ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1. АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

Преподаватель кафедры ВТ

Инженер лаборатории специализированных вычислительных систем

Дуксин Н.А.

ОЦЕНИВАНИЕ В РАМКАХ СЕМЕСТРА

	Отсутствие допуска	Допуск	Автомат
Лекции	< 12 посещений	12 <= посещений < 14	14-16
Практики	< 4 практик или ср.ар. по коллоквиуму < 3.5	4 практики и 3.5 <= ср.ар. По коллоквиуму <= 4.5	6 практик и >= 4.5 ср.ар. По коллоквиуму
Лабы	< 4 работ	1-3, (4 или 5 или 6)	1-6
СР	+0.5 балла к ср. ар. по коллоквиуму		

Регламент выполнения работы озвучивается на занятии при выдаче работы

Билет 4 вопроса: 2 теоретических, 1 практический по курсу практик, 1 практический по курсу лабораторных

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

- Маршрут проектирования
- Аппаратные ресурсы ПЛИС семейства Artix седьмой серии
- Арифметика. Примеры.
- Задание
- Выводы

01

МАРШРУТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

АППАРАТНАЯ БАЗА РЕАЛИЗАЦИИ В МАРШРУТЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

01

МАРШРУТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

02

АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС

ПЛИС СЕМЕЙСТВА Artix СЕРИЯ 7 AMD (XILINX)

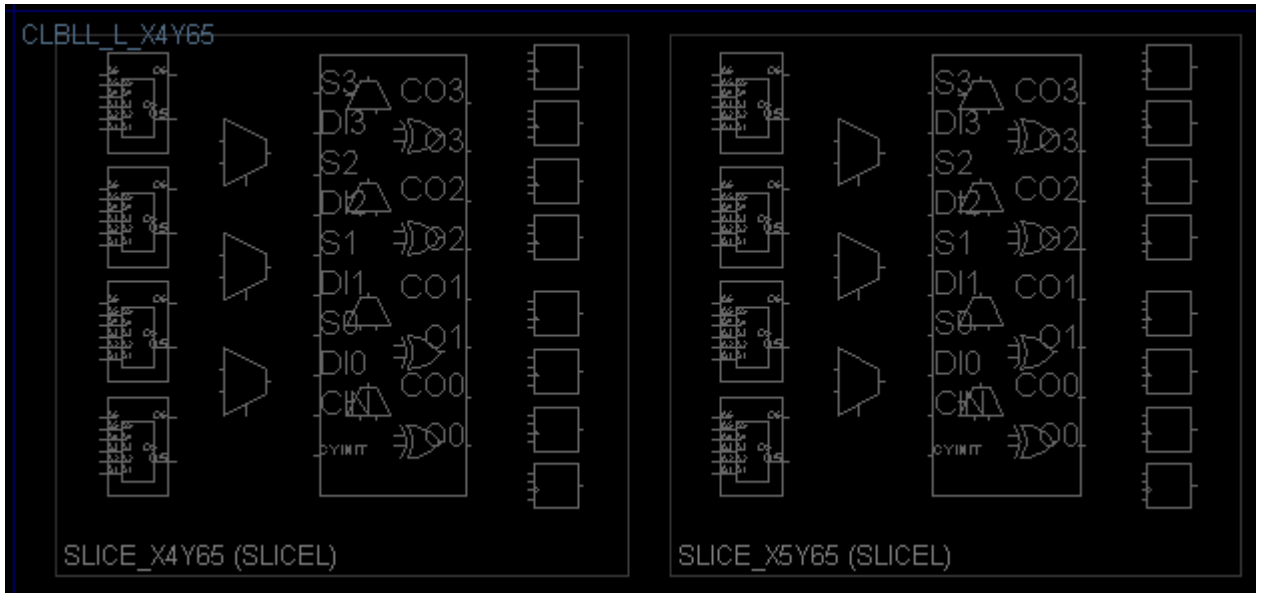
02 АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС

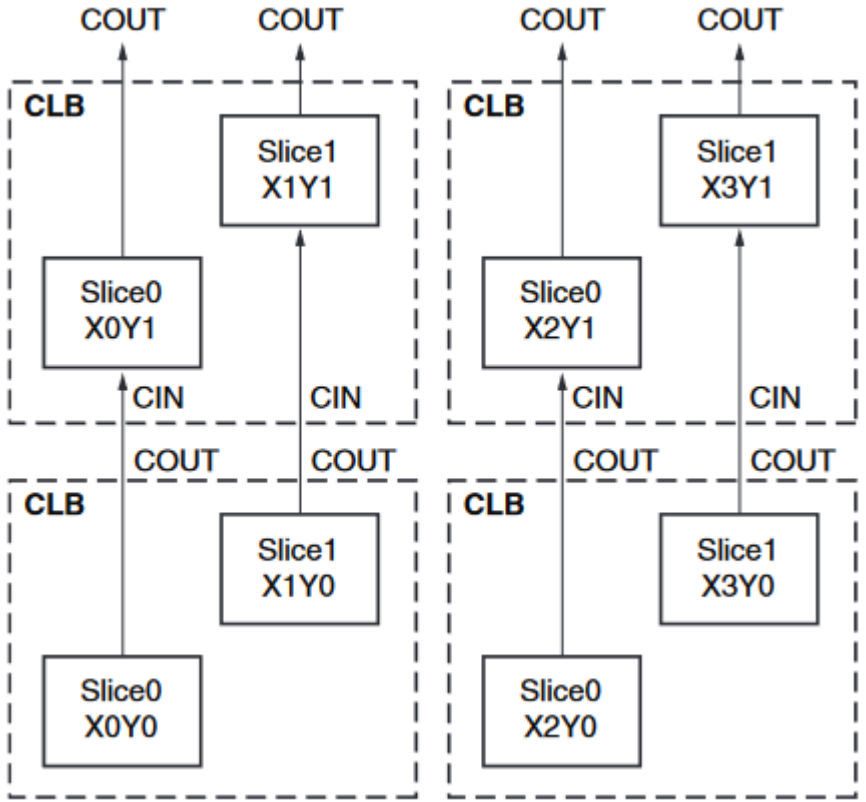
Аппаратные ресурсы ПЛИС семейства Artix седьмой серии

