



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

**РТУ МИРЭА**

---

Институт радиоэлектроники и информатики  
Кафедра геоинформационных систем

**ОТЧЕТ**  
**ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №6**  
*построение комбинационных схем, реализующих МДНФ и*  
*МКНФ заданной логической функции от 4-х переменных в*  
*базисах И-НЕ, ИЛИ-НЕ*  
**по дисциплине**  
**«ИНФОРМАТИКА»**

Выполнил студент группы ИКБО-30-23

*Павлов Н.С.*

Принял ассистент кафедры ГИС

*Корчемная А.И.*

Практическая  
работа выполнена

«\_\_»\_\_\_\_\_2023 г.

\_\_\_\_\_

«Зачтено»

«\_\_»\_\_\_\_\_2023 г.

\_\_\_\_\_

Москва 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ .....	3
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ .....	4
2.1 Персональный вариант .....	4
2.2 Восстановление таблицы истинности.....	4
2.3 Минимизация логической функции при помощи карт Карно .....	5
2.4 Приведение МДНФ и МКНФ к базисам «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ».....	8
2.5 Реализация схем в лабораторном комплексе «Logisim».....	8
3 ВЫВОДЫ .....	11
4 СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	12

## 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Логическая функция от четырех переменных задана в 16-теричной векторной форме. Восстановить таблицу истинности. Минимизировать логическую функцию при помощи карт Карно и получить формулы МДНФ и МКНФ в общем базисе. Перевести МДНФ и МКНФ в базисы «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ» (каждую минимальную форму в два базиса). Построить комбинационные схемы для приведенных к базисам формул МДНФ и МКНФ в лабораторном комплексе, используя только логические элементы, входящие в конкретный базис. Протестировать работу схем и убедиться в их правильности. Подготовить отчет о проделанной работе и защитить ее.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ

### 2.1 Персональный вариант

Вариант (личный код): 11015

В соответствии с вариантом функция, заданная в 16-теричной форме имеет следующий вид:

$$F(a, b, c, d) = 4C77_{16}$$

### 2.2 Восстановление таблицы истинности

Преобразуем функцию в двоичную запись: 0100 1100 0111 0111<sub>2</sub> – получили столбец значений логической функции, который необходим для восстановления полной таблицы истинности (см. таблицу 1)

Таблица 1 – таблица истинности функции F

a	b	c	d	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

### 2.3 Минимизация логической функции при помощи карт Карно

Построим МДНФ заданной функции. Для этого воспользуемся методом карт Карно. Разместим единичные значения функции на карте Карно, предназначенной для минимизации функции от четырех переменных (рис.1). Местоположение значения функции на карте в каждом конкретном случае определяется координатами, которые представляют собой комбинацию значений переменных.

Пустые клетки карты на рис. 1 содержат нулевые значения функции, которые при построении МДНФ в целях повышения наглядности можно на карту не наносить.

$\begin{smallmatrix} cd \\ ab \end{smallmatrix}$	00	01	11	10
00		1		
01	1	1		
11		1	1	1
10		1	1	1

Рисунок 1 – карта Карно, заполненная для построения МДНФ

Теперь необходимо выделить интервалы, на которых функция сохраняет свое единичное значение. Размер интервалов должен быть равен степени двойки. При выделении интервалов надо помнить, что карта Карно представляет собой развертку пространственной фигуры, поэтому некоторые интервалы могут разрываться краями карты. Интервалы выделяются так, чтобы выполнялись следующие правила:

1. интервалы могут пересекаться, но каждый интервал должен иметь хотя бы одну клетку, принадлежащую только ему (не должно быть интервалов, полностью поглощенных другими интервалами)

2. интервалы должны быть как можно больше (но без нарушения первого правила)

3. общее количество интервалов должно быть как можно меньше

Результат выделения интервалов для рассматриваемого примера показан на рис.2.

$\begin{smallmatrix} cd \\ ab \end{smallmatrix}$	00	01	11	10
00		1		
01	1	1		
11		1	1	1
10		1	1	1

Рисунок 2 – Результат выделения интервалов для МДНФ

Далее запишем формулу МДНФ, для чего последовательно рассмотрим каждый из интервалов. Для каждого интервала запишем минимальную конъюнкцию, куда будут входить только те переменные и их отрицания, которые сохраняют свое значение на этом интервале. Переменные, которые меняют свое значение на интервале, упростятся. Чтобы получить МДНФ остается только объединить при помощи дизъюнкции имеющееся множество минимальных конъюнкций.

$$F_{\text{МДНФ}} = (\bar{c} \cdot d) + (a \cdot c) + (\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c}) \quad (1)$$

МКНФ строится по нулевым значениям логической функции. Обратимся еще раз к рис. 1 и изменим его: на пустых клетках поставим нулевые значения, а единичные значения удалим для повышения наглядности рисунка. Получится карта, показанная на рис.3.

