

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г.Шухова)**

Лабораторная работа №3  
дисциплина «Теория цифровых автоматов»  
по теме «Синтез и анализ комбинационных схем с одним выходом с учетом  
неопределенности»

Выполнил: студент группы ВТ-31  
Проверил:

Макаров Д.С.  
Рязанов Ю.Д.

Белгород 2019

# Лабораторная работа №3

## «Синтез и анализ комбинационных схем с одним выходом с учетом неопределенности»

**Цель работы:** научиться строить эффективные по быстродействию и затратам оборудования комбинационные схемы с учетом неопределенностей.

### Вариант 9

#### Задание:

1. Составить таблицу истинности заданной частично определенной булевой функции (см. варианты заданий в таблице 2). Булева функция здесь задана двумя условиями (*условие 1 и условие 2*), зависящими от значений аргументов. Если на наборе аргументов условие 2 истинно, то значение функции на этом наборе не определено. Если же на наборе аргументов условие 2 ложно, то значение функции на этом наборе равно значению условия 1 на этом наборе аргументов. В условии значение аргумента отождествляется с двоичной цифрой, а последовательность аргументов — с двоичным числом. Для составления таблицы истинности рекомендуется написать программу.
2. Решить задачу минимизации частично определенной булевой функции в классе дизъюнктивных нормальных форм.
3. Написать программу, строящую таблицу истинности булевой функции, полученной при выполнении п. 2 Сравнить полученную таблицу с таблицей истинности исходной частично определенной булевой функции.
4. Применить факторизационный метод синтеза многоярусной комбинационной схемы в базисе И-ИЛИ-НЕ с двухвходовыми элементами И и ИЛИ по полученной при выполнении п. 2 минимальной дизъюнктивной нормальной форме булевой функции.
5. Решить задачу минимизации частично определенной булевой функции в классе конъюнктивных нормальных форм.
6. Написать программу, строящую таблицу истинности булевой функции, полученной при выполнении п. 5 Сравнить полученную таблицу с таблицей истинности исходной частично определенной булевой функции.
7. Применить факторизационный метод синтеза многоярусной комбинационной схемы в базисе И-ИЛИ-НЕ с двухвходовыми элементами И и ИЛИ по полученной при выполнении п. 5 минимальной конъюнктивной нормальной форме булевой функции.

#### Ход работы

Дана функция

$$3 < (x_4x_5 + x_1x_2x_3) < 8$$

Условие неопределенности

$$(x_1x_2x_3) = 1$$

Построим таблицу истинности.

№	$x_1x_2x_3x_4x_5$	f	Функция определена?
1	00000	0	True
2	00001	0	True
3	00010	0	True
4	00011	0	True
5	00100	-	False
6	00101	-	False
7	00110	-	False
8	00111	-	False
9	01000	0	True
10	01001	0	True
11	01010	1	True
12	01011	1	True
13	01100	0	True
14	01101	1	True
15	01110	1	True
16	01111	1	True
17	10000	1	True
18	10001	1	True
19	10010	1	True
20	10011	1	True
21	10100	1	True
22	10101	1	True
23	10110	1	True
24	10111	0	True
25	11000	1	True
26	11001	1	True
27	11010	0	True
28	11011	0	True
29	11100	1	True
30	11101	0	True
31	11110	0	True
32	11111	0	True

Получение минимальной дизъюнктивной нормальной формы бу-

левой функции.  
СДНФ

№	$x_1x_2x_3x_4x_5$	Простая импликанта?
[5]	00100	
[6]	00101	
[7]	00110	
[8]	00111	
[11]	01010	
[12]	01011	
[14]	01101	
[15]	01110	
[16]	01111	
[17]	10000	
[18]	10001	
[19]	10010	
[20]	10011	
[21]	10100	
[22]	10101	
[23]	10110	
[25]	11000	
[26]	11001	
[29]	11100	

**Импликанты первого порядка**

№	$x_1x_2x_3x_4x_5$	Простая импликанта?
[5, 6]	0010-	
[5, 7]	001-0	
[5, 21]	-0100	
[6, 8]	001-1	
[6, 14]	0-101	
[6, 22]	-0101	
[7, 8]	0011-	
[7, 15]	0-110	
[7, 23]	-0110	
[8, 16]	0-111	
[11, 12]	0101-	
[11, 15]	01-10	
[12, 16]	01-11	
[14, 16]	011-1	
[15, 16]	0111-	