- CLB
  - LUT
  - Carry chain
  - Мультиплексоры
  - Триггеры
- BRAM
- DSP

02 АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. CLB

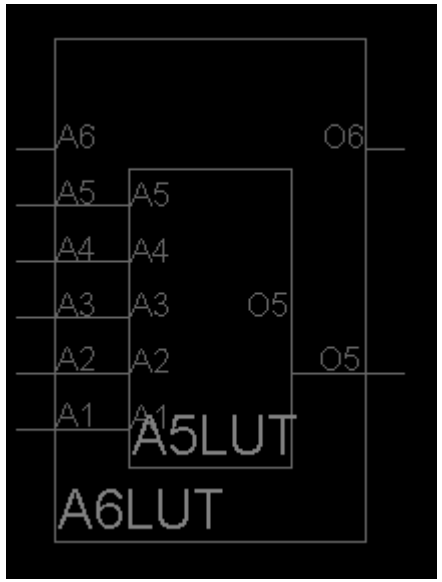
Configurable Logic Blocks

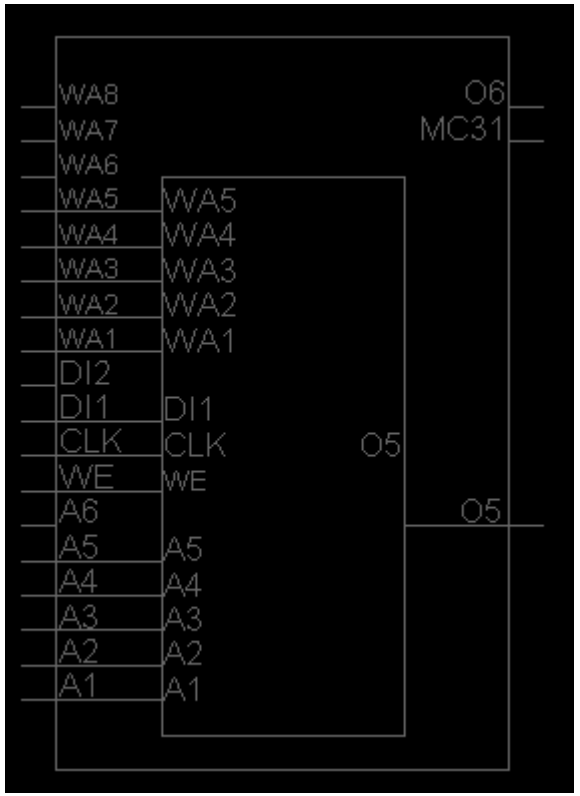


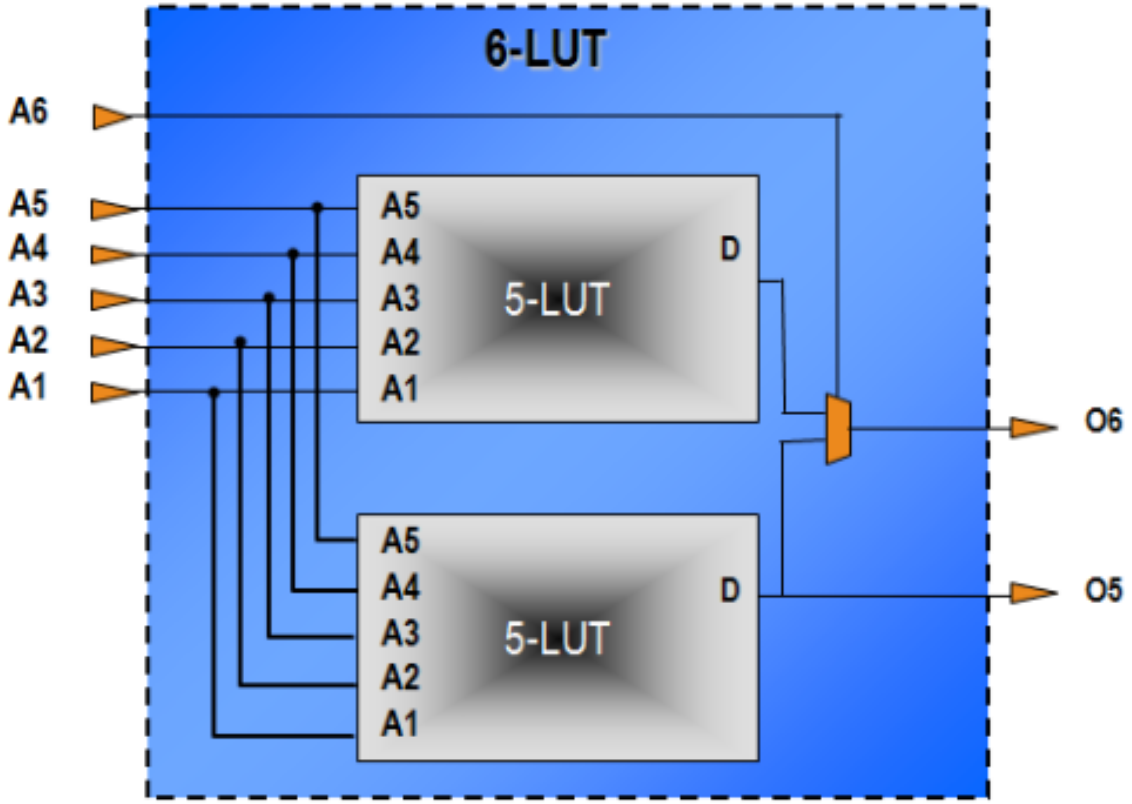


02 АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. LUT

Look Up Table

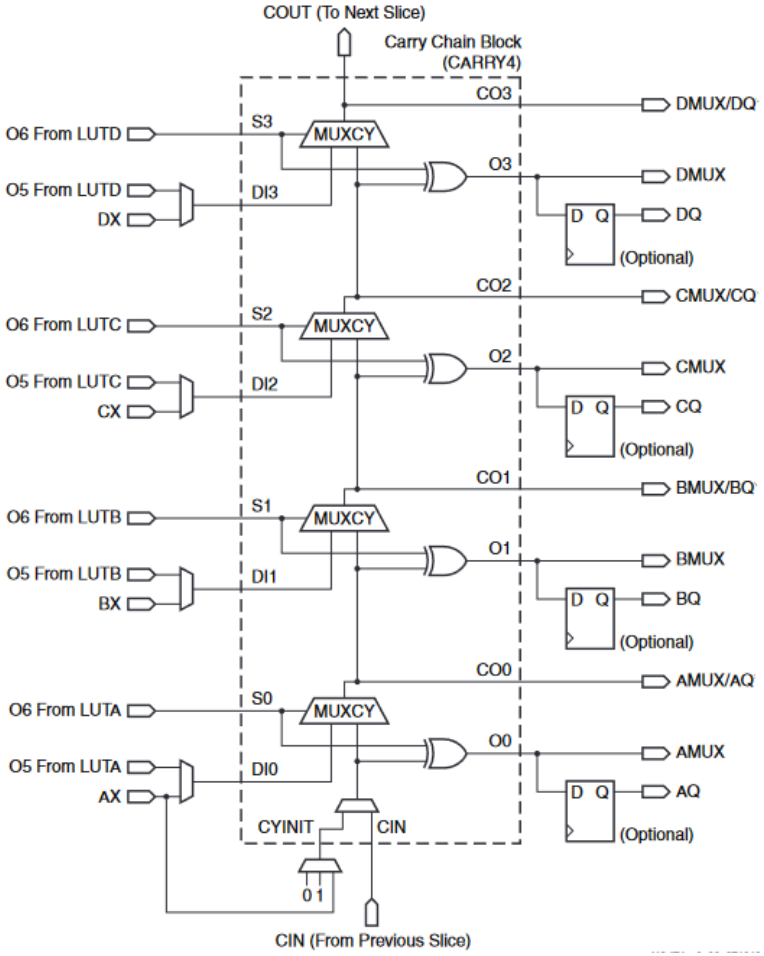






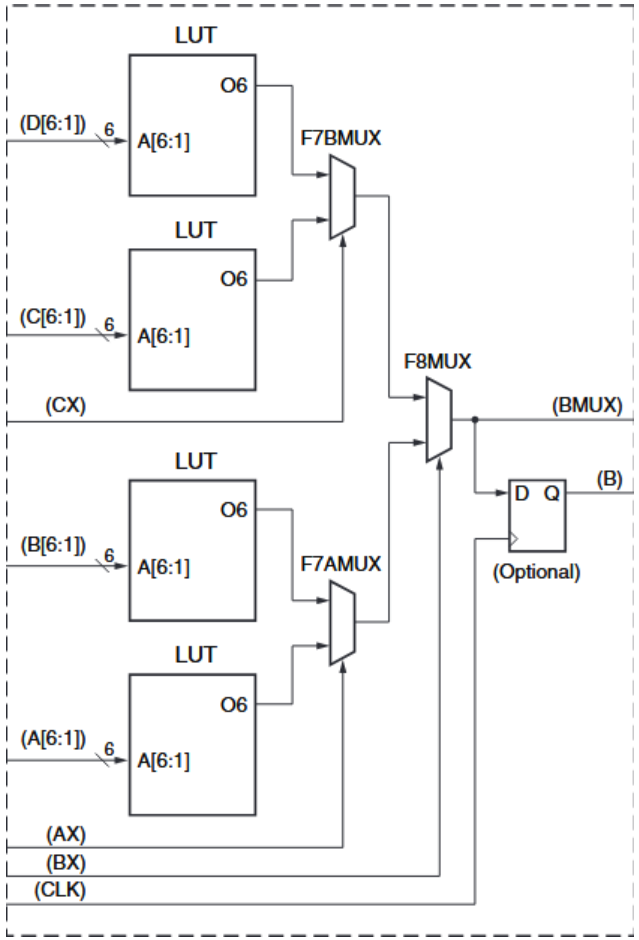
02

АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. CARRY CHAIN



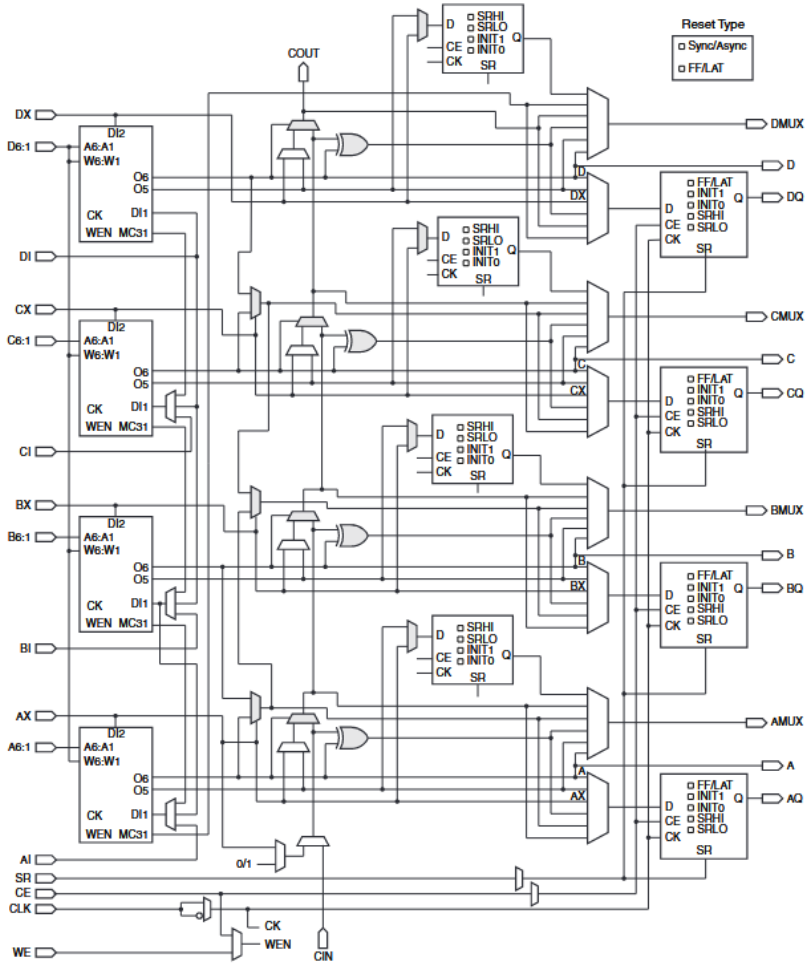
02

АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ



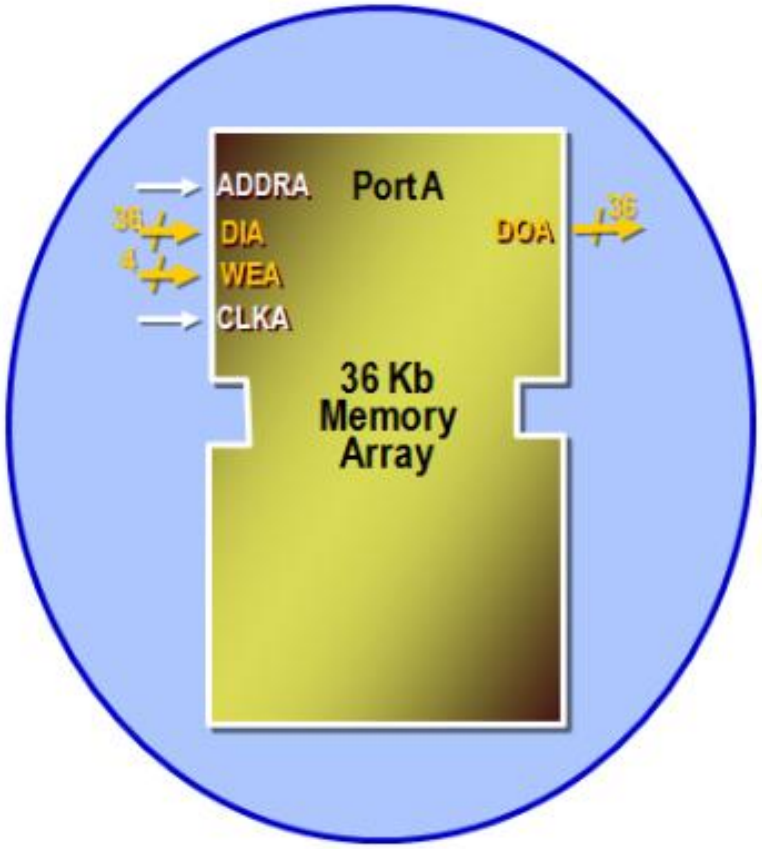
02

АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. ТРИГГЕРЫ

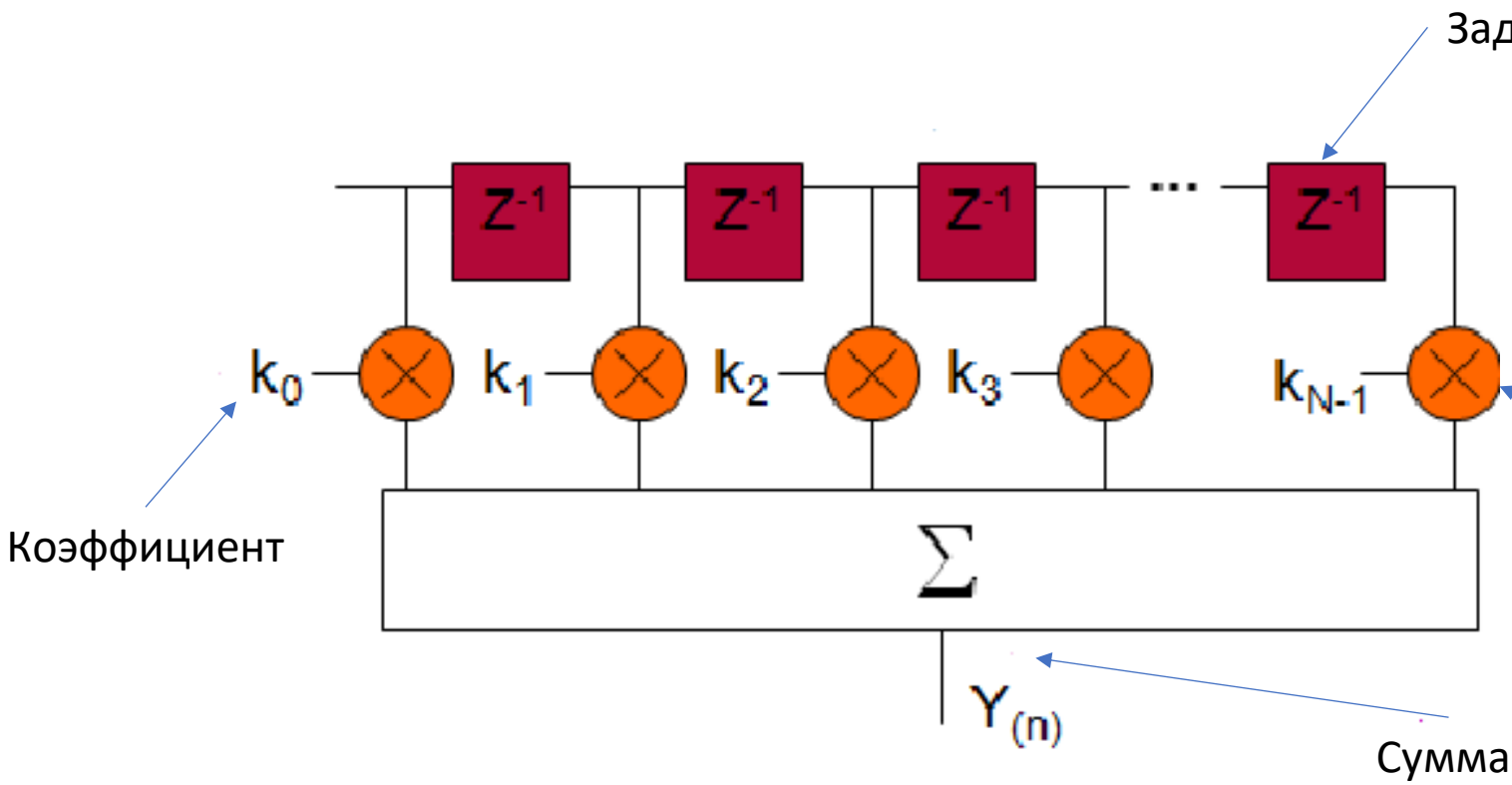


02

АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. BRAM

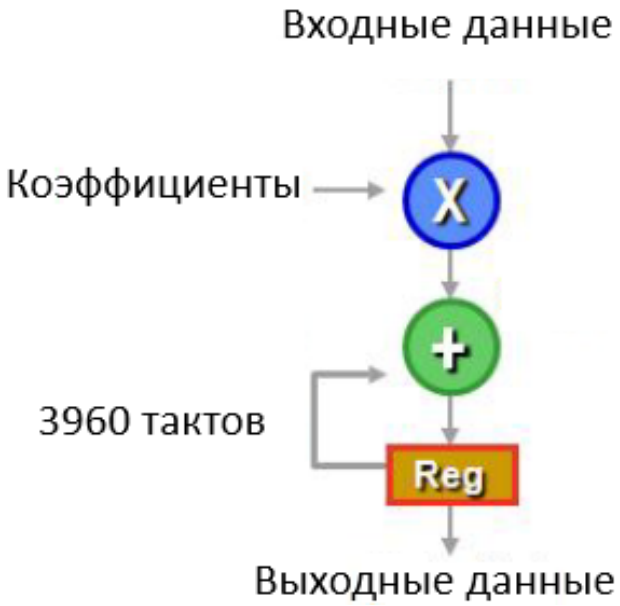


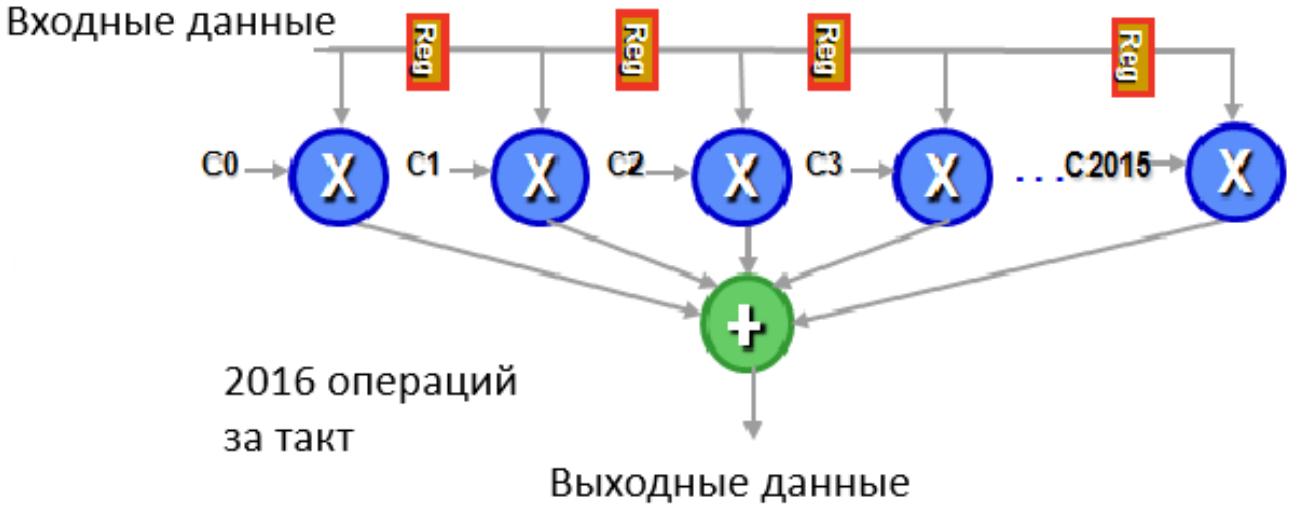
02 АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. DSP



$$Y_{(n)} = \sum_{i=0}^{N-1} k_i * x_{(n-i)}$$

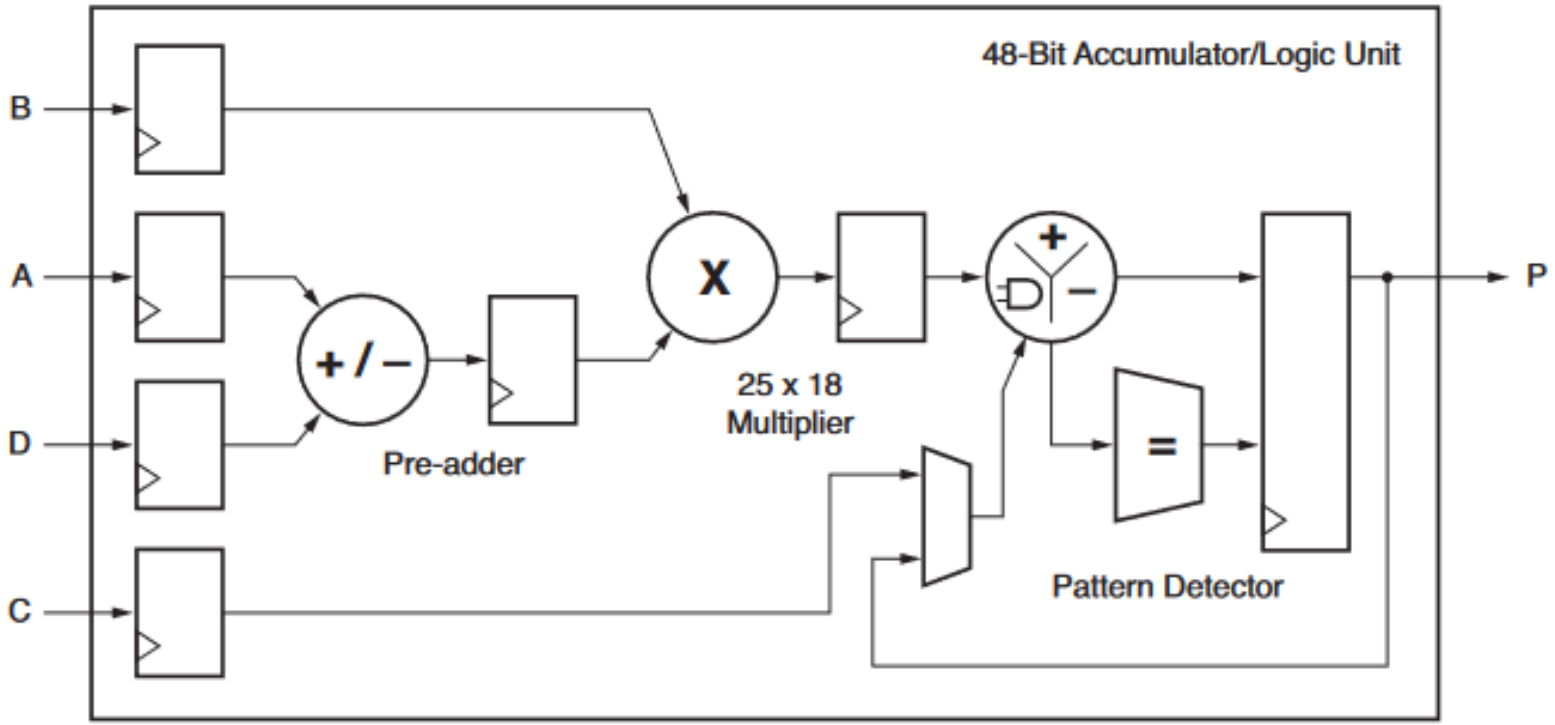
02 АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. DSP