$\begin{smallmatrix} cd \\ ab \end{smallmatrix}$	00	01	11	10
00	0		0	0
01			0	0
11	0			
10	0			

Рисунок 3 – Карта Карно, заполненная для построения МКНФ

На полученной карте Карно выделим интервалы, на которых функция сохраняет свое нулевое значение (рис. 4).

$\begin{smallmatrix} cd \\ ab \end{smallmatrix}$	00	01	11	10
00	0		0	0
01			0	0
11	0			
10	0			

Рисунок 4 – Результат выделения интервалов для МКНФ

Запишем формулу МКНФ, для чего последовательно рассмотрим каждый из интервалов. Для каждого интервала запишем минимальную дизъюнкцию, куда будут входить только те переменные и их отрицания, которые сохраняют свое значение на этом интервале. Переменные, которые меняют свое значение на интервале, упростятся. Чтобы получить МКНФ, необходимо объединить при помощи конъюнкции множество минимальных дизъюнкций, построенных для всех имеющихся интервалов.

$$F_{\text{МКНФ}} = (a + \bar{c}) \cdot (\bar{a} + c + d) \cdot (a + b + d) \quad (2)$$

## 2.4 Приведение МДНФ и МКНФ к базисам «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ»

Приведем полученные функции МДНФ и МКНФ к базисам «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ». Для этого применим законы де Моргана к формулам 1 и 2.

$$F_{\text{МДНФ}_{\text{И-НЕ}}} = \overline{\overline{\bar{c} \cdot \bar{d} \cdot \bar{a} \cdot \bar{c} \cdot \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}}}$$
 (3)

$$F_{\text{МДНФ}_{\text{ИЛИ-НЕ}}} = \overline{\overline{\overline{c + \bar{d} + \bar{a} + \bar{c} + a + \bar{b} + c}}}$$
 (4)

$$F_{\text{МКНФ}_{\text{ИЛИ-НЕ}}} = \overline{\overline{\overline{a + \bar{c} + \bar{a} + c + \bar{d} + a + b + d}}}$$
 (5)

$$F_{\text{МКНФ}_{\text{И-НЕ}}} = \overline{\overline{\overline{\overline{\bar{a} \cdot \bar{c} \cdot a \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} \cdot \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{d}}}}}$$
 (6)

## 2.5 Реализация схем в лабораторном комплексе «Logisim»

Воспользовавшись формулами 3–6, построим в лабораторном комплексе комбинационные схемы, реализующие заданную функцию в базисах «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ». Протестируем их работу и убедимся в их правильности (рис. 5–8).

