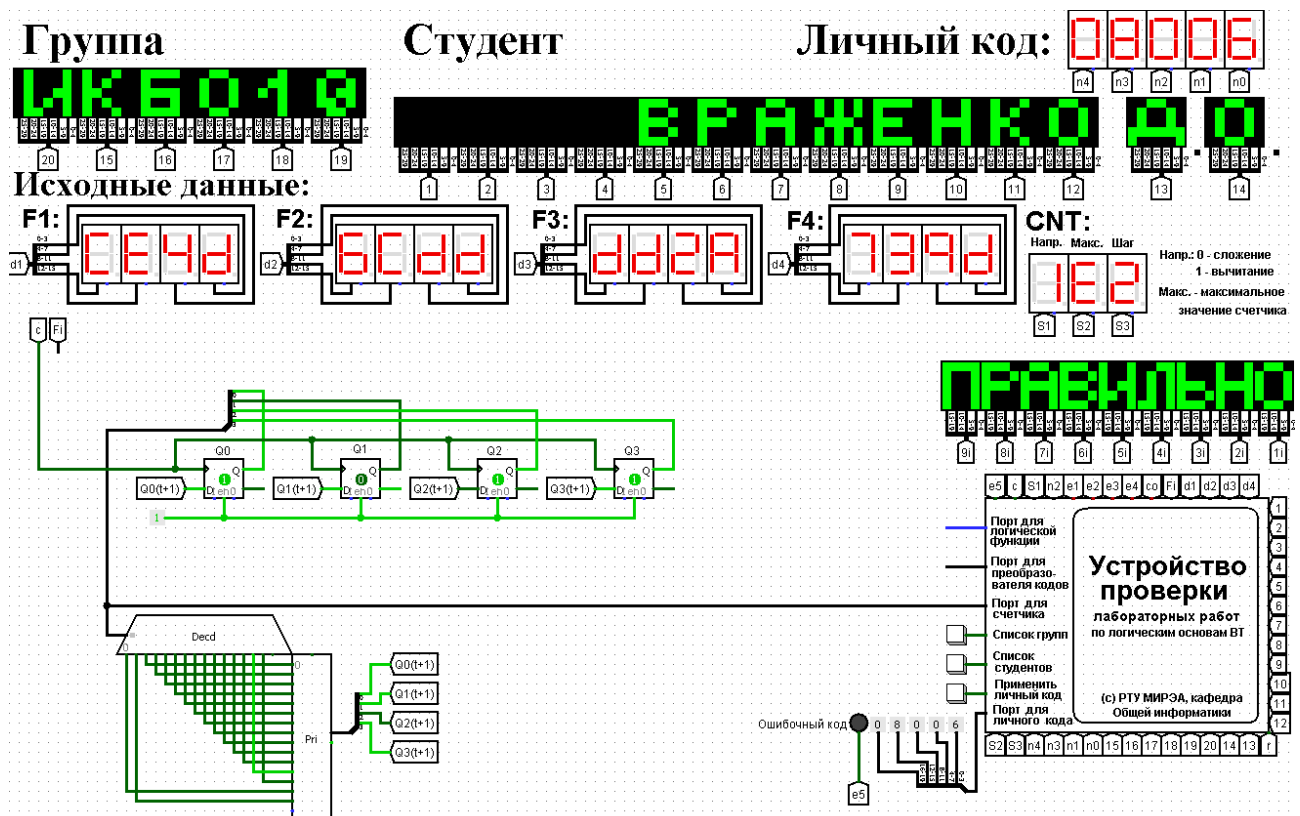


Рисунок 10 – Счетчик со схемой управления, выполненной на преобразователе кодов

Тестирование показало, что схема работает правильно.

### 3 ВЫВОДЫ

В ходе выполнения практической работы был разработан 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).

Протестирована работа схемы. Тестирование показало, что схемы работают правильно. Подготовлен отчет о проделанной работе.

#### **4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ**

1. Информатика: Методические указания по выполнению практических работ / С.С. Смирнов, Д.А. Карпов — М., МИРЭА — Российский технологический университет, 2020. — 102 с. [70-78]
2. Воронов Г.Б. Информатика: Лекции по информатике / Г.Б. Воронов — М., МИРЭА — Российский технологический университет, 2023.
3. Документация Logisim [Электронный ресурс] — URL: <http://www.cburch.com/logisim/ru/docs.html> (дата обращения 07.10.2023).