02 АППАРАТНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛИС. DSP

UG479



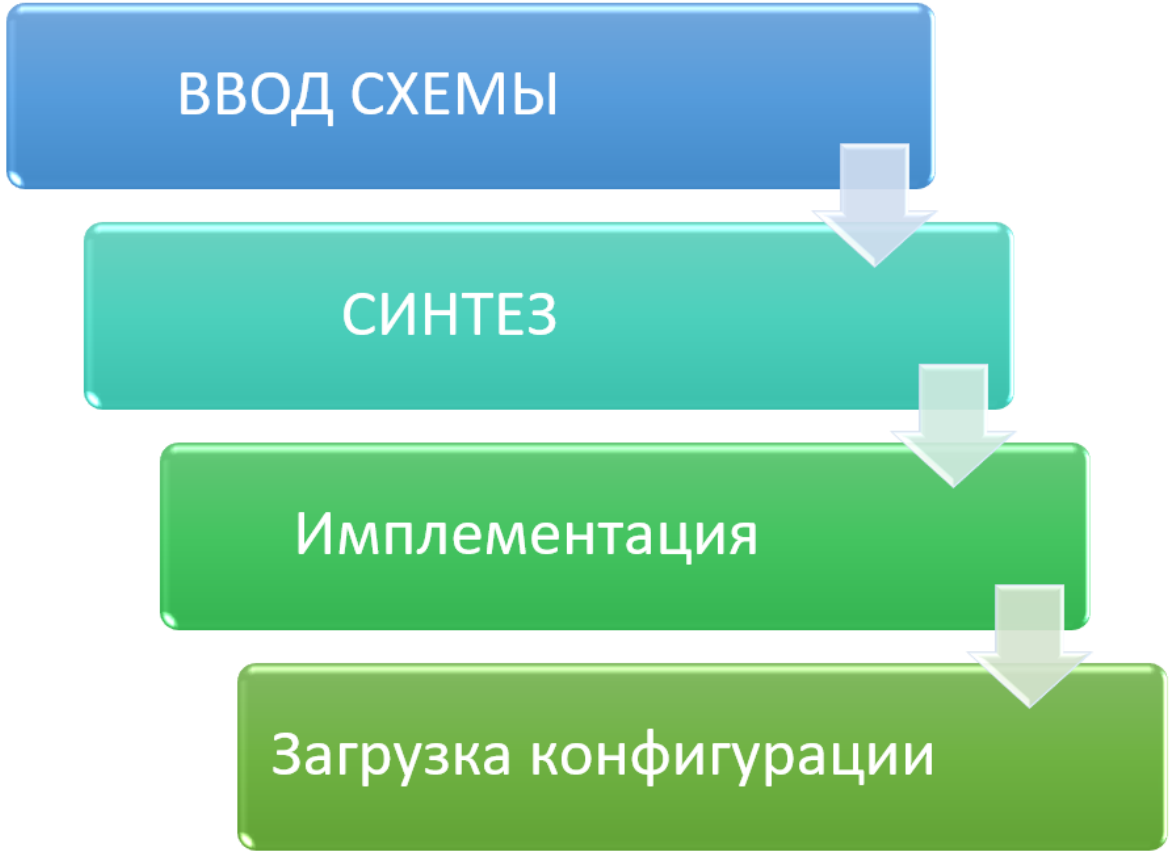
03

АРИФМЕТИКА

ОСОБЕННОСТИ
АРИФМЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

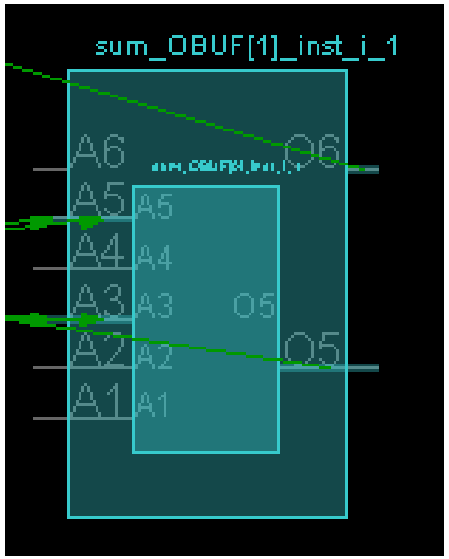
03

АРИФМЕТИКА. МАРШРУТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ



03 АРИФМЕТИКА. СЛОЖЕНИЕ

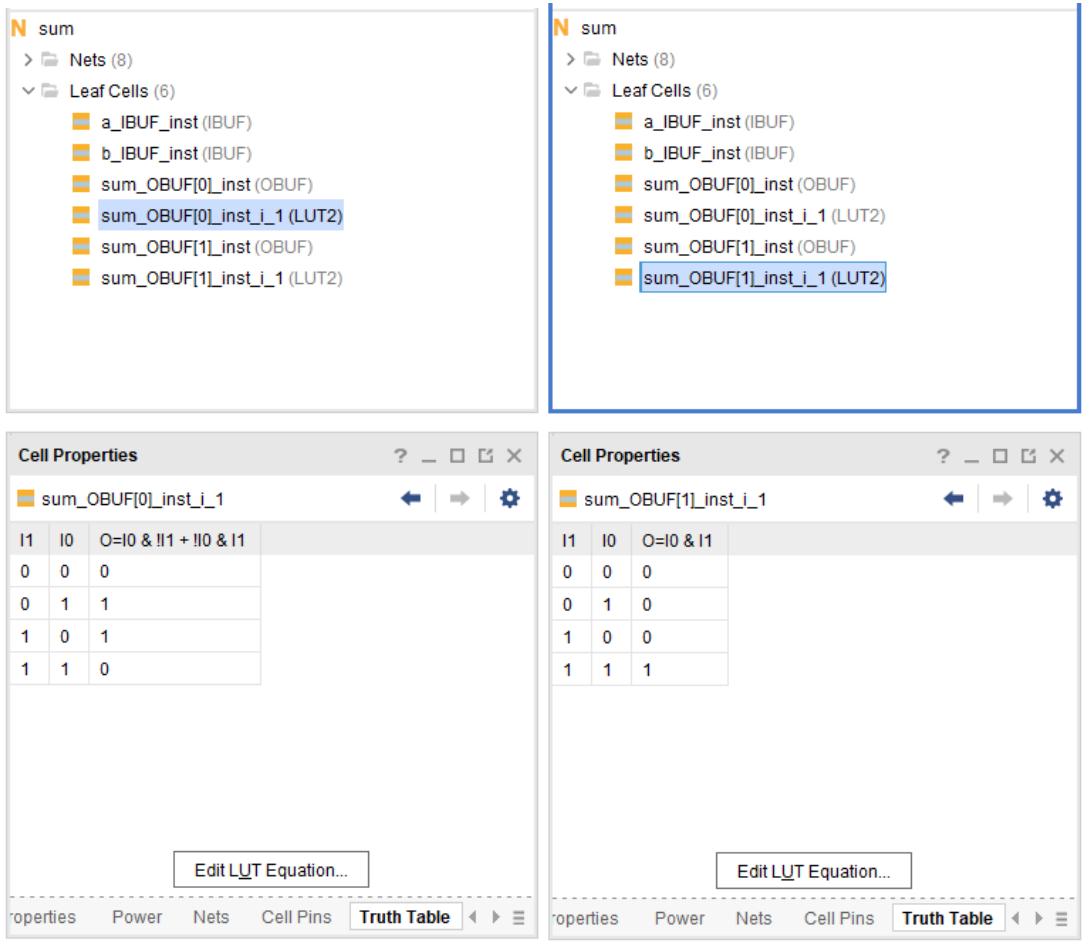
```
module sum(
    input a, b,
    output [1:0] sum
);

    assign sum = a + b;

endmodule
```



Resource	Utilization	Available	Utilization %
LUT	1	63400	0.01
IO	4	210	1.90

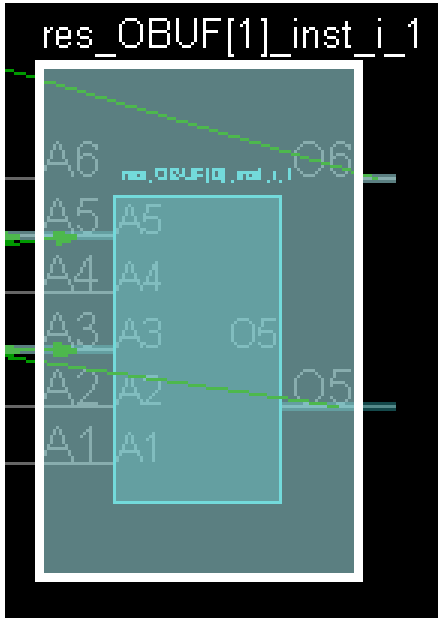
03 АРИФМЕТИКА. СЛОЖЕНИЕ

```
module sum(
    input a, b,
    output [1:0] sum
);

    assign sum = a + b;

endmodule
```



03 АРИФМЕТИКА. ВЫЧИТАНИЕ

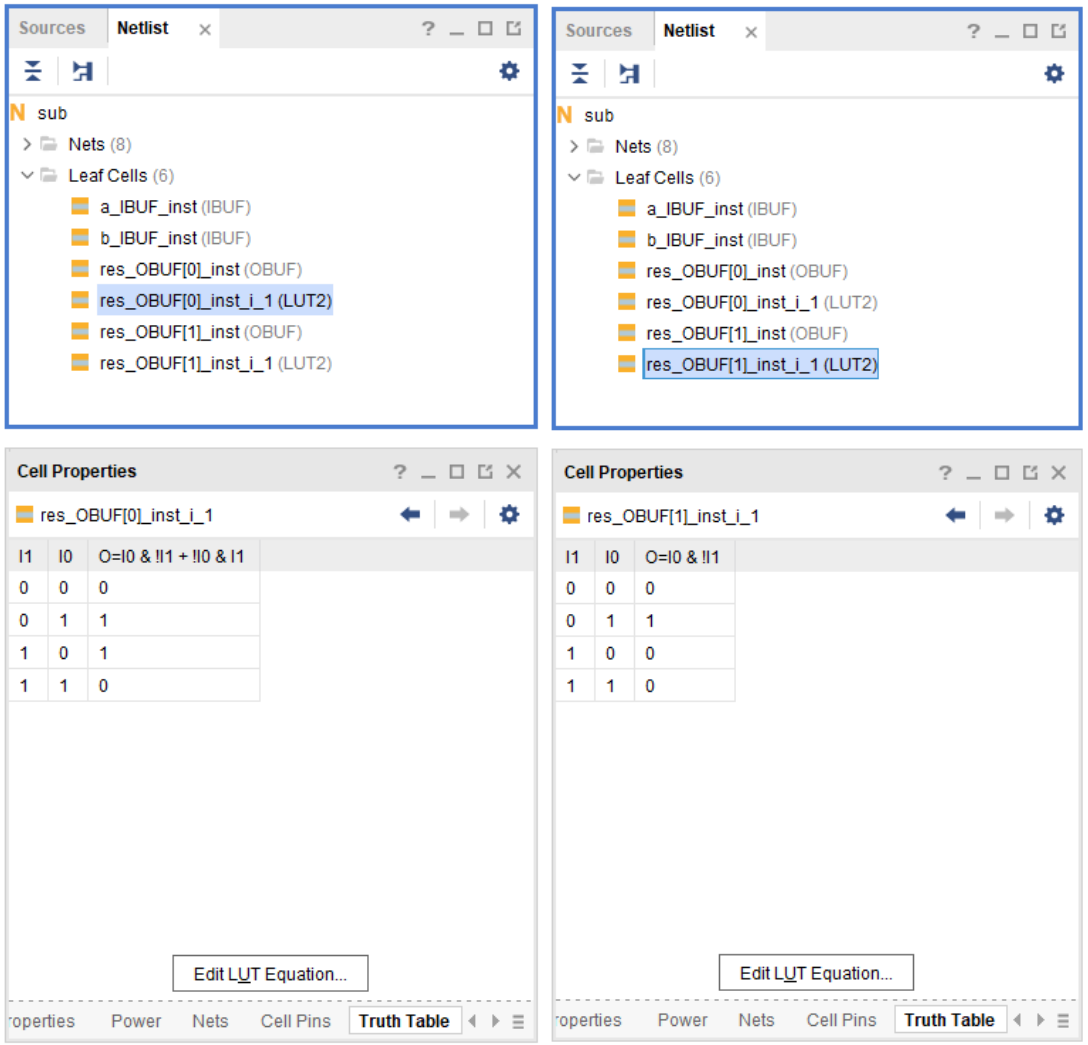
```
module sub(
    input a, b,
    output [1:0] res
);

    assign res = a - b;

endmodule
```



Resource	Utilization	Available	Utilization %
LUT	1	63400	0.01
IO	4	210	1.90

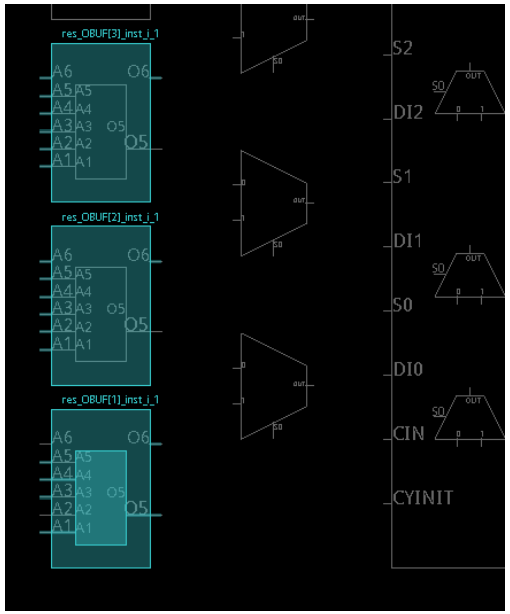
03 АРИФМЕТИКА. ВЫЧИТАНИЕ

```
module sub(
    input a, b,
    output [1:0] res
);

    assign res = a - b;

endmodule
```



03 АРИФМЕТИКА. СЛОЖЕНИЕ И ВЫЧИТАНИЕ НА БОЛЬШЕЙ РАЗРЯДНОСТИ

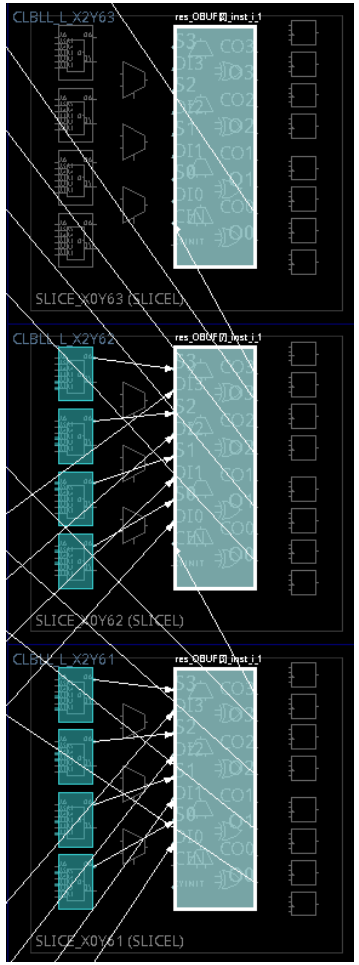
```
module add(
    input [2:0] a,
    input [2:0] b,
    output [3:0] res
);
assign res = a + b;
endmodule
```