№	$x_1x_2x_3x_4x_5$	Простая импликанта?
[17, 18]	1000-	
[17, 19]	100-0	
[17, 21]	10-00	
[17, 25]	1-000	
[18, 20]	100-1	
[18, 22]	10-01	
[18, 26]	1-001	
[19, 20]	1001-	
[19, 23]	10-10	
[21, 22]	1010-	
[21, 23]	101-0	
[21, 29]	1-100	
[25, 26]	1100-	
[25, 29]	11-00	

### Импликанты второго порядка

№	$x_1x_2x_3x_4x_5$	Простая импликанта?
[5, 6, 7, 8]	001-	*
[5, 6, 21, 22]	-010-	*
[5, 7, 21, 23]	-01-0	*
[6, 8, 14, 16]	0-1-1	*
[7, 8, 15, 16]	0-11-	*
[11, 12, 15, 16]	01-1-	*
[17, 18, 19, 20]	100-	*
[17, 18, 21, 22]	10-0-	*
[17, 18, 25, 26]	1-00-	*
[17, 19, 21, 23]	10-0	*
[17, 21, 25, 29]	1-00	*

### Таблица простых импликант

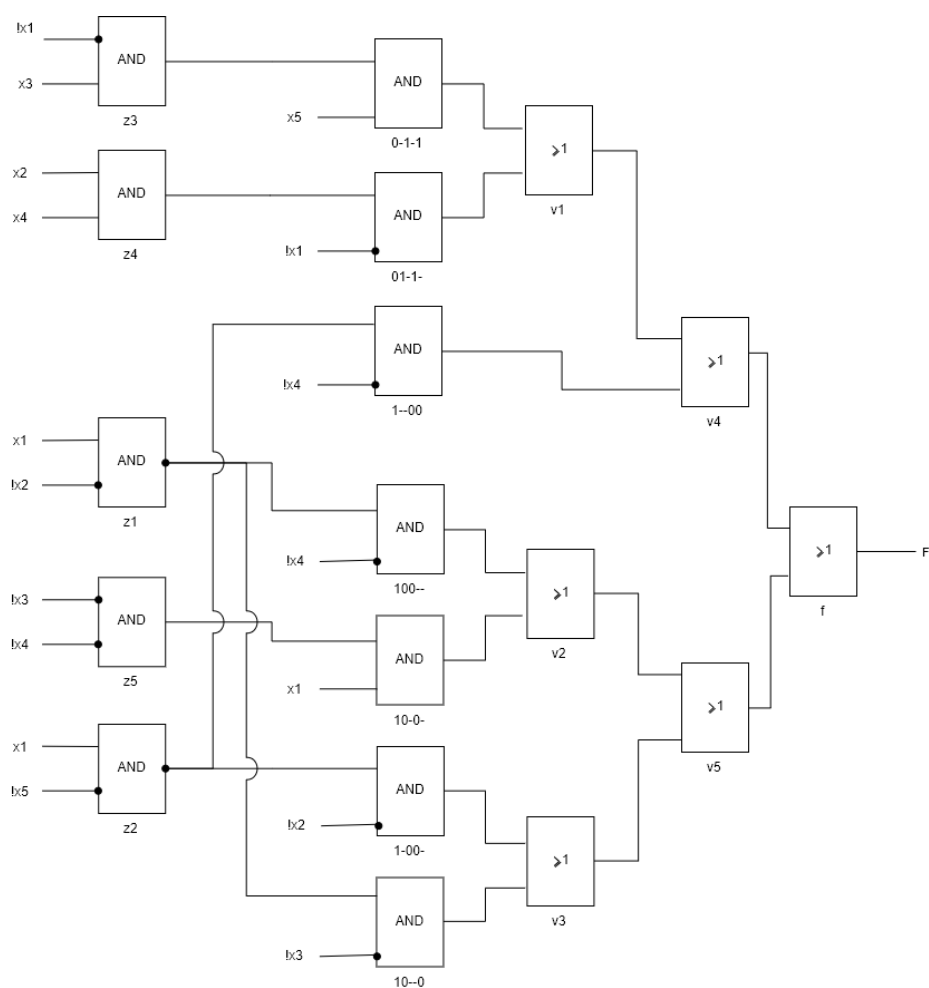
$$(\bar{x}_1x_2x_5) \vee (\bar{x}_1x_2x_4) \vee (x_1\bar{x}_2\bar{x}_3) \vee (x_1\bar{x}_2\bar{x}_4) \vee (x_1\bar{x}_3\bar{x}_4) \vee (x_1\bar{x}_2\bar{x}_5) \vee (x_1\bar{x}_4\bar{x}_5)$$

