МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

КАФЕДРА № 14

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Доц. к. т. н.		С. И. Ковалев
должность, уч. степень, звание	подпись, дата	инициалы, фамилия

ОТЧЕТ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Описание цифровых устройств с помощью Verilog.

по дисциплине: Электротехника, электроника, схемотехника. Схемотехника.

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

			В.А. Седов
СТУДЕНТ ГР.	1742		Д.В. Коробков
		подпись, дата	инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2019

1. **Постановка задачи:**

Реализовать схему на базе микросхемы 74150 совместно с четырехразрядным счётчиком 74161.

- на базе микросхемы 74150 построить модель работы мультиплексора;
- Используя логические элементы проверить правильность работы схемы.

2. **Схема устройства:**

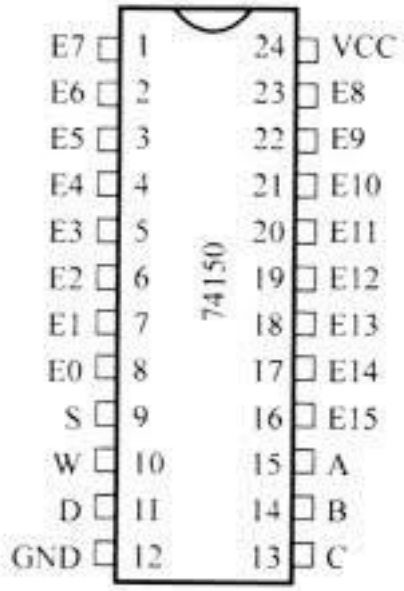

Рисунок 1 – Микросхема 74150

3. Характеристики устройств:

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	5.5V
Operating Free Air Temperature Range	
DM54 and 54	−55˚C to +125˚C
DM74	0˚C to +70˚C
Storage Temperature Range	−65˚C to +150˚C

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54150			DM74150			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage			0.8			0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current			−0.8			−0.8	mA
I_{OL}	Low Level Output Current			16			16	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	−55		125	0		70	˚C

Note 1: *The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.*

'150 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −12 mA				−1.5	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max V_{IL} = Max, V_{IH} = Min		2.4			V
V_{OL}	Low Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max V_{IH} = Min, V_{IL} = Max				0.4	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 5.5V				1	mA
I_{IH}	High Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.4V				40	μA
I_{IL}	Low Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V				−1.6	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 3)	DM54	−20		−55	mA
			DM74	−18		−55	
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = Max, (Note 4)			40	68	mA

Note 2: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25˚C.

Note 3: Not more than one output should be shorted at a time.

Note 4: I_{CC} is measured with the strobe and data select inputs at 4.5V, all other inputs and outputs open.

Datasheet устройства 74150

'150 Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25˚C

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	R_L = 400Ω, C_L = 15 pF		Units
			Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Select to W		35	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Select to W		33	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Strobe to W		24	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Strobe to W		30	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	E0-E15 to W		20	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	E0-E15 to W		14	ns

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54151A			DM74151A			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage			0.8			0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current			−0.8			−0.8	mA
I_{OL}	Low Level Output Current			16			16	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	−55		125	0		70	˚C

Микросхема 74150 содержит селектор данных, который из 16 входных сигналов выделяет один с помощью 4-разрядного двоичного адреса.

Необходимый входной сигнал (О — 15) выделяется подачей на адресные входы микросхемы 74150 (АО — А3) соответствующего двоичного кода. Выделенный сигнал появляется на выходе Q в инвертированном виде.