Resource	Estimation	Available	Utilization %
LUT	3	63400	0.01
IO	10	210	4.76

03 АРИФМЕТИКА. СЛОЖЕНИЕ И ВЫЧИТАНИЕ НА БОЛЬШЕЙ РАЗРЯДНОСТИ

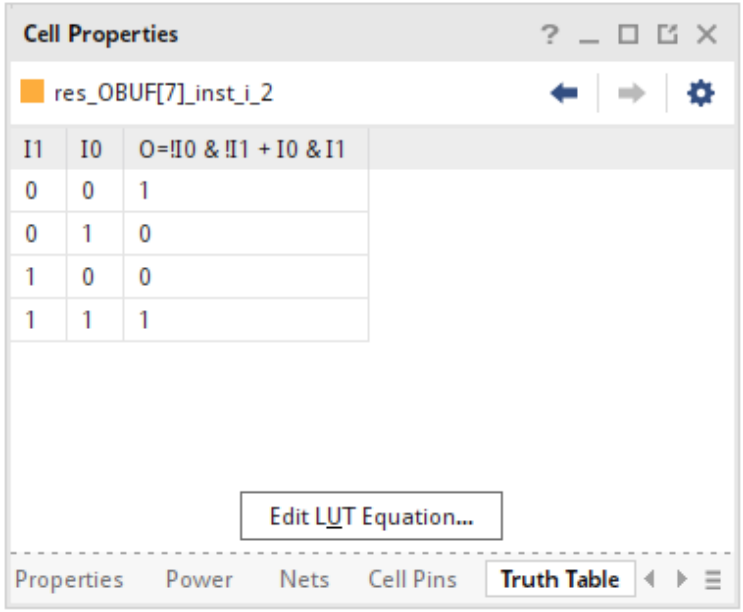
```
module add(
    input [7:0] a,
    input [7:0] b,
    output [8:0] res
);
assign res = a + b;
endmodule
```



Ref Name	Used	Functional Category
IBUF	16	IO
OBUF	9	IO
LUT2	8	LUT
CARRY4	3	CarryLogic

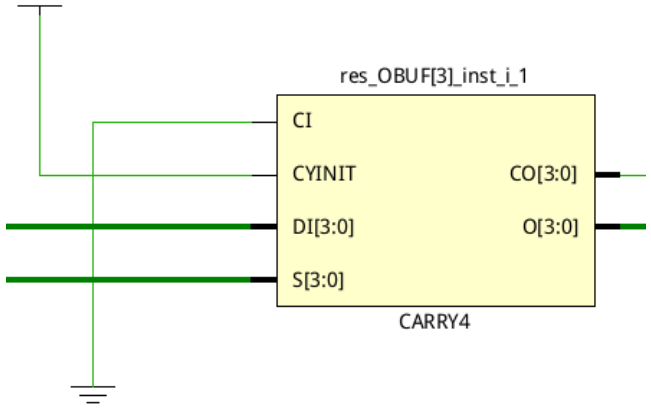
03 АРИФМЕТИКА. СЛОЖЕНИЕ И ВЫЧИТАНИЕ НА БОЛЬШЕЙ РАЗРЯДНОСТИ

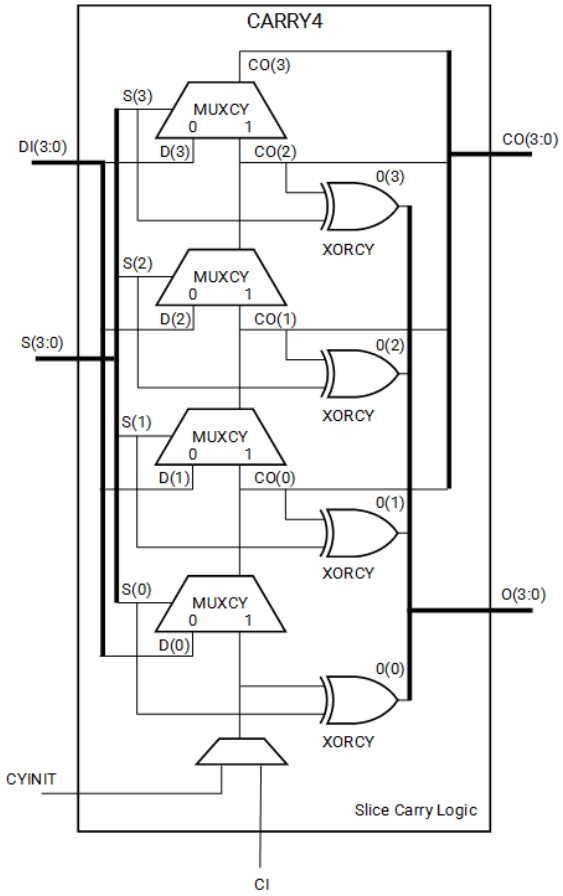
```
module add(
    input [7:0] a,
    input [7:0] b,
    output [8:0] res
);
assign res = a - b;
endmodule
```



03 АРИФМЕТИКА. СЛОЖЕНИЕ И ВЫЧИТАНИЕ НА БОЛЬШЕЙ РАЗРЯДНОСТИ

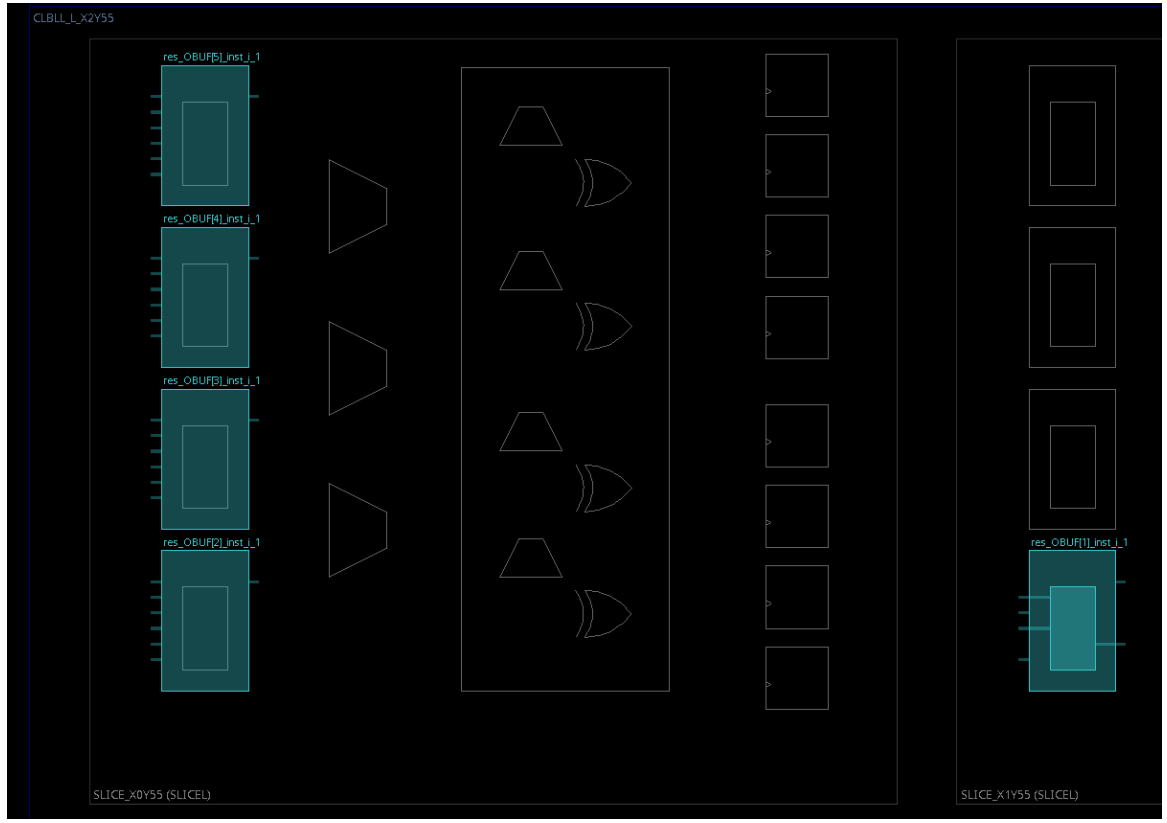
```
module add(
    input [7:0] a,
    input [7:0] b,
    output [8:0] res
);
assign res = a - b;
endmodule
```





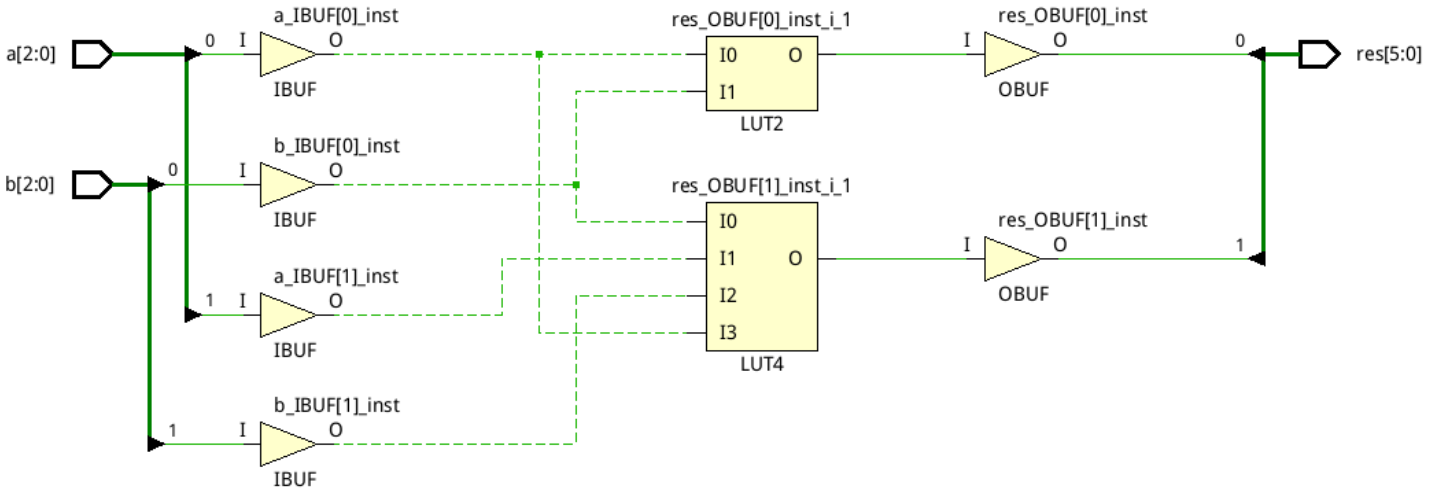
03 АРИФМЕТИКА. УМНОЖЕНИЕ

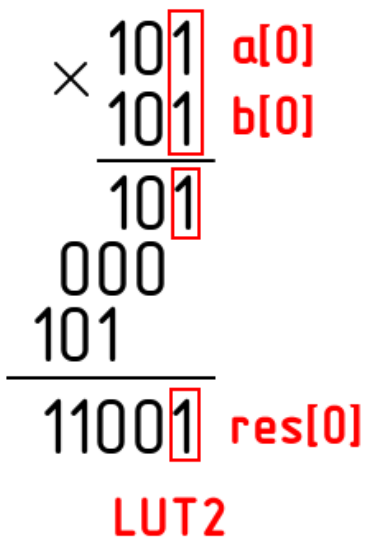
```
module mult(
    input [2:0] a,
    input [2:0] b,
    output [5:0] res
);

assign res = a * b;

endmodule
```