	$x_1$	$\bar{x}_1$	$x_2$	$\bar{x}_2$	$x_3$	$\bar{x}_3$	$x_4$	$\bar{x}_4$	$x_5$	$\bar{x}_5$	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$	$z_5$
0-		-			-				*				*		
1-															
1															
01-		*	-				-							*	
1-															
100- -				-		*					*				

	$x_1$	$\overline{x}_1$	$x_2$	$\overline{x}_2$	$x_3$	$\overline{x}_3$	$x_4$	$\overline{x}_4$	$x_5$	$\overline{x}_5$	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$	$z_5$
10-	-			-				*			*				
0-															
1-	*					-		-							*
00-															
10-	-			*						-		*			
0															
1-	-							*		-		*			
00															
$z_1$	*			*											
$z_2$	*									*					
$z_3$		*			*										
$z_4$			*				*								
$z_5$						*		*							

	0-1-1	01-1-	100-	10-0-	1-00-	10-0	1-00	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$
$f$	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	*	*
$v_1$	*	*										
$v_2$			*	*								
$v_3$					*	*						
$v_4$							*	*				
$v_5$									*	*		

Простая импликанта	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	29
001–										*	*				
–010–										*		*			
–01-0										*		*			
0-1-1			*		*										
0-11–				*	*										
01-1–	*	*		*	*										
100–						*	*	*	*						
10-0–						*	*	*		*	*				
1-00–						*	*			*			*	*	
10–0						*		*		*		*			
1–00						*				*			*		*



**Получение минимальной конъюнктивной нормальной формы булевой функции.**

В СКНФ все конституенты определены

№	$x_1x_2x_3x_4x_5$	Простая импликанта?
[1]	00000	
[2]	00001	
[3]	00010	

№	$x_1x_2x_3x_4x_5$	Простая импликанта?
[4]	00011	
[9]	01000	
[10]	01001	
[13]	01100	
[24]	10111	
[27]	11010	
[28]	11011	
[30]	11101	
[31]	11110	
[32]	11111	

### Импликанты 1 порядка

№	$x_1x_2x_3x_4x_5$	Простая импликанта?
[1, 2]	0000-	
[1, 3]	000-0	
[1, 9]	0-000	
[2, 4]	000-1	
[2, 10]	0-001	
[3, 4]	0001-	
[9, 10]	0100-	
[9, 13]	01-00	*
[24, 32]	1-111	*
[27, 28]	1101-	
[27, 31]	11-10	
[28, 32]	11-11	
[30, 32]	111-1	*
[31, 32]	1111-	

### Импликанты 2 порядка

№	$x_1x_2x_3x_4x_5$	Простая импликанта?
[1, 2, 3, 4]	000-	*
[1, 2, 9, 10]	0-00-	*
[27, 28, 31, 32]	11-1-	*

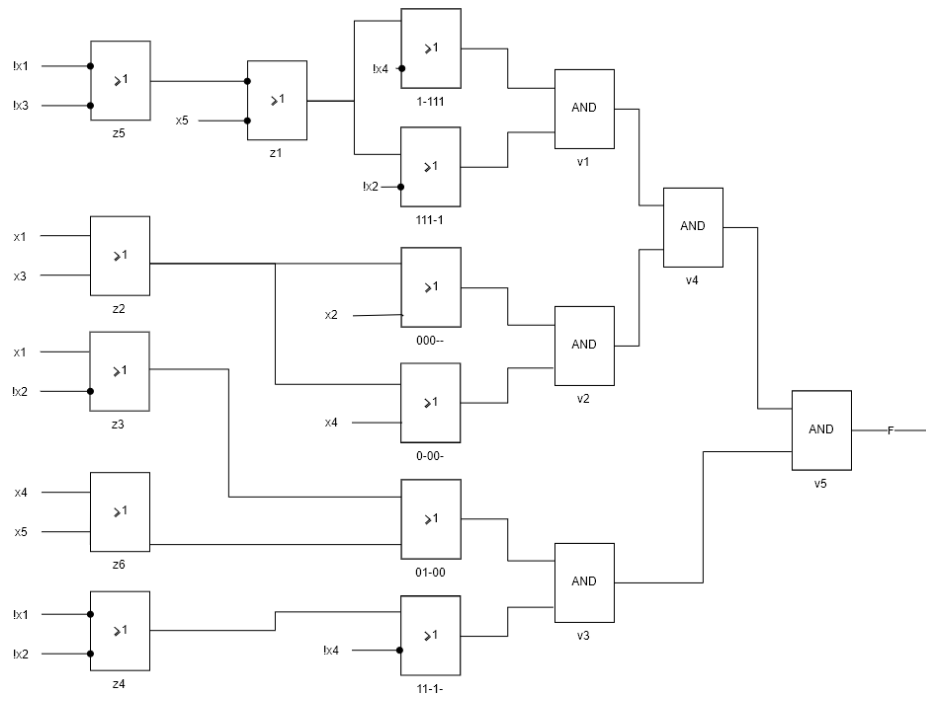
### Таблица простых импликант



Простая импликанта	1	2	3	4	9	10	13	24	27	28	30	31	32
01-00					*		*						
1-111								*					*
111-1											*		*
000-	*	*	*	*									
0-00-	*	*			*	*							
11-1-									*	*		*	*

