



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

---

Институт кибернетики  
Кафедра общей информатики

**ОТЧЕТ**  
**ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №11**  
**«Синтез четырехразрядного счетчика с параллельным**  
**переносом между разрядами двумя способами»**  
**по дисциплине**  
**«ИНФОРМАТИКА»**

Выполнил студент группы ИКБО-29-20

Хан А.А

Принял  
Доцент, к.т.н.

Норица В.М.

Практическая  
работа выполнена

«\_\_»\_\_\_\_\_2020 г.

«Зачтено»

«\_\_»\_\_\_\_\_2020 г.

Москва 2020

## Содержание

1. Постановка задачи и персональный вариант.....	3
2. Таблица переходов истинности.....	4
3. Проектирование оптимальных схем управления триггерами (через минимизацию при помощи карт Карно) .....	5
4. Реализация счетчика с оптимальной схемой управления.....	12
5. Реализация счетчика на преобразователей кодов. ....	13
ВЫВОДЫ .....	14
СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	15

## **1. Постановка задачи и персональный вариант**

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.

Заданный индикатор CNT лабораторного комплекса имеет следующий вид: 1C8

## 2. Таблица переходов истинности

- направление счета — вычитание;
- максимальное значение — С (12 в десятичной системе);
- шаг счета — 8.

По исходным данным восстановим таблицу переходов счетчика (табл. 1).

Таблица 1

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

Таблица переходов является частично определенной: состояния 1101, 1110 и 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.

### 3. Проектирование оптимальных схем управления триггерами (через минимизацию при помощи карт Карно)

Рассматриваем столбцы  $Q_i(t+1)$  как самостоятельные функции от четырех переменных и проводим их минимизацию. Необходимо для каждой функции из двух возможных минимальных форм выбрать самую короткую.

Оценим сложность минимальных форм, которые получатся, по количеству переменных, входящих в них, и выберем оптимальную форму. Для этого построим необходимые карты Карно.

Построим карту Карно для МДНФ функции  $Q_3(t+1)$  (рис. 1)

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

Рис.1. Карта Карно для МДНФ функции  $Q_3(t+1)$

Оценим сложность МДНФ:  $3+2=5$  переменных или их отрицаний.

Построим карту Карно для МКНФ функции  $Q_3(t+1)$  (рис. 2)

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

Рис.2. Карта Карно для МКНФ функции  $Q_3(t+1)$

Оценим сложность МКНФ:  $1+2+3+3=9$  переменных или их отрицаний.

Таким образом получается, что МДНФ для  $Q_3(t+1)$  строить выгоднее, чем МКНФ.

Запишем формулу для МДНФ  $Q_3(t+1)$  (формула 1):

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

Построим карту Карно для МДНФ функции  $Q_2(t+1)$  (рис. 3)

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

Рис.3. Карта Карно для МДНФ функции  $Q_2(t+1)$

Оценим сложность МДНФ:  $3+3+3+2=11$  переменных или их отрицаний.

Построим карту Карно для МКНФ функции  $Q_2(t+1)$  (рис. 4)

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

Рис.4. Карта Карно для МКНФ функции  $Q_2(t+1)$

Оценим сложность МКНФ:  $3+3+3+2=11$  переменных или их отрицаний, что эквивалентно сложности МДНФ. Следовательно, нам все равно, какую минимальную форму взять.

Запишем формулу для МКНФ  $Q_2(t+1)$  (формула 2):

$$Q_2(t+1)_{\text{МКНФ}} = (Q_2 + \overline{Q_1} + \overline{Q_0}) \cdot (Q_3 + \overline{Q_2} + Q_1) \cdot (Q_3 + \overline{Q_2} + Q_0) \cdot (\overline{Q_3} + Q_2) \quad (2)$$

Построим карту Карно для МДНФ функции  $Q_1(t+1)$  (рис. 5)

<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			1		1
01			1		1
11				*	*
10				1	1

Рис.5. Карта Карно для МДНФ функции  $Q_1(t+1)$

Оценим сложность МДНФ:  $3+2+2=7$  переменных или их отрицаний.



Построим карту Карно для МКНФ функции  $Q_1(t+1)$  (рис. 6)

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

Рис.6. Карта Карно для МКНФ функции  $Q_1(t+1)$

Оценим сложность МКНФ:  $2+2+3=7$  переменных или их отрицаний, что эквивалентно сложности МДНФ. Следовательно, нам все равно, какую минимальную форму взять.