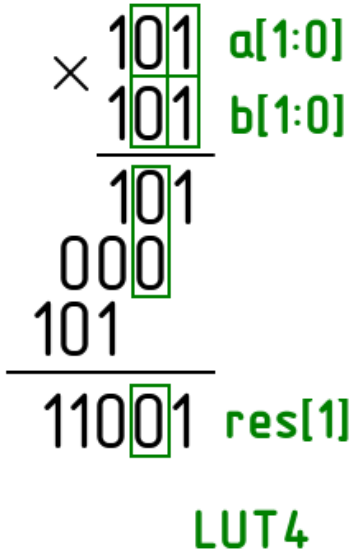


Resource	Utilization	Available	Utilization %
LUT	5	63400	0.01
IO	12	210	5.71

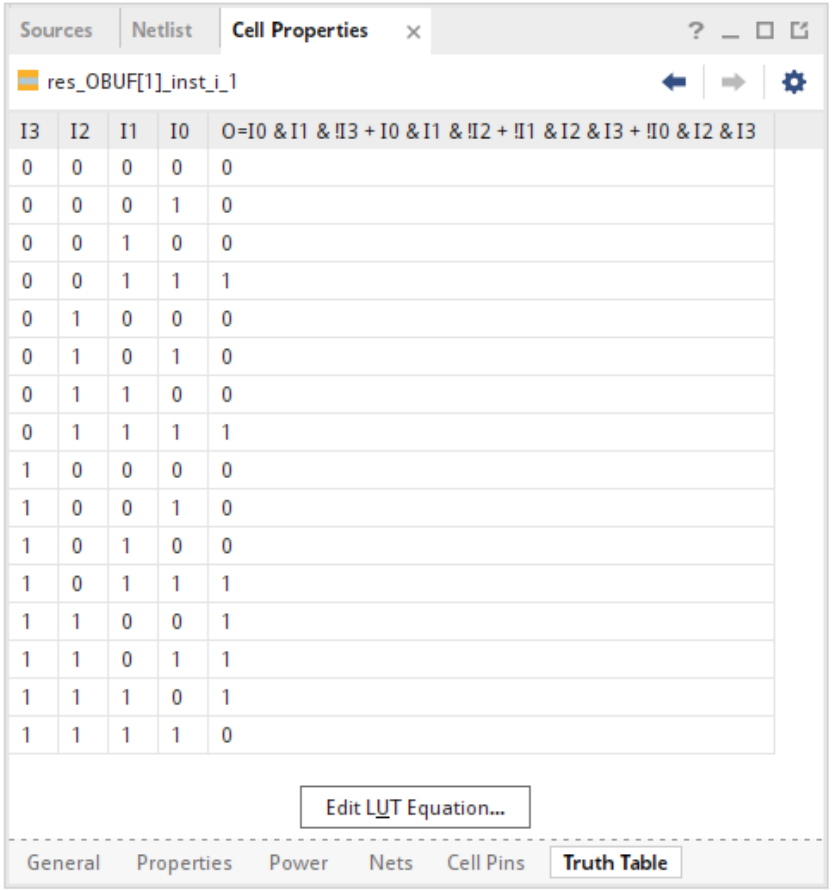
03 АРИФМЕТИКА. УМНОЖЕНИЕ

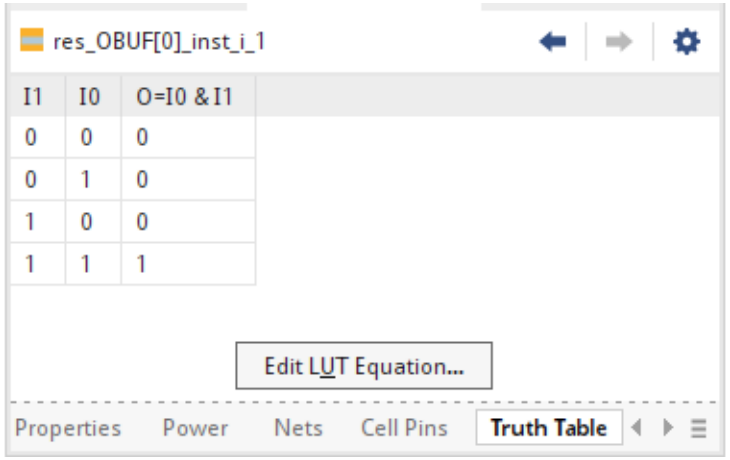






03 АРИФМЕТИКА. УМНОЖЕНИЕ

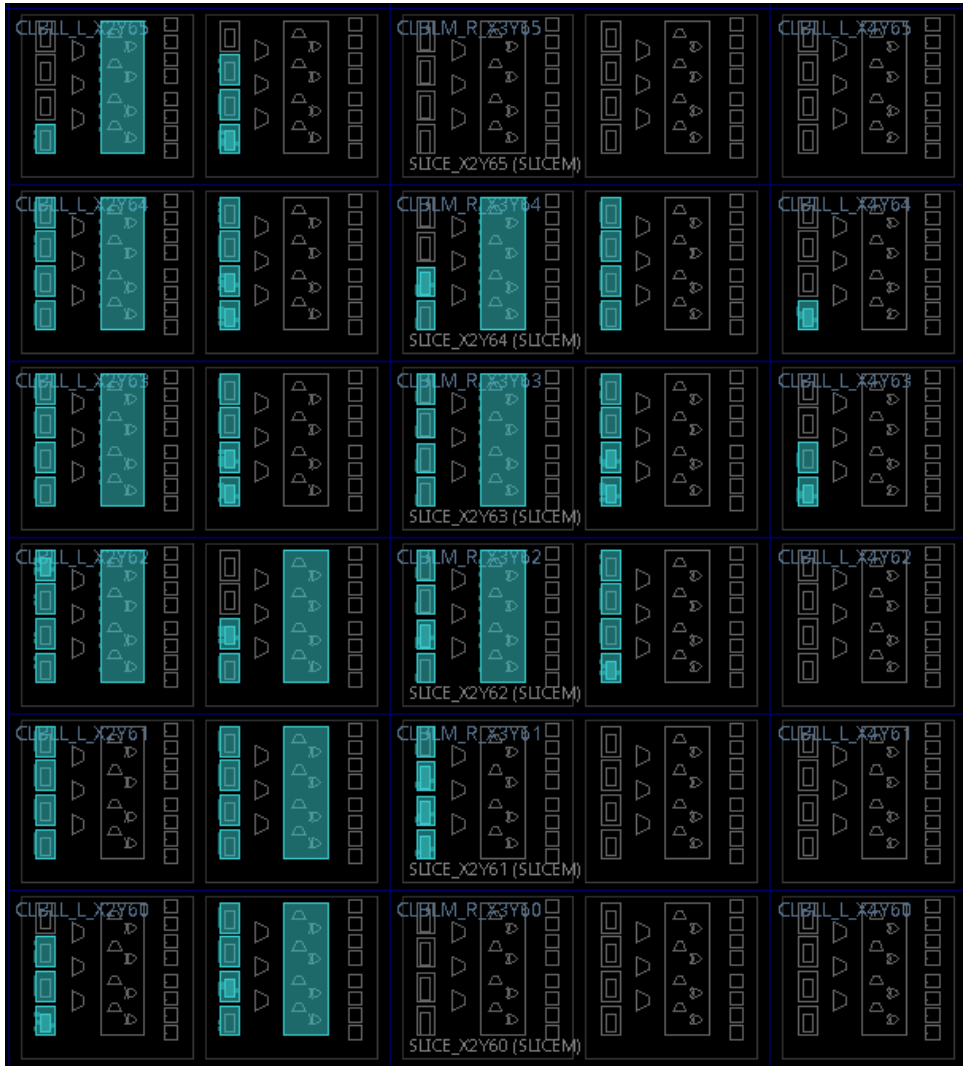




03 АРИФМЕТИКА. УМНОЖЕНИЕ

```
module mult(
    input [7:0] a,
    input [7:0] b,
    output [15:0] res
);

assign res = a * b;

endmodule
```

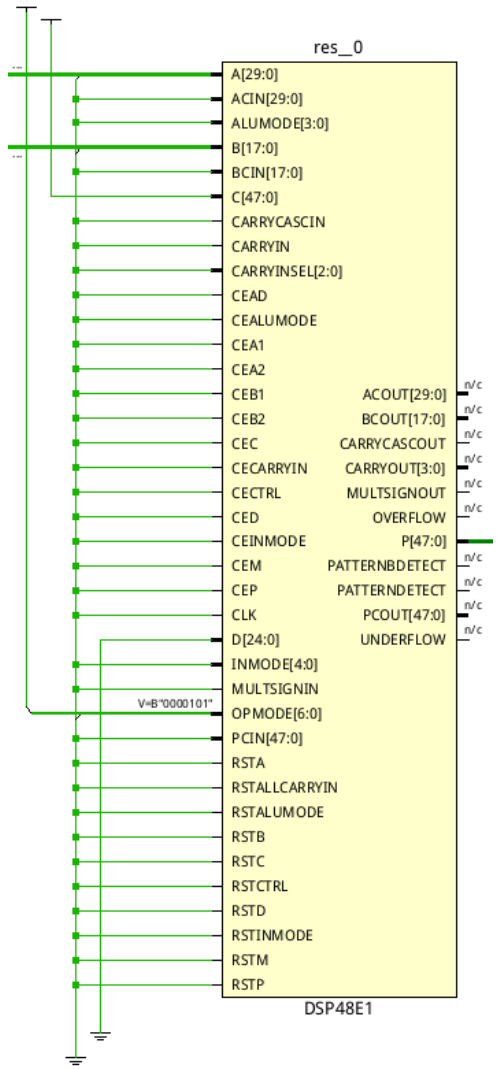
Ref Name	Used	Functional Category
LUT6	37	LUT
LUT2	25	LUT
LUT4	21	LUT
OBUF	16	IO
IBUF	16	IO
CARRY4	10	CarryLogic
LUT5	3	LUT
LUT3	3	LUT

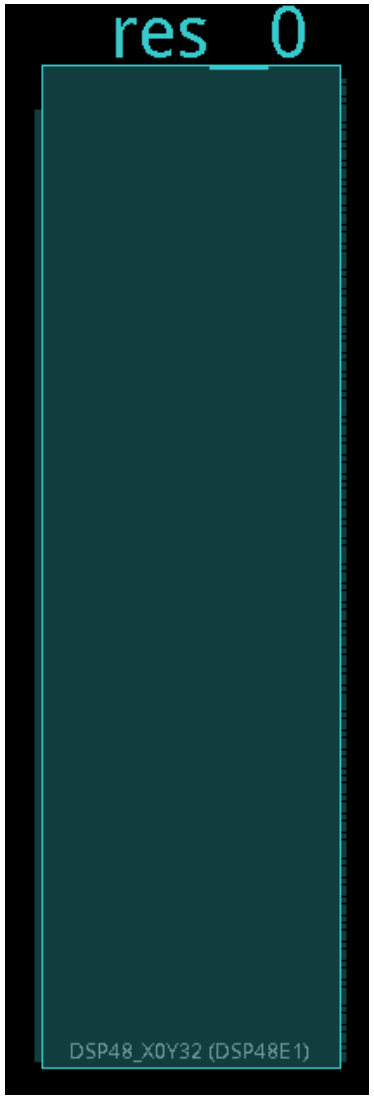


03 АРИФМЕТИКА. УМНОЖЕНИЕ

```
module mult(
    input [15:0] a,
    input [15:0] b,
    output [31:0] res
);
 assign res = a * b;
 endmodule
```

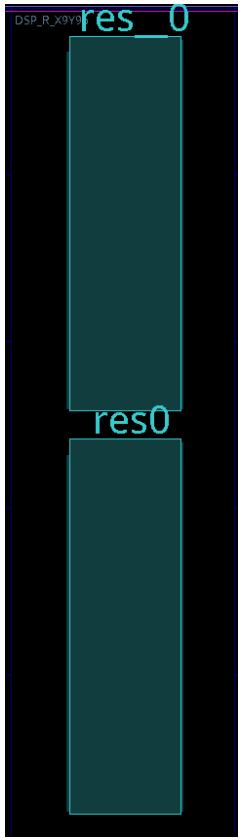
Resource	Utilization	Available	Utilization %
DSP	1	240	0.42
IO	64	210	30.48

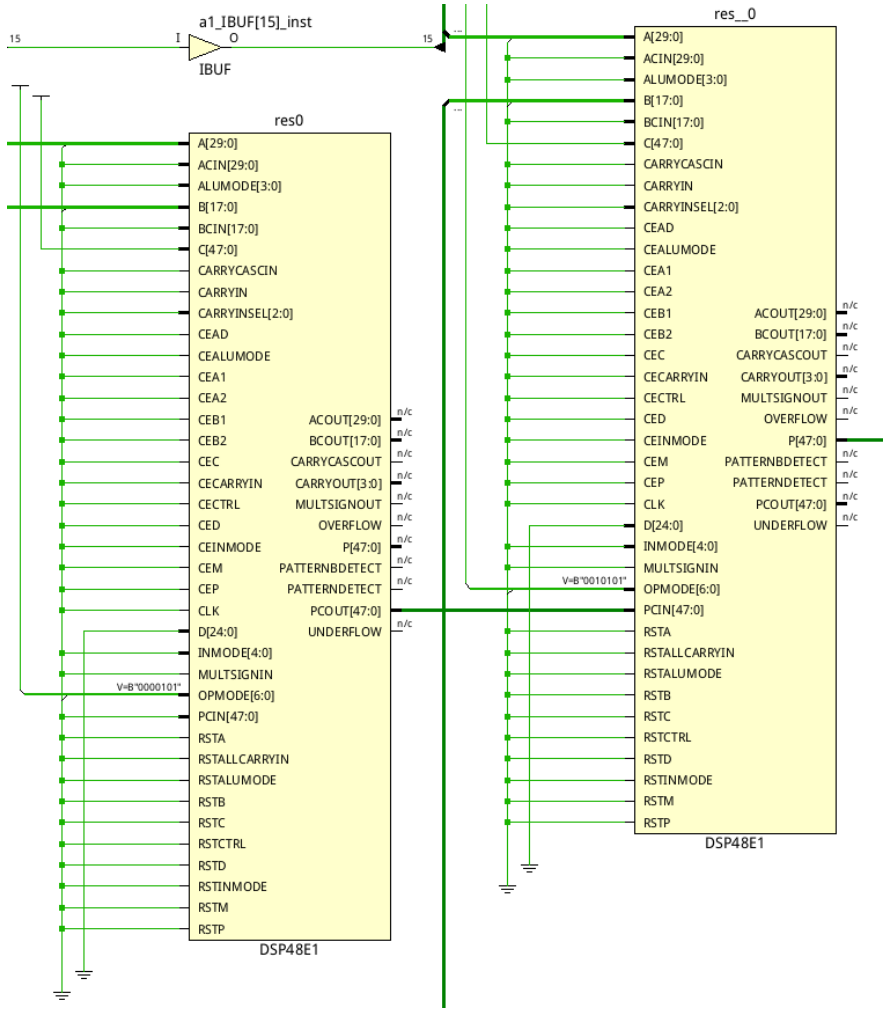




03 АРИФМЕТИКА. MAC

```
module s_mac(
    input signed [15:0] a0, a1,
    input signed [15:0] b0, b1,
    output signed [32:0] res
);

assign res = a0 * b0 + a1 * b1;

endmodule
```



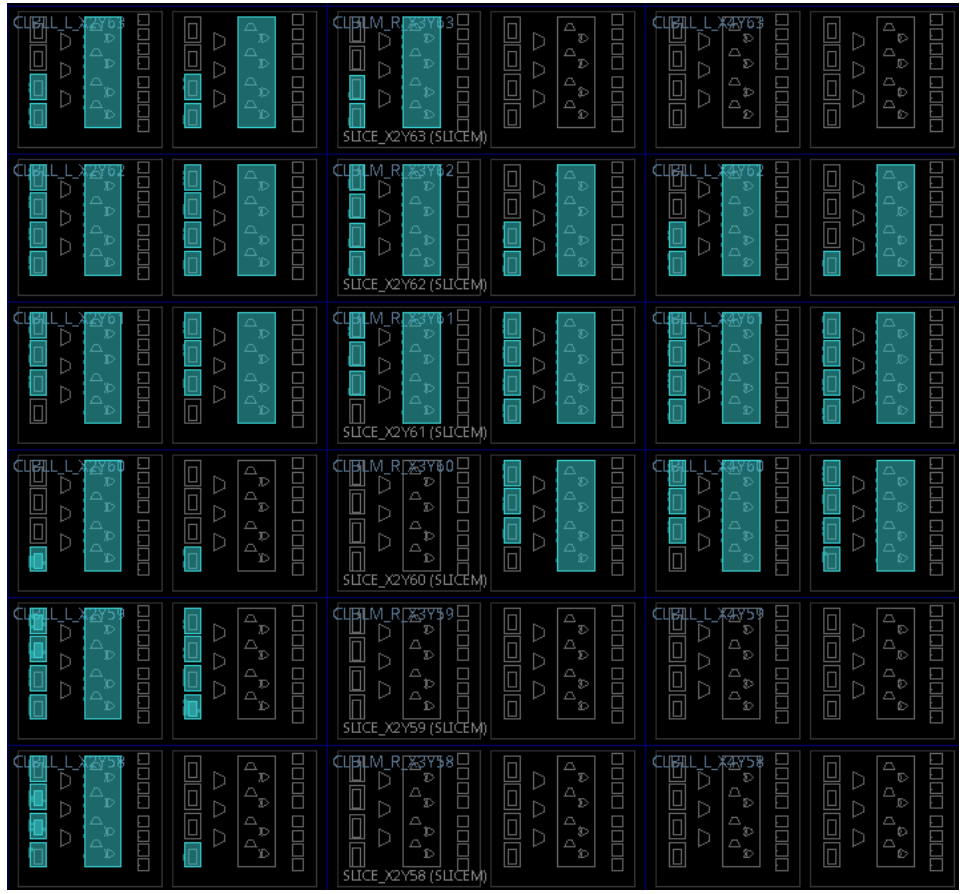


Resource	Utilization	Available	Utilization %
DSP	2	240	0.83
IO	97	210	46.19

03 АРИФМЕТИКА. ДЕЛЕНИЕ

```
module div(
    input [7:0] a,
    input [7:0] b,
    output [7:0] res
);

assign res = a / b;


endmodule
```

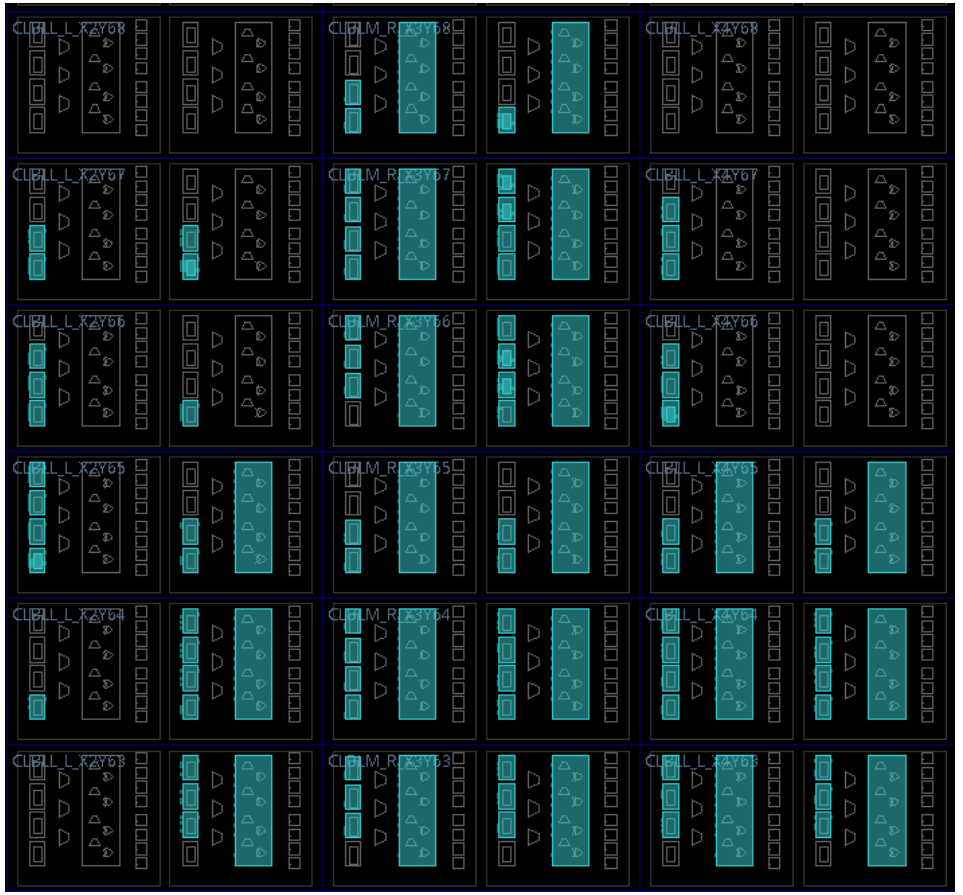
Ref Name	Used	Functional Category
LUT3	49	LUT
CARRY4	21	CarryLogic
IBUF	16	IO
LUT2	13	LUT
OBUF	9	IO
LUT4	7	LUT
LUT6	3	LUT
LUT5	3	LUT