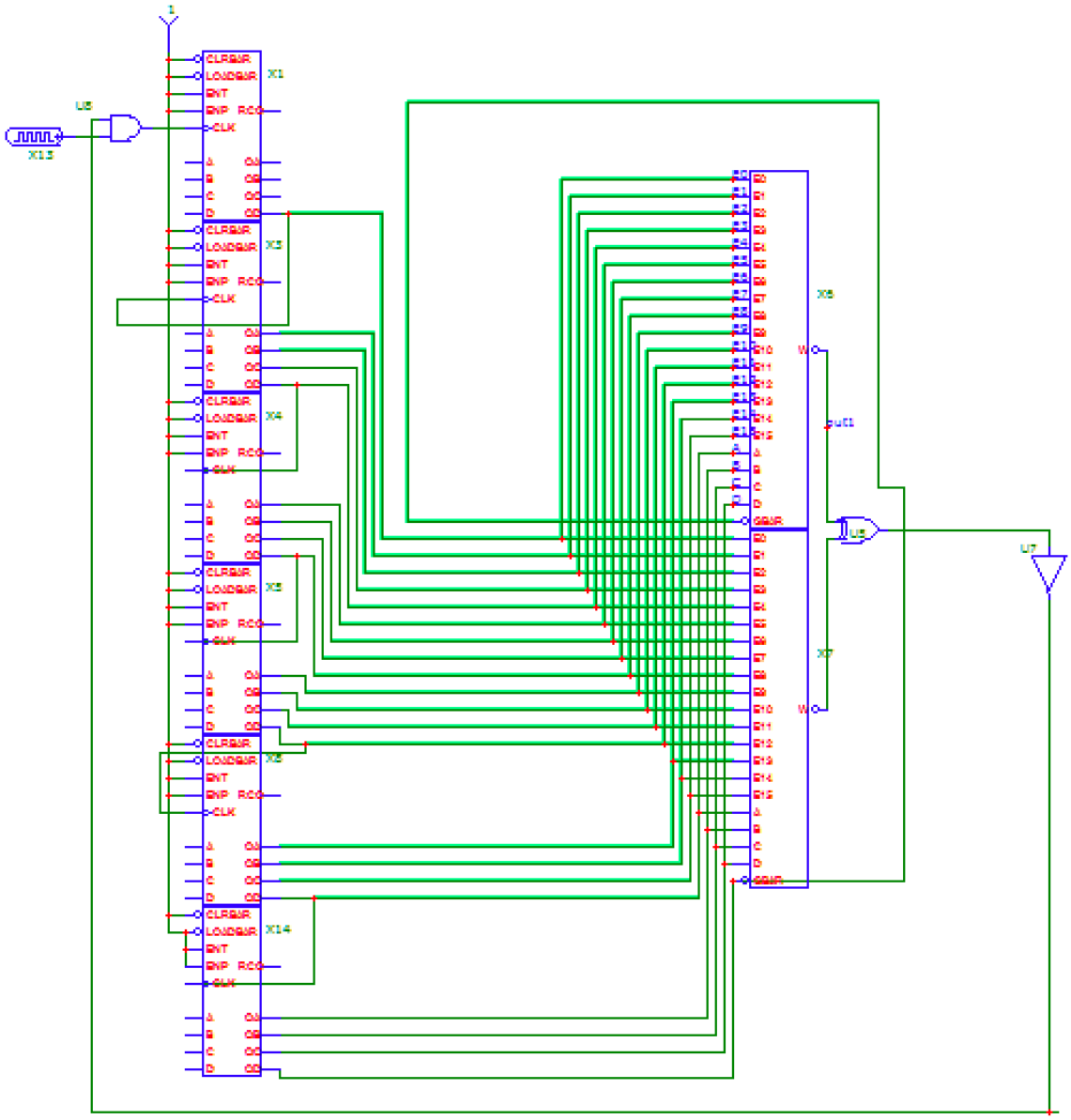

Рисунок 3 – Итоговая схема.

4. Код:

```
`timescale 1 ns/ 1 ps //количество тактов на 1 наносекунду
module mux(
        input  clk,
        input  enable,
        input  reset,
        input [3:0]addr, //вход адреса
        input [15:0]data, //входы данных
        output reg out //выход - значение по адресу, указанному на соответственном входе
    );
    always @(posedge clk)
```

```
        begin
                case(addr) //выборка адреса
          0: out <= ~data[0]; //запись в данные нужные биты по addr
          1: out <= ~data[1];
          2: out <= ~data[2];
          3: out <= ~data[3];
          4: out <= ~data[4];
          5: out <= ~data[5];
          6: out <= ~data[6];
          7: out <= ~data[7];
          8: out <= ~data[8];
          9: out <= ~data[9];
          10: out <= ~data[10];
          11: out <= ~data[11];
          12: out <= ~data[12];
          13: out <= ~data[13];
          14: out <= ~data[14];
          15: out <= ~data[15];
         default: out <= ~4'd0;
        endcase
      end
endmodule
```