	$x_1$	$\bar{x}_1$	$x_2$	$\bar{x}_2$	$x_3$	$\bar{x}_3$	$x_4$	$\bar{x}_4$	$x_5$	$\bar{x}_5$	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$	$z_5$	$z_6$
1-		-				-		*		-	*					
111																
111-		-		*		-				-	*					
1																
000-			*		-							*				
0-	-				-		*					*				
00-																
01-	-			-			-		-				*			*
00																
11-		-		-				*						*		
1-																
$z_1$		-				-				*					*	
$z_2$	*				*											
$z_3$	*			*												
$z_4$		*		*												
$z_5$		*				*										
$z_6$							*		*							

	1-111	111-1	000-	0-00-	01-00	11-1-	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$
$f$	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	*
$v_1$	*	*									
$v_2$			*	*							
$v_3$					*	*					
$v_4$							*	*			
$v_5$									*	*	



# Приложение

## Содержимое файла funcTest.py

```
from binVectors import gen_bin_vector_5 as gen_bin_vector
from tabulate import tabulate

def truth_table(vector,f,f1):
    result = []
    for i in range(0,len(vector)):
        if(f1(vector[i][0])):
            def_flag = False
        else:
            def_flag = True
        if def_flag:
            f_result = int(f(vector[i][0]))
        else:
            f_result = int(True)
        result.append([
            i+1,
            vector[i][0],
            def_flag,
            f_result,
            int(sdnf_function_min(vector[i][0])),
            int(sknf_function_min(vector[i][0]))
        ])
    return result

def sdnf_function_min(str_val):
    x1 = bool(int(str_val[0]))
    x2 = bool(int(str_val[1]))
    x3 = bool(int(str_val[2]))
    x4 = bool(int(str_val[3]))
    x5 = bool(int(str_val[4]))
    print(x1,x2,x3,x4,x5)
    z1 = x1 and (not x2)
    z2 = x1 and (not x5)
    z3 = (not x1) and x3
    z4 = x2 and x4
    z5 = (not x3) and (not x4)

    u1 = z3 and x5
    u2 = z4 and (not x1)
    u7 = z2 and (not x4)
    u4 = z1 and (not x4)
    u5 = z5 and x1
    u6 = z2 and (not x2)
    u3 = z1 and (not x3)

    v1 = u1 or u2
    v2 = u3 or u4
    v3 = u5 or u6
    v4 = v1 or u7
    v5 = v2 or v3
    f = v4 or v5

    return f

def sknf_function_min(str_val):
    x1 = bool(int(str_val[0]))
```

```

x2 = bool(int(str_val[1]))
x3 = bool(int(str_val[2]))
x4 = bool(int(str_val[3]))
x5 = bool(int(str_val[4]))

z5 = (not x1) or (not x3)
z1 = z5 or (not x5)
z2 = x1 or x3
z3 = x1 or (not x2)
z6 = x4 or x5
z4 = (not x1) or (not x2)

u1 = z1 or (not x4)
u2 = z1 or (not x2)
u3 = z2 or x2
u4 = z2 or x4
u5 = z3 or z6
u6 = z4 or (not x4)

v1 = u1 and u2
v2 = u3 and u4
v3 = u5 and u6
v4 = v1 and v2
v5 = v4 and v3

return v5

def function(str_val):
    x1 = str_val[0]
    x2 = str_val[1]
    x3 = str_val[2]
    x4 = str_val[3]
    x5 = str_val[4]
    return (
        3 < (int(str_val[3] + str_val[4],2) + int(str_val[0] + str_val[1] + str_val[2],2)) < 8
    )

def def_func(str_val):
    x1 = str_val[0]
    x2 = str_val[1]
    x3 = str_val[2]
    x4 = str_val[3]
    x5 = str_val[4]
    return (
        int(x1+x2+x3) == 1
    )

table_head = ["№", "$x_1x_2x_3x_4x_5$", "f определена?", "f", "ДНФ", "КНФ"]
table = truth_table(gen_bin_vector(),function,def_func)
print(tabulate(table,table_head,tablefmt="simple"))

```