03 АРИФМЕТИКА. ВЗЯТИЕ ОСТАТКА

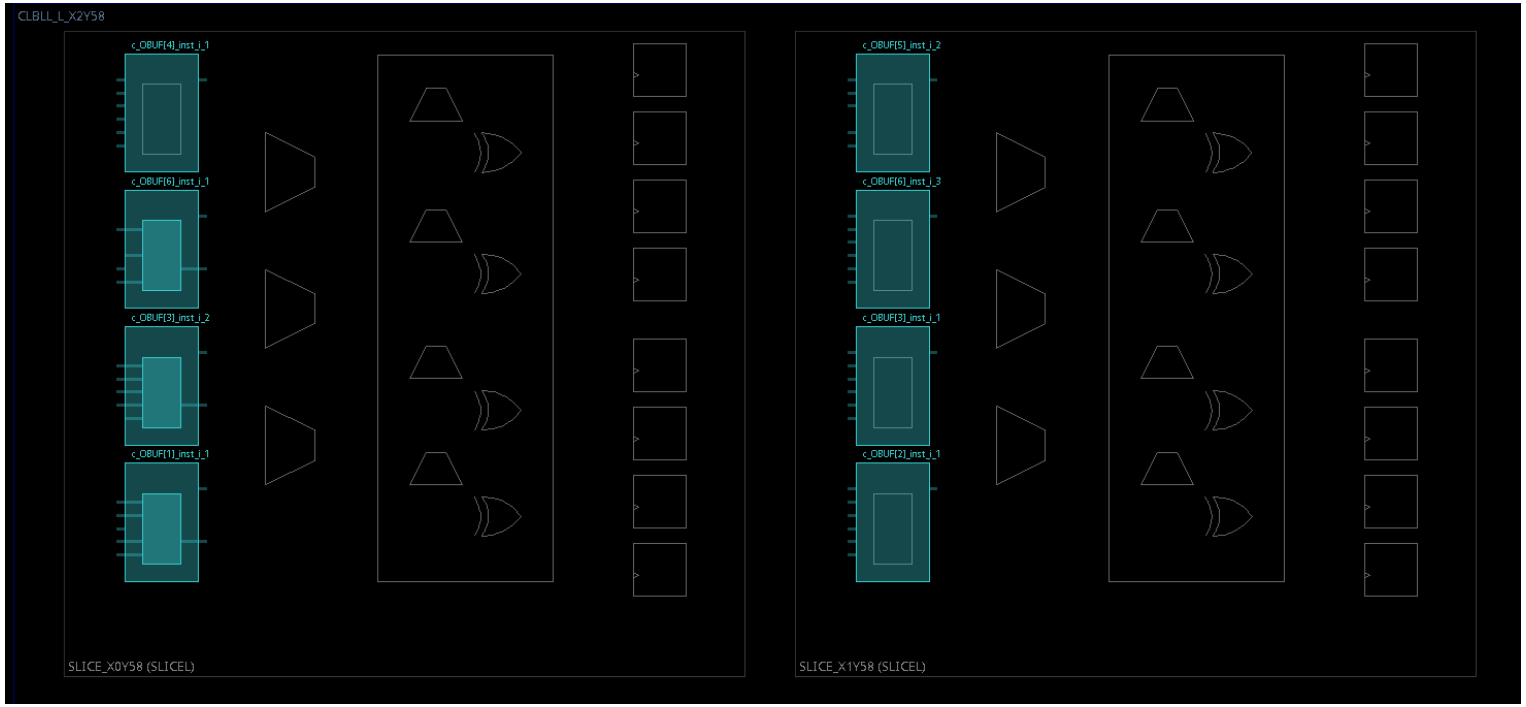
```
module mod (
    input [7:0] a,
    input [7:0] b,
    output [7:0] res
);

assign res = a % b;

endmodule
```

Ref Name	Used	Functional Category
LUT3	49	LUT
CARRY4	21	CarryLogic
IBUF	16	IO
LUT2	13	LUT
OBUF	9	IO
LUT4	7	LUT
LUT6	3	LUT
LUT5	3	LUT



03 АРИФМЕТИКА. СДВИГ

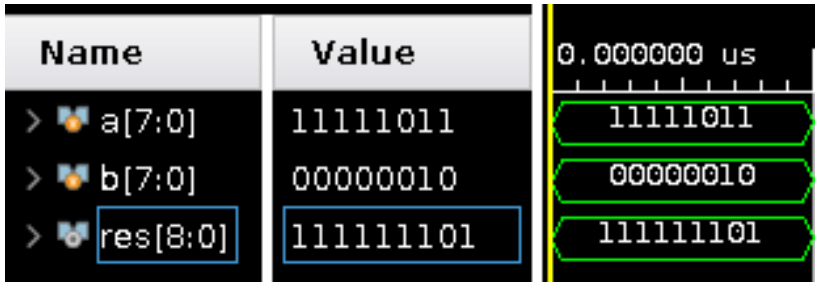
```
module shift (
    input [6:0] a,
    input [2:0] b,
    output [6:0] c
);

assign c = a << b;

endmodule
```

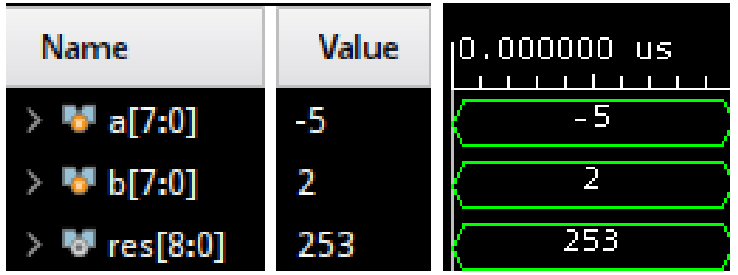


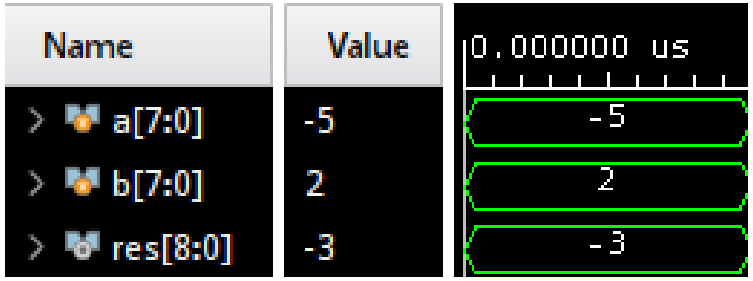
Resource	Utilization	Available	Utilization %
LUT	8	63400	0.01
IO	17	210	8.10

03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

```
module s_add (
    input signed [7:0] a,
    input signed [7:0] b,
    output signed [8:0] res
    );

    assign res = a + b;

endmodule
```

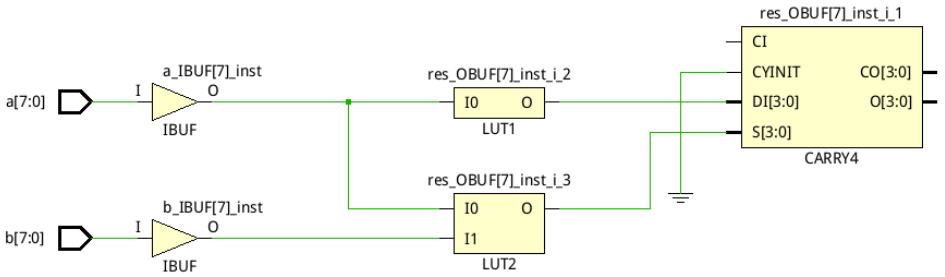


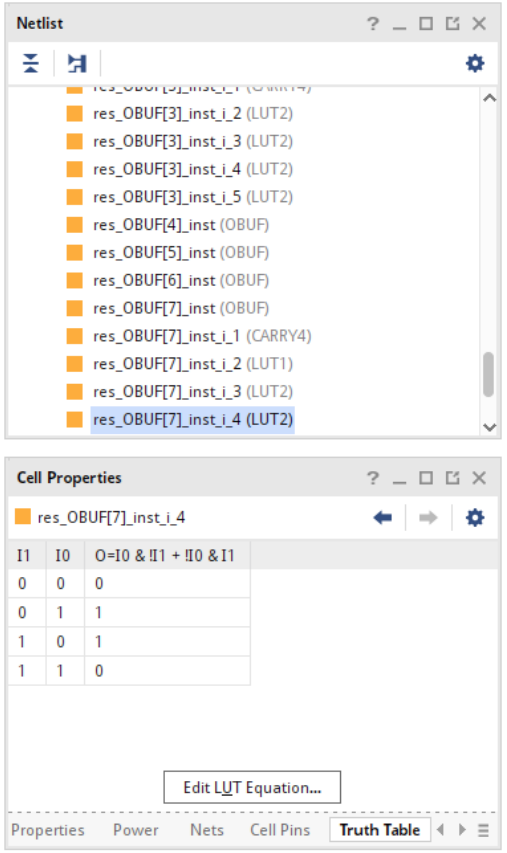


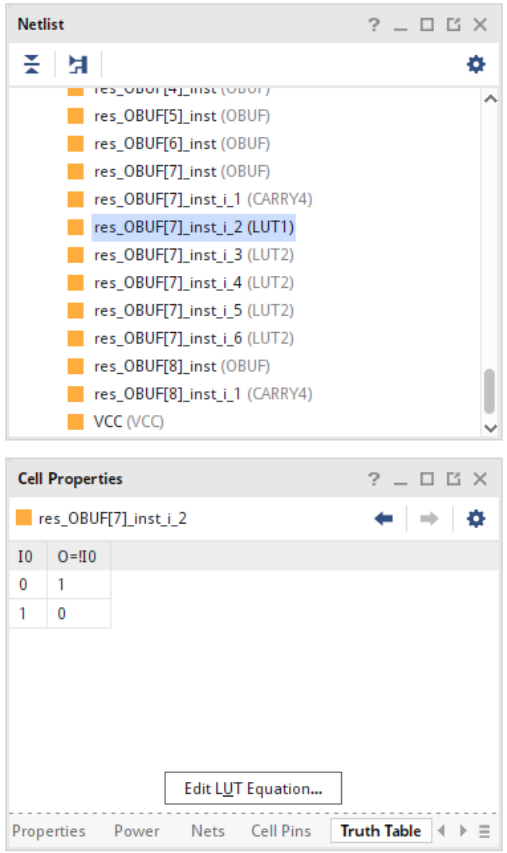


03

АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

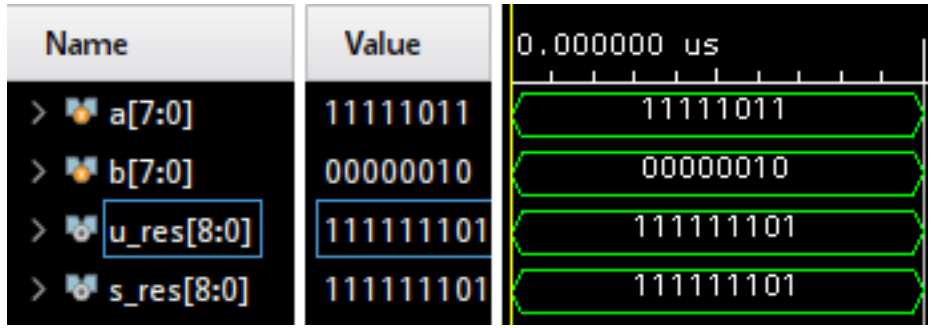


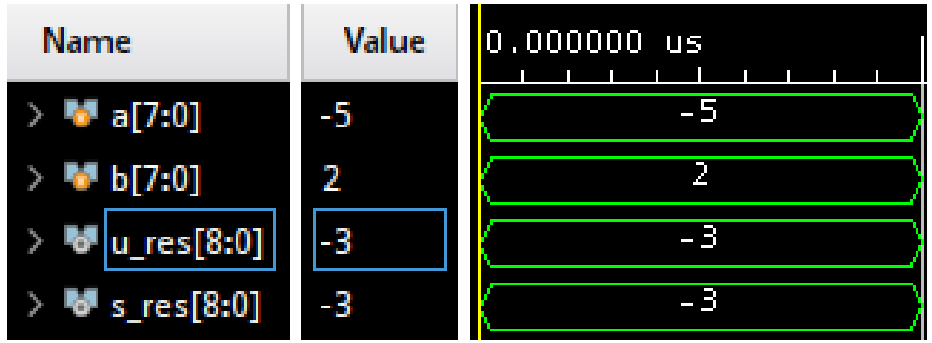




03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

```
module s_add(
    input signed [7:0] a,
    input signed [7:0] b,
    output signed [8:0] s_res,
    output [8:0] u_res
);

assign s_res = a + b;
assign u_res = a + b;

endmodule
```