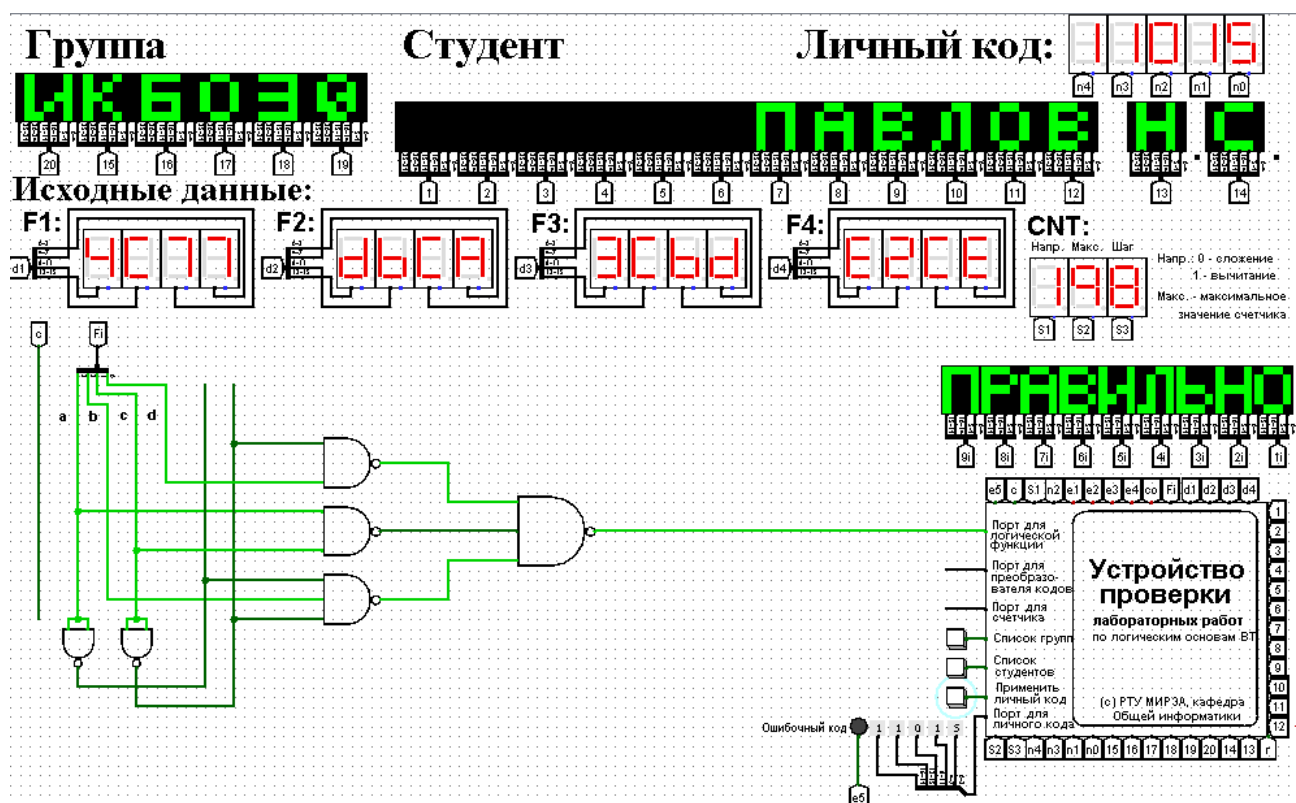


Рисунок 5 – Тестирование схемы МДНФ, построенной в базисе «И-НЕ»