5. **Testbench:**

```
`timescale 10 ps / 1 ps
module mux_vlg_tst();
        reg clk;
        reg enable;
        reg reset;
        wire out;
        reg[15:0] data;
        reg[3:0] addr;
        mux i1_1(
```

```
.clk(clk),
.data(data),
.addr(addr),
.out(out),
.enable(enable),
.reset(reset)
);
//Инициализация
initial
begin
        $display("Testbench launched");
        clk <= 0;
        enable <= 1;
        reset <= 1;
end


//Задаем частоту
integer i=0;
initial
begin//работа симуляции
clk = 0;
        for (i=0; i<256; i=i+1)
        begin
                #1 clk = ~clk;
                if (i % 2 == 0)
                begin
                        data = $urandom%21845;//данные, что подаются
в мультиплексор
                        addr = i%16;//формирование адрессного входа
                end
        end
```

```
        end

        always @(posedge clk)
        begin
                if (data[addr]==out)
                begin
                        $display("Okay");
                end
                else
                begin
                        $display("Wrong");
                end
        end
endmodule
```

6. Результаты симуляции:

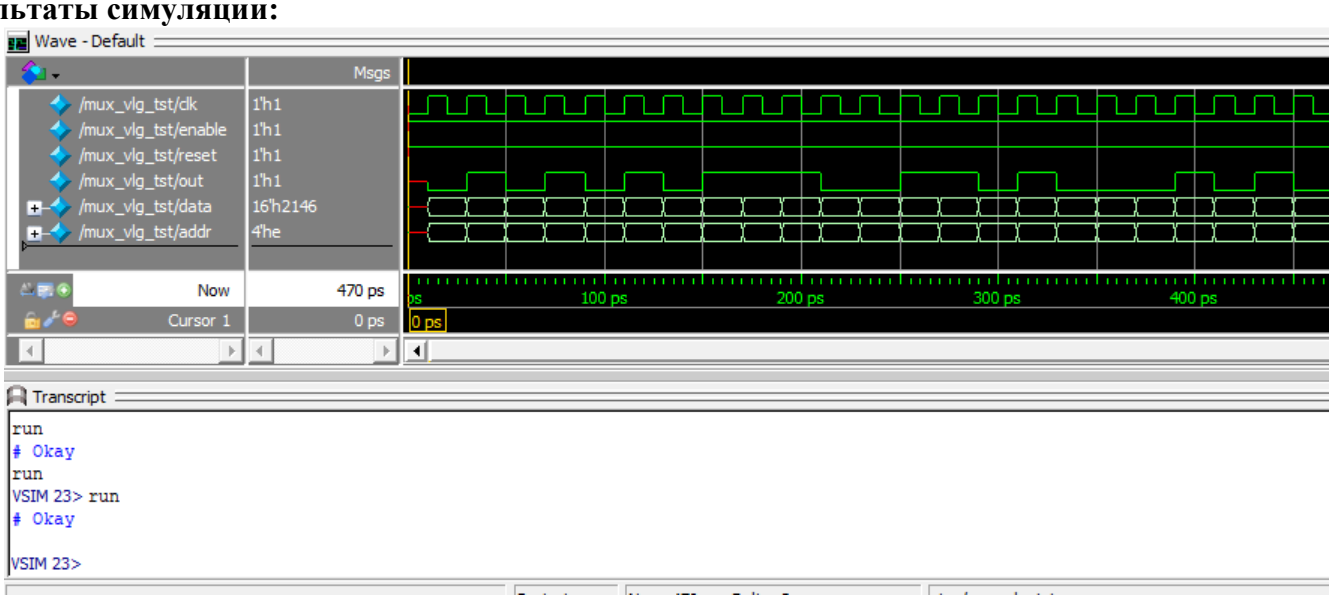

Рисунок 3 – Результат работы тестирующей программы для микросхемы 74150.

7. Выводы:

В данной курсовой работе были получены навыки описания цифровых устройств на языке Verilog, симуляции работы этих устройств и анализа графиков, полученных при симуляции. В результате анализа работы программы-теста видно, что при корректной работе тестируемой микросхемы программа работает правильно. А при некорректной работе программа выдаёт ошибку.

8. Список литературы.

- А.К. Поляков. «Языки VHDL и Verilog в проектировании цифровой аппаратуры»
- Акчурин А.Д. Юсупов К.М. «Программирование на языке Verilog». – Казань 2016
- В.В. Соловьев. «Основы языка проектирования цифровой аппаратуры Verilog». - Москва 2020