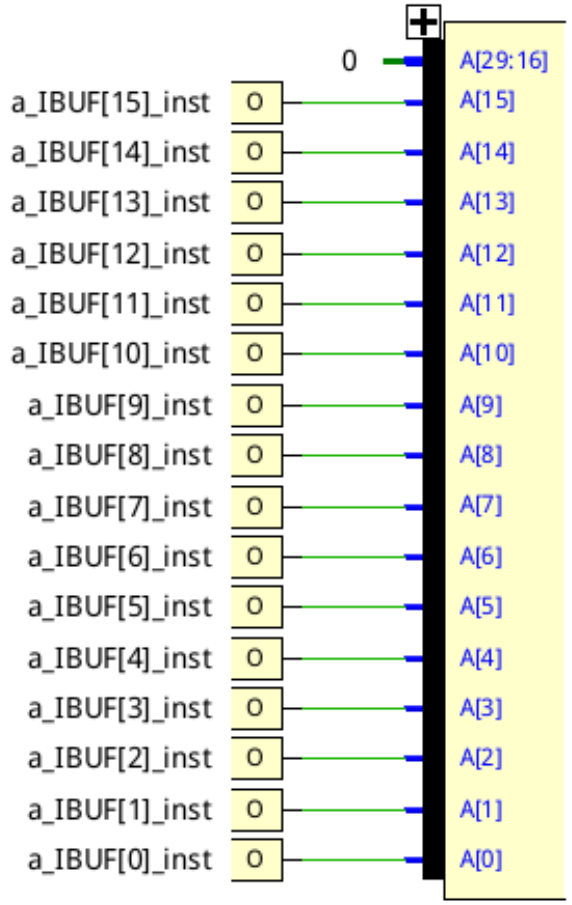


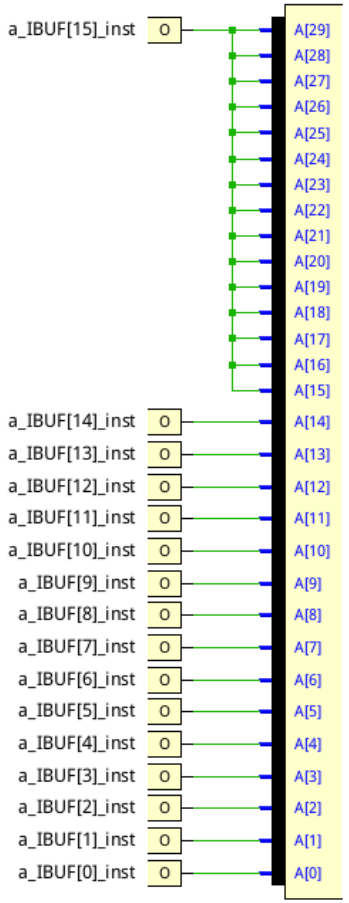


03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

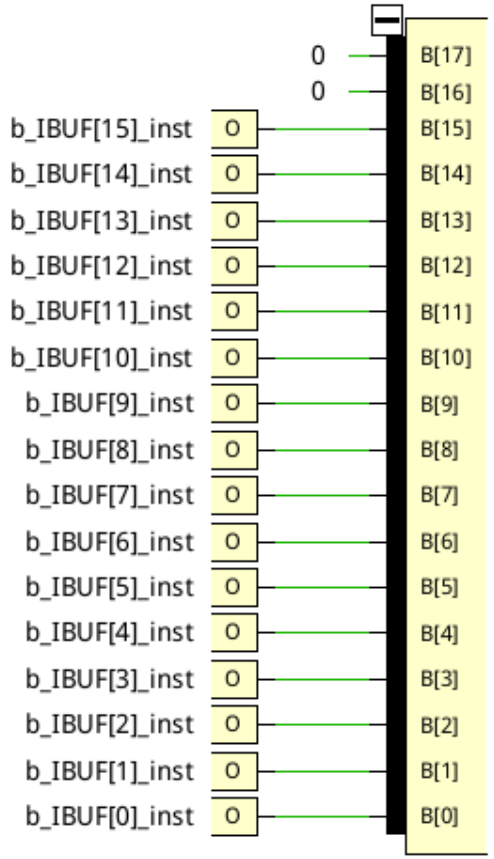
```
module s_mult(
     input signed [15:0] a,
     input signed [15:0] b,
    output signed [31:0] res
);

assign res = a * b;

endmodule
```

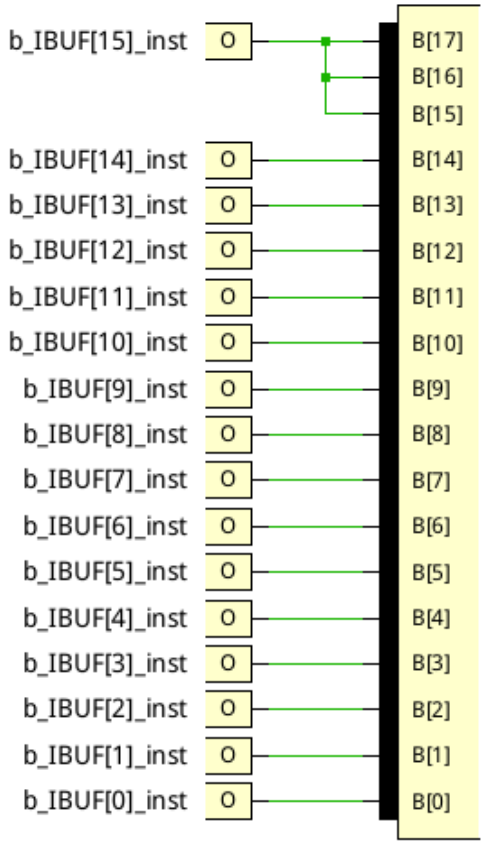
03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ





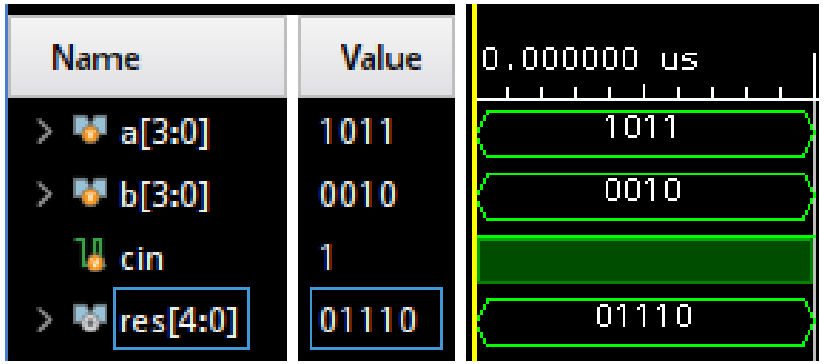
03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

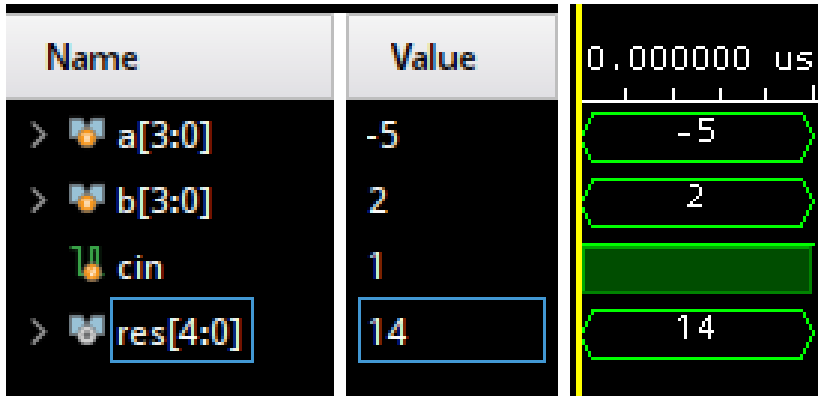




03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

```
module s_add_cin(
    input signed [3:0] a,
    input signed [3:0] b,
    input cin,

    output signed [4:0] res
);

assign res = a + b + cin;

endmodule
```



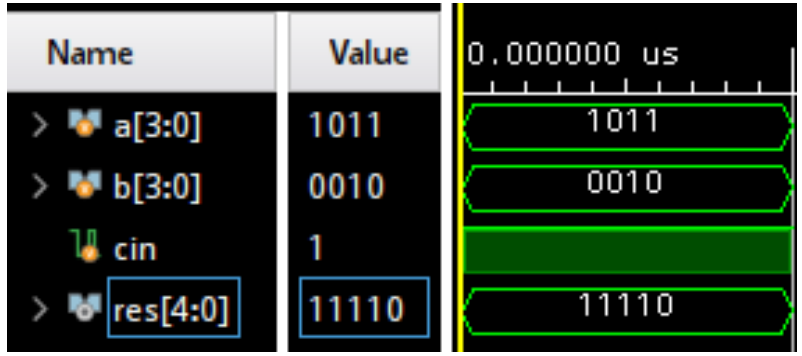


03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

```
module s_add_cin(
    input signed [3:0] a,
    input signed [3:0] b,
    input cin,

    output signed [4:0] res
);

assign res = a + b + $signed(cin);

endmodule
```

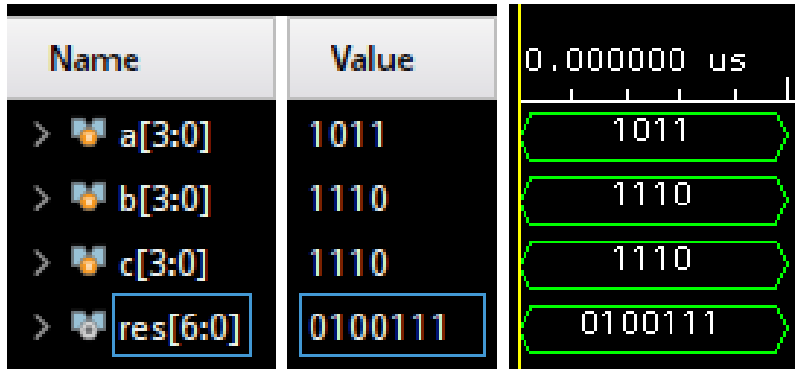
03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

```
module s_add_cin(
    input signed [3:0] a,
    input signed [3:0] b,
    input cin,

    output signed [4:0] res
);

assign res = a + b + $signed({1'b0, cin});

endmodule
```



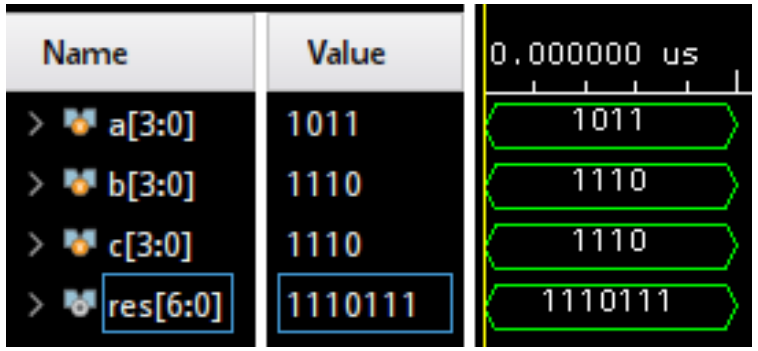
03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

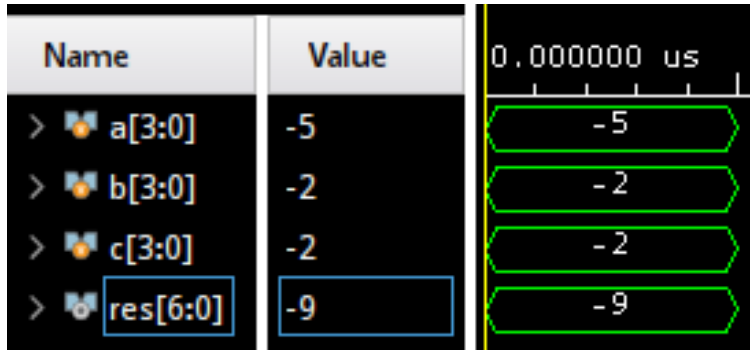
```
module s_add_part(
    input signed [3:0] a,
    input signed [3:0] b,
    input signed [3:0] c,

    output signed [6:0] res
);

assign res = a + b + c[3:0];

endmodule
```



03 АРИФМЕТИКА. АРИФМЕТИКА СО ЗНАКОМ

```
module s_add_part(
    input signed [3:0] a,
    input signed [3:0] b,
    input signed [3:0] c,

    output signed [6:0] res
);

assign res = a + b + $signed(c[3:0]);

endmodule
```





03 АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ

«>» – первый операнд больше второго;
«<» – первый операнд меньше второго;
«==» – первый операнд со вторым равны;
«>=» – первый операнд больше или равен второму;
«<=» – первый операнд меньше или равен второму;
«!=» – первый операнд не равен второму.

03 АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ

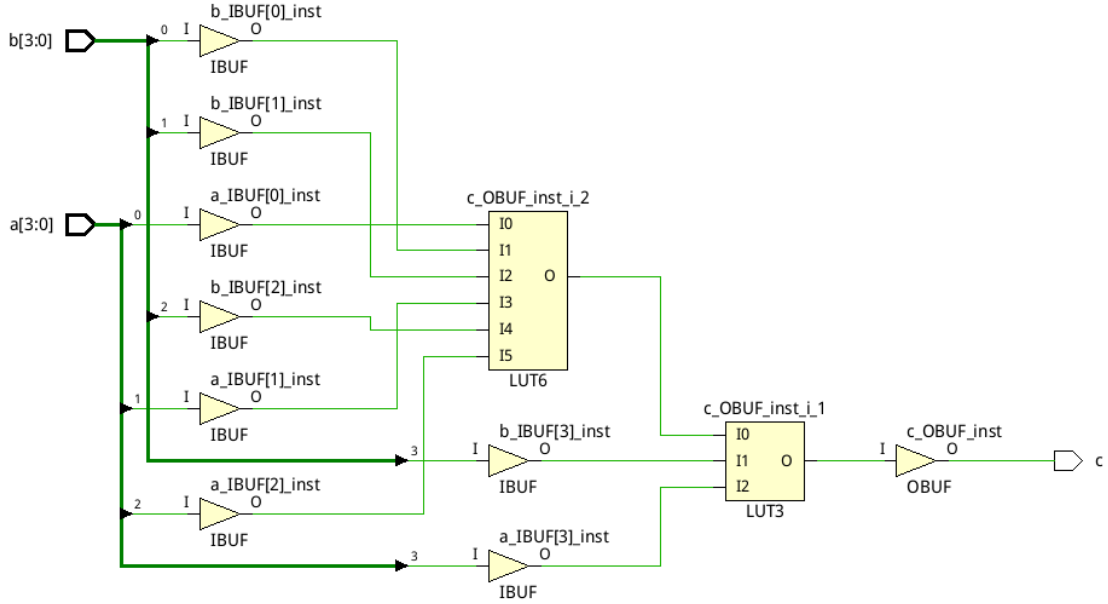
```
module more(
    input [3:0] a, b,
    output c
);

assign c = a > b;

endmodule
```

Resource	Utilization
LUT	2
IO	9

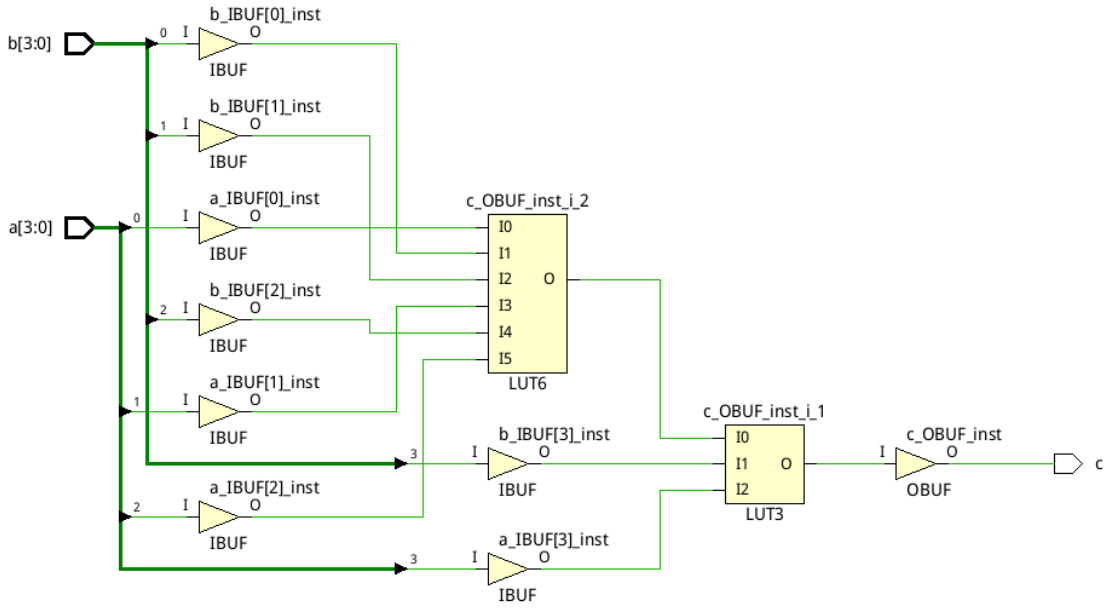
Ref Name	Used	Functional Category
IBUF	8	IO
OBUF	1	IO
LUT6	1	LUT
LUT3	1	LUT

03 АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ

```
module more(
    input [3:0] a, b,
    output c
);

assign c = a > b;

endmodule
```