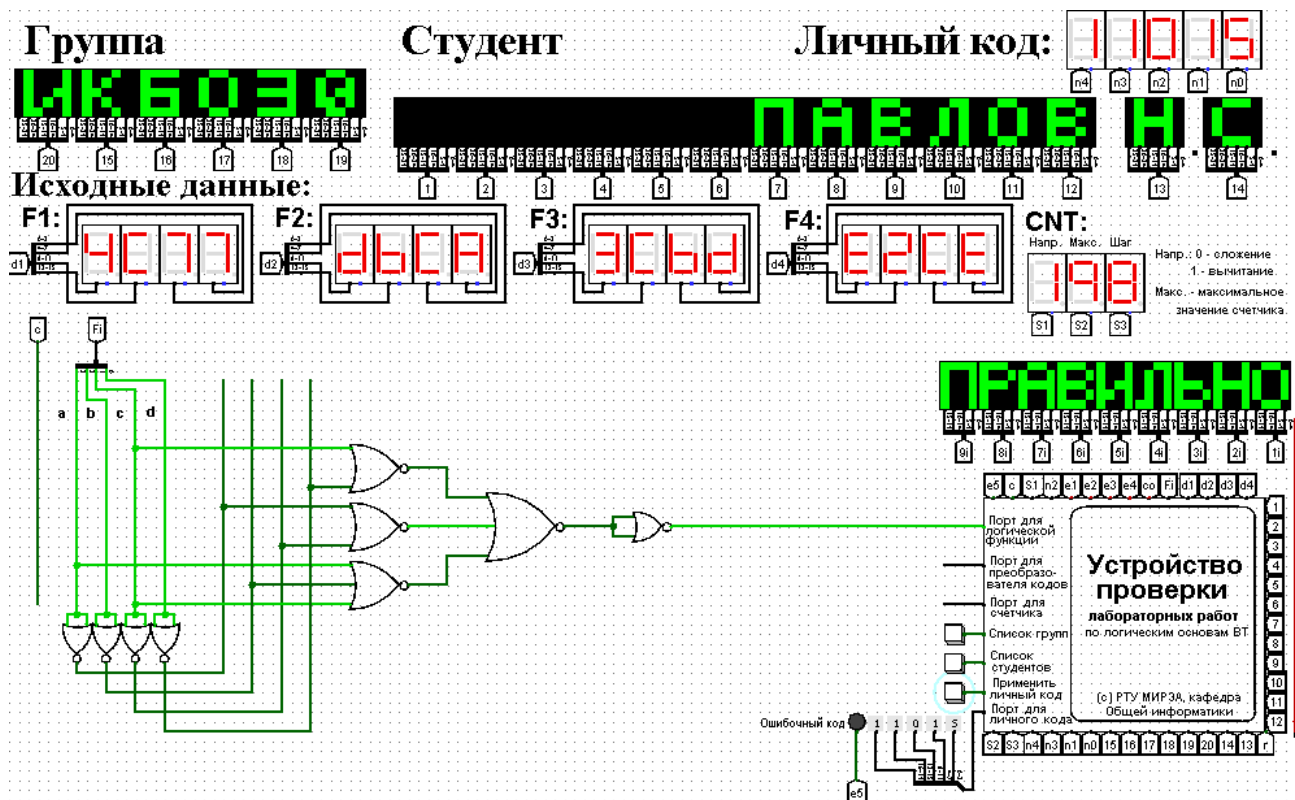


Рисунок 6 – Тестирование схемы МДНФ, построенной в базе «ИЛИ-НЕ»

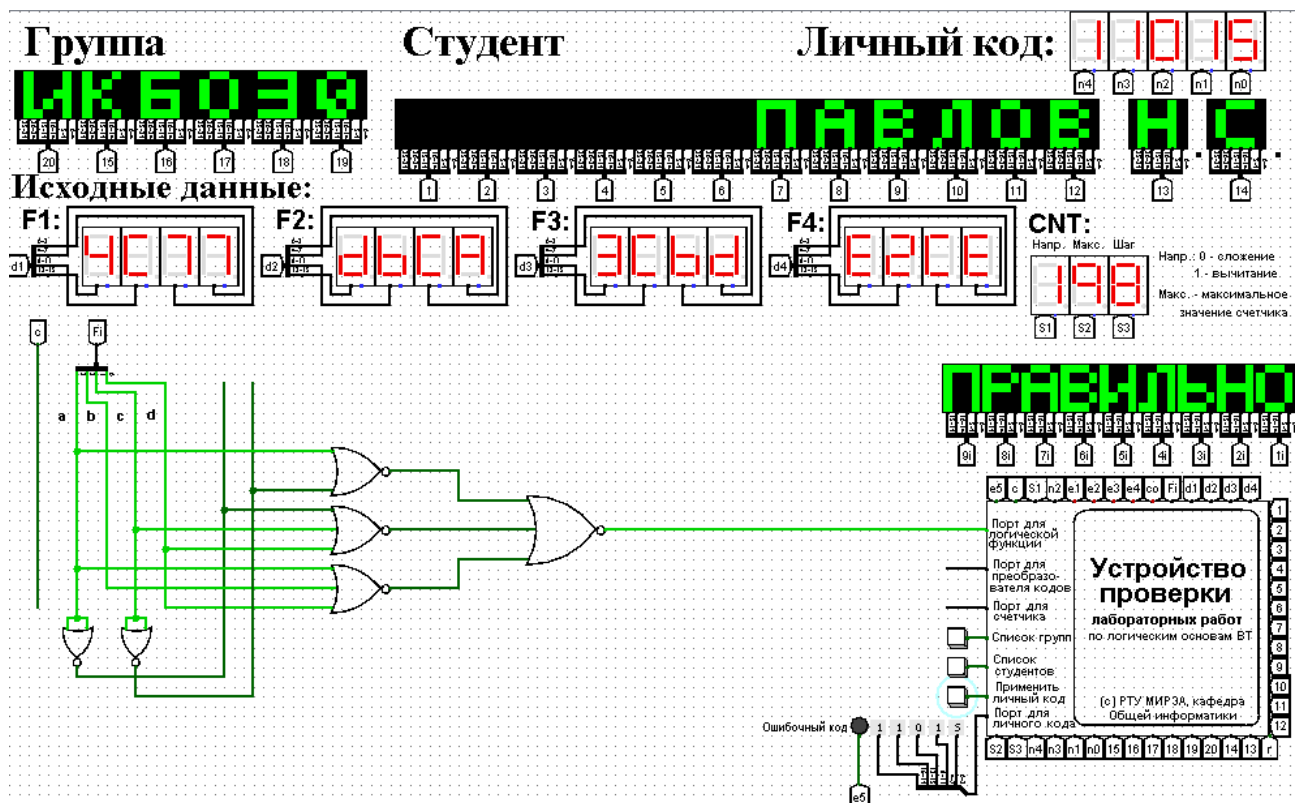


Рисунок 7 – Тестирование схемы МКНФ, построенной в базе «ИЛИ-НЕ»