Запишем формулу для МКНФ  $Q_1(t+1)$  (формула 3):

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

Построим карту Карно для МДНФ функции  $Q_0(t+1)$  (рис. 7)

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

Рис.7. Карта Карно для МДНФ функции  $Q_0(t+1)$

Оценим сложность МДНФ:  $2+2=4$  переменных или их отрицаний.

Построим карту Карно для МКНФ функции  $Q_0(t+1)$  (рис. 8)

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

Рис.8. Карта Карно для МКНФ функции  $Q_0(t+1)$

Оценим сложность МКНФ:  $2+2=4$  переменных или их отрицаний, что эквивалентно сложности МДНФ. Следовательно, нам все равно, какую минимальную форму взять.

Запишем формулу для МДНФ  $Q_0(t+1)$  (формула 4):

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

#### 4. Реализация счетчика с оптимальной схемой управления

При помощи полученных формул выполним реализацию схем управления для триггеров счетчика (рис. 9).

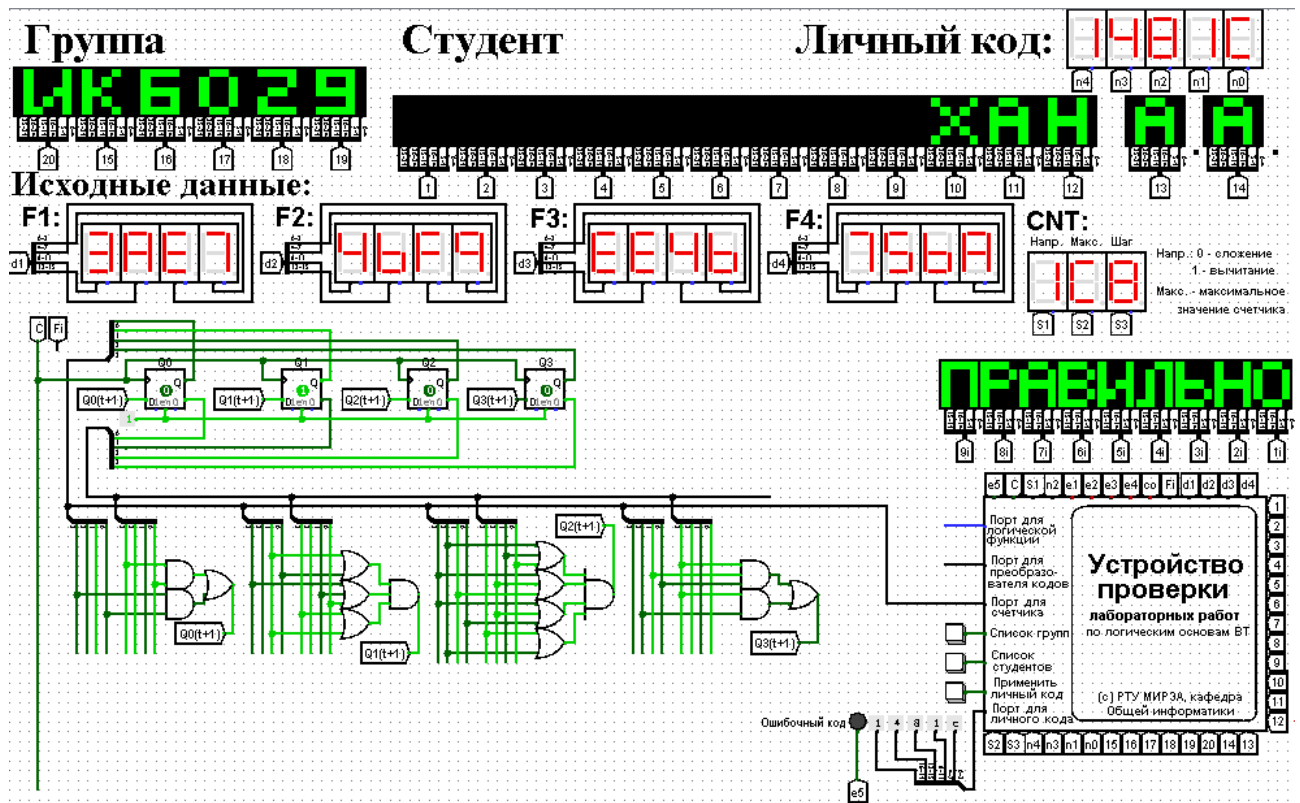


Рис. 9. Схема счетчика с подключением к устройству проверки

## 5. Реализация счетчика на преобразователи кодов.

Выполним быструю реализацию счетчика при помощи преобразователя кодов в качестве схемы управления триггерами (рис.10).