03 АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ



Cell Properties

c_OBUF_inst_i_1

I2	I1	I0	O=I0 & !I1 + !I1 & I2 + I0 & I2
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Cell Properties

c_OBUF_inst_i_2

I5	I4	I3	I2	I1	I0	O=I0 & !I1 & !I2
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	0	1	1	1
0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0

03 АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ. УВЕЛИЧЕНИЕ РАЗРЯДНОСТИ

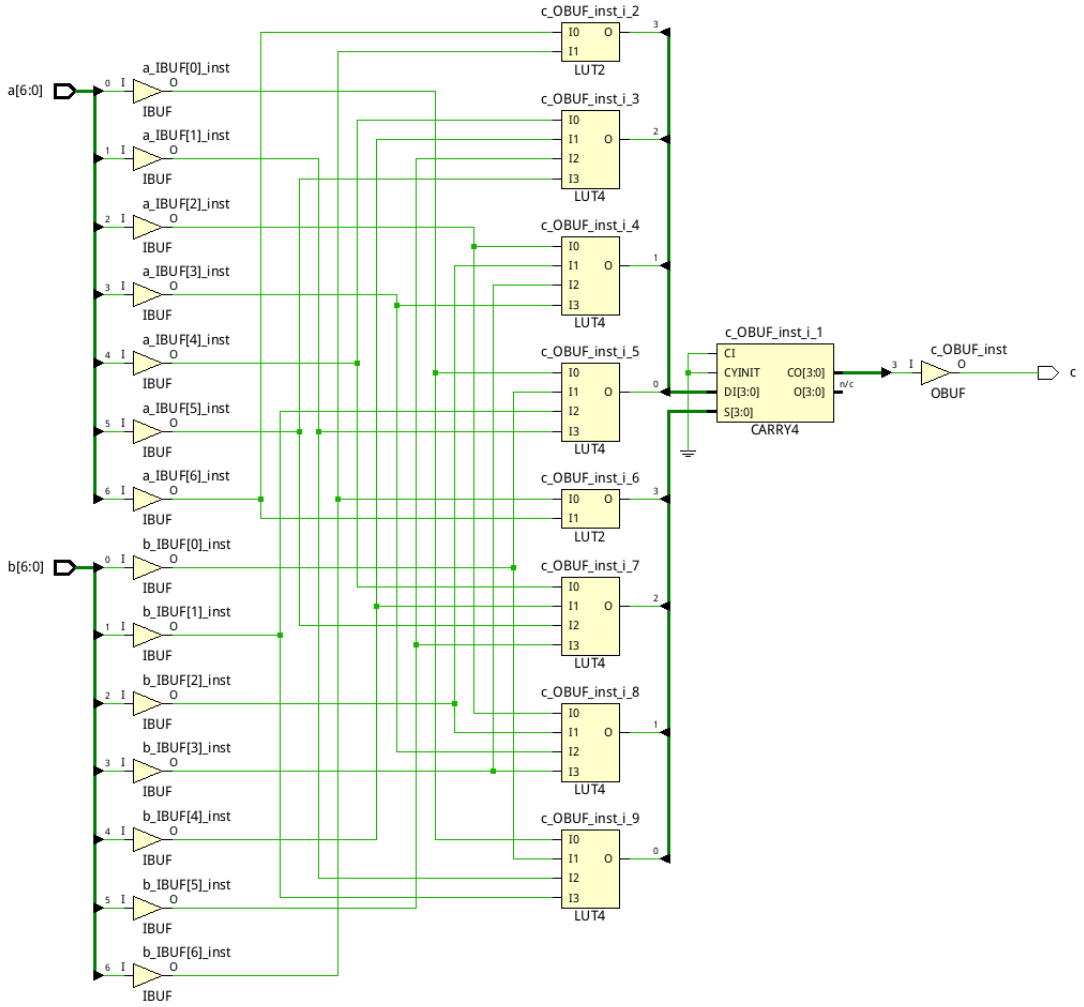
```
module more(
    input [6:0] a, b,
    output c
);

assign c = a > b;

endmodule
```

Resource	Utilization
LUT	4
IO	15

Ref Name	Used	Functional Category
IBUF	14	IO
LUT4	6	LUT
LUT2	2	LUT
OBUF	1	IO
CARRY4	1	CarryLogic

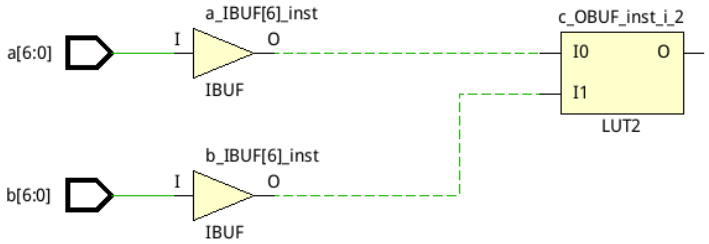
03 АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ. УВЕЛИЧЕНИЕ РАЗРЯДНОСТИ

```
module more(
    input [6:0] a, b,
    output c
);

assign c = a > b;

endmodule
```



03 АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ. СТАРШИЙ РАЗРЯД

```
module more(
    input [6:0] a, b,
    output c
);

assign c = a > b;

endmodule
```



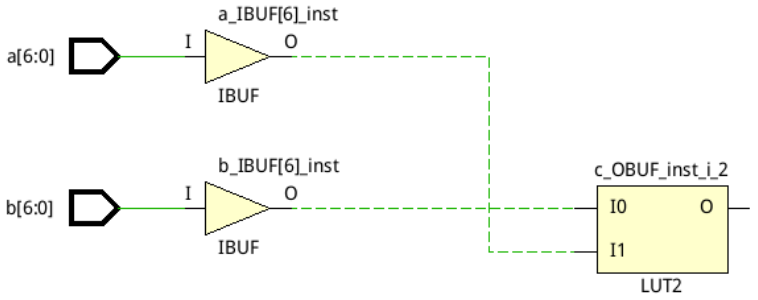
Cell Properties

c_OBUF_inst_i_2

I1	I0	O=I0 & !I1
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

03 АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ. СТАРШИЙ РАЗРЯД

```
module more(
    input [6:0] a, b,
    output c
);

assign c = a < b;

endmodule
```



Cell Properties

c_OBUF_inst_i_2

I1	I0	O=I0 & !I1
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

03

АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ. ПРОВЕРКА НА РАВЕНСТВО РАЗРЯДОВ ПРИ «>» И «<»

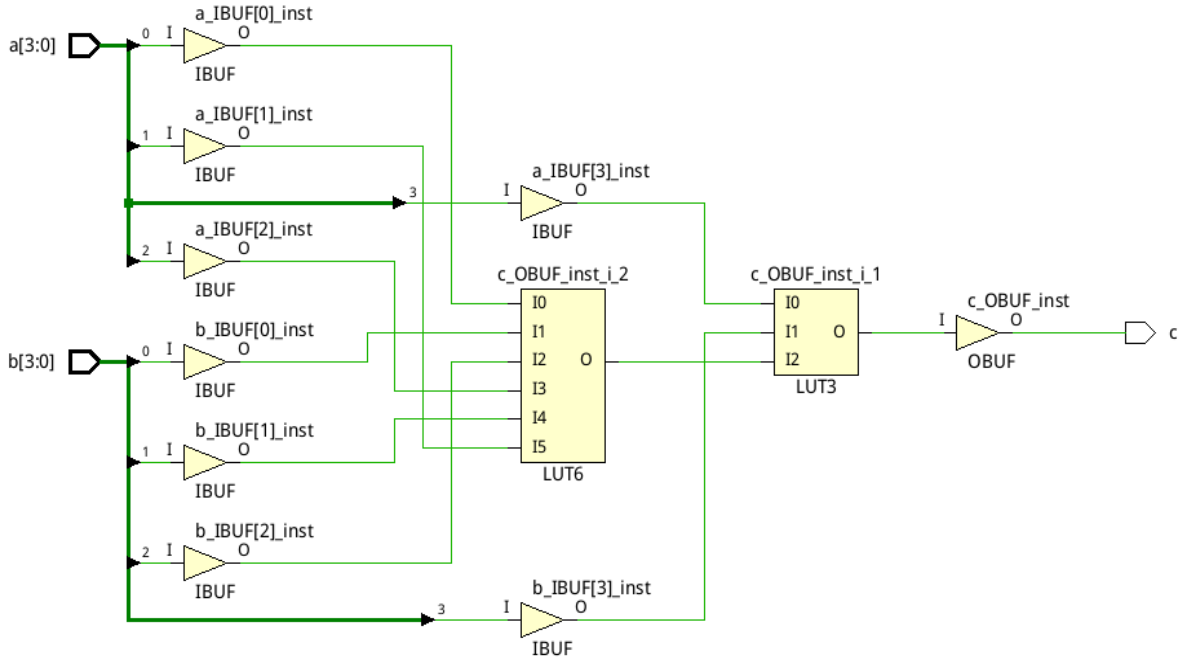
Cell Properties

c_OBUF_inst_i_6

I1	I0	O=!I0 & !I1 + I0 & I1
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

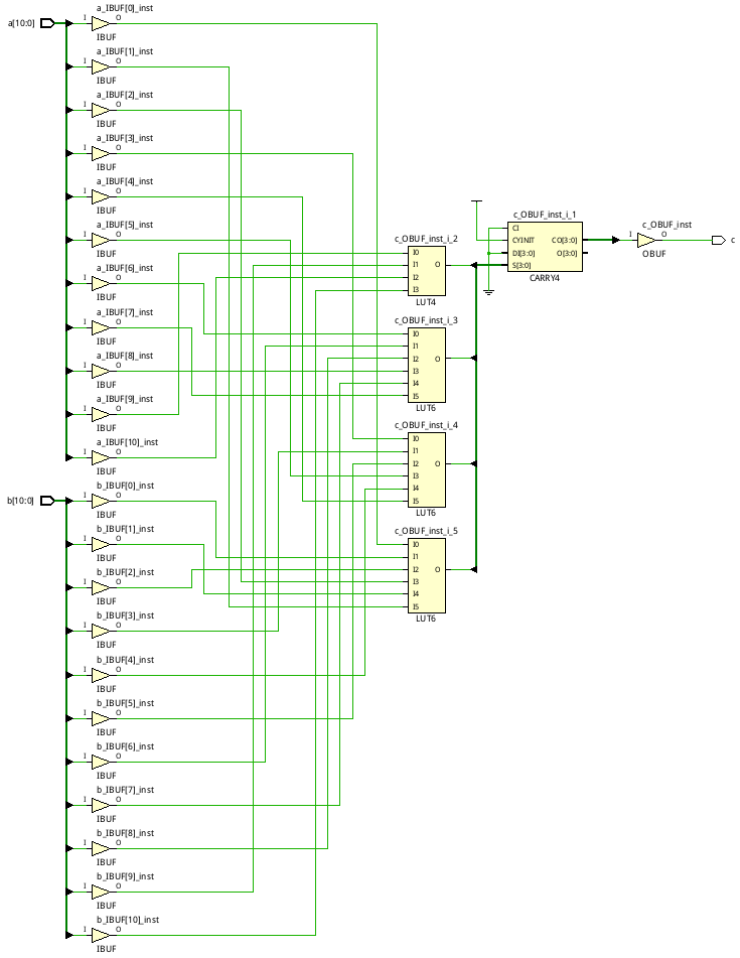
03

АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ ЧЕТЫРЁХРАЗРЯДНЫЙ КОМПАРАТОР «==»



03

АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ
11-РАЗРЯДНЫЙ КОМПАРАТОР «==»



03

АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ КОМПАРАТОР «==». ТАБЛИЦЫ ИСТИННОСТИ ПРИ РАЗНОЙ РАЗРЯДНОСТИ

Cell Properties

c_OBUF_inst_i_2

I5	I4	I3	I2	I1	I0	O=!I0 & !I1 & !I2
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	1	1	0
0	0	1	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0

Cell Properties

c_OBUF_inst_i_1

I2	I1	I0	O=!I0 & !I1 & I2 + I0 & I1 & I2
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Cell Properties

c_OBUF_inst_i_2

I5	I4	I3	I2	I1	I0	O=!I0 & !I1 & !I2
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	1	1	0
0	0	1	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0

Cell Properties

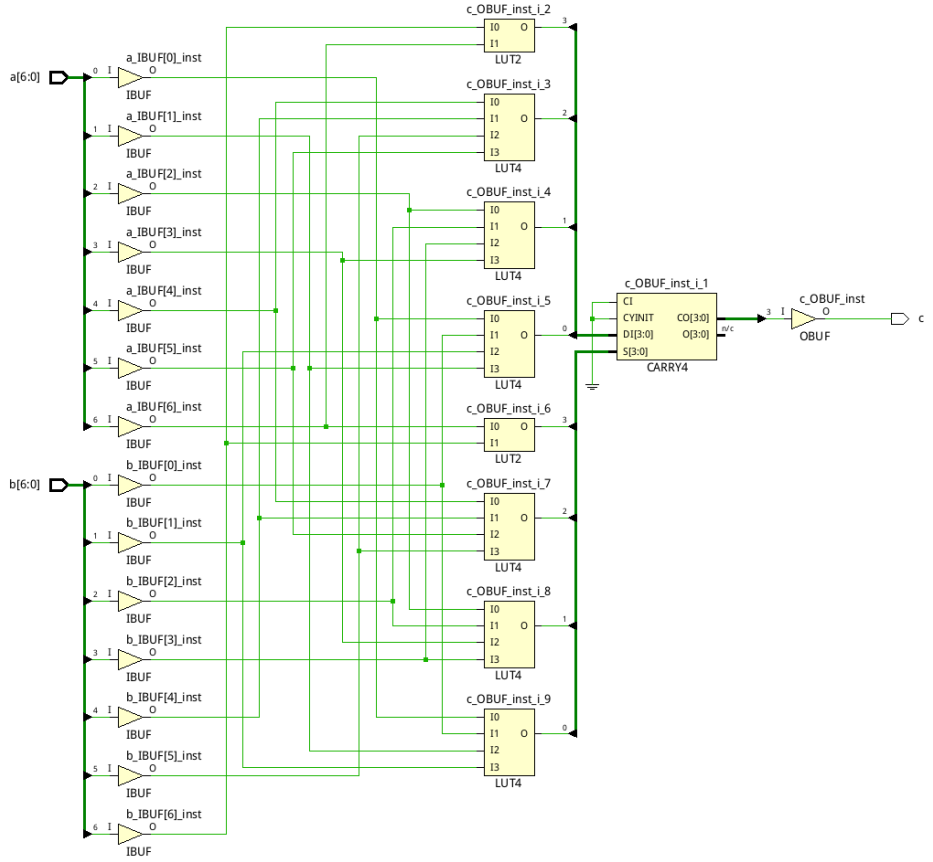
c_OBUF_inst_i_1

I3	I2	I1	I0	O=!I0 & !I1 & I2 & I3 + I0 & I1 & I2 & I3
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

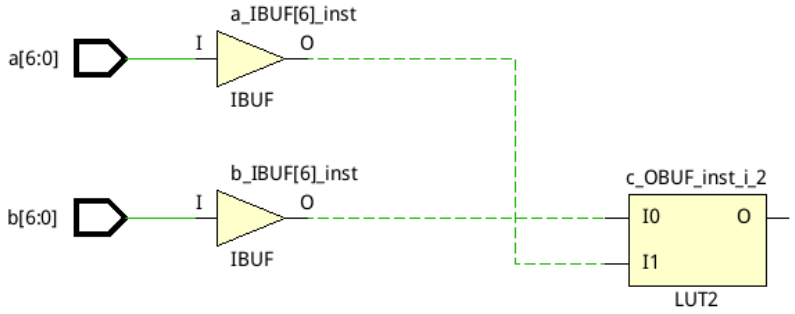
03

АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ СО ЗНАКОМ