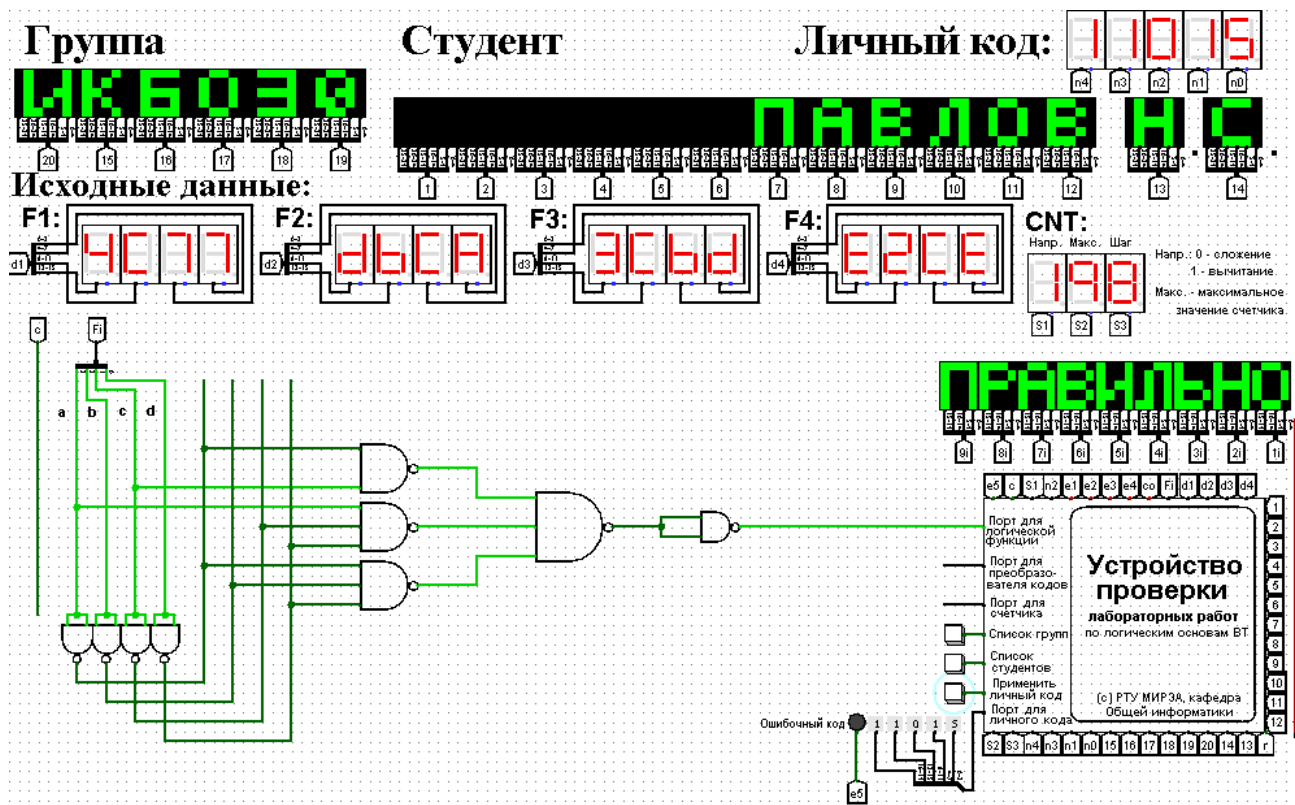


Рисунок 8 – Тестирование схемы МКНФ, построенной в базе «И-НЕ»

Тестирование показало, что все схемы работают правильно.

### **3 ВЫВОДЫ**

В ходе практической работы была восстановлена таблица истинности, по логической функции от четырех переменных, заданной в 16-теричной векторной форме. Минимизирована при помощи карт Карно и получены формулы МДНФ и МКНФ в общем базисе. Формулы МДНФ и МКНФ переведены в базисы «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ». Построены комбинационные схемы для приведенных к базисам формул МДНФ и МКНФ в лабораторном комплексе, используя только логические элементы, входящие в конкретный базис. Протестирована работа схем и проверена их правильность.

#### **4 СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Информатика: Методические указания по выполнению практических работ / С.С. Смирнов, Д.А. Карпов, - М., МИРЭА – Российский технологический университет, 2020. – 102
2. Документация «Logisim». Текст: электронный. URL: <http://cburch.com/logisim/ru/docs.html> (дата обращения: 02.10.2023)