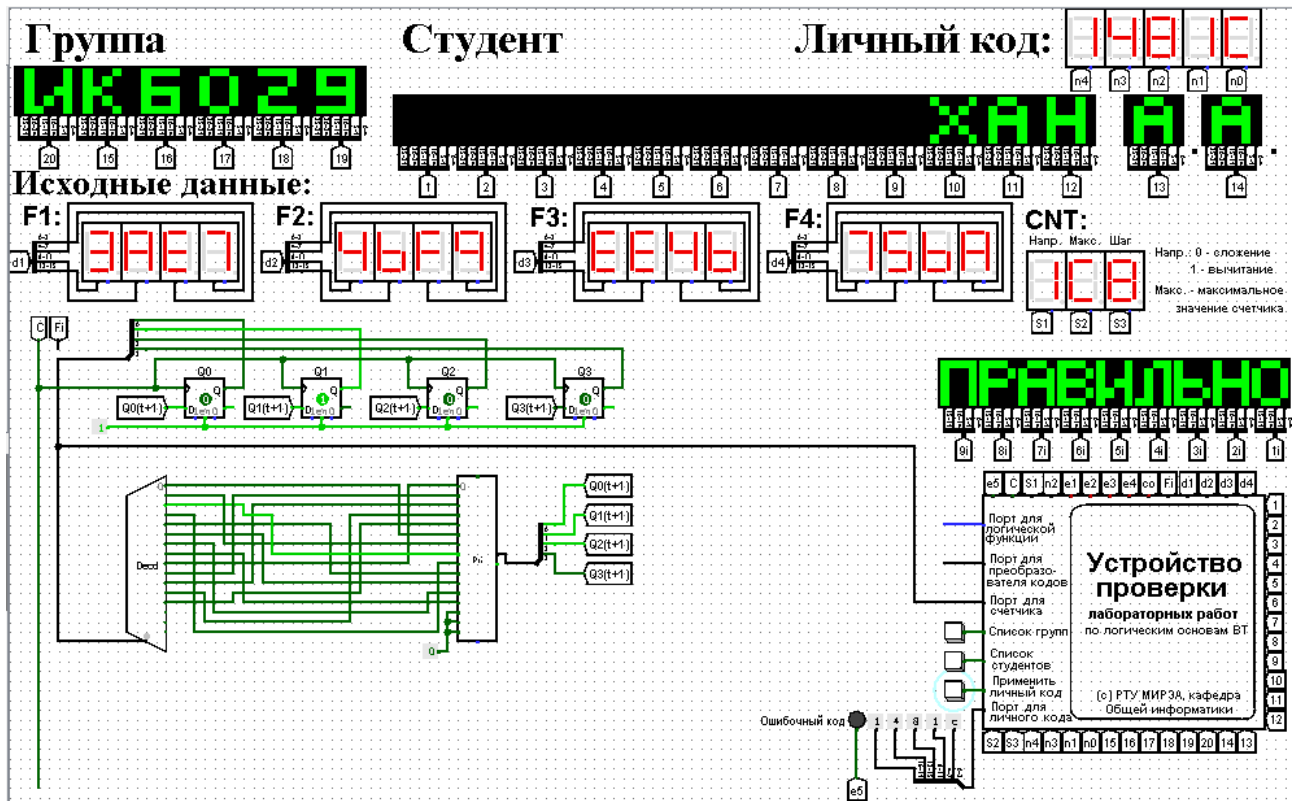


Рис. 10. Счетчик со схемой управления, выполненной на преобразователе кодов

Тестирование показало, что все схемы работают правильно.

## **ВЫВОДЫ**

Мы научились разрабатывать счетчик с параллельным переносом на D-триггерах двумя способами: с оптимальной схемой управления, выполненной на логических элементах общего базиса и со схемой управления, реализованной на преобразователе кодов (быстрая реализация, но не оптимальная схема).

## СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Программа построения и моделирования логических схем Logisim.  
<http://www.cburch.com/logisim/> (Дата обращения 20.11.2020)
2. Справочная система программы Logisim. Устанавливается вместе с программой [1]. Также доступно: <http://www.cburch.com/logisim/ru/docs.html> (Дата обращения 20.11.2020)
3. Описание библиотеки элементов Logisim. Устанавливается вместе с программой [1]. Также доступно: <http://www.cburch.com/logisim/ru/docs.html> (Дата обращения 20.11.2020)
4. Информатика: Методические указания по выполнению практических работ / С.С. Смирнов, Д.А. Карпов М., МИРЭА — Российский технологический университет, 2020. —102с. (Дата обращения 20.11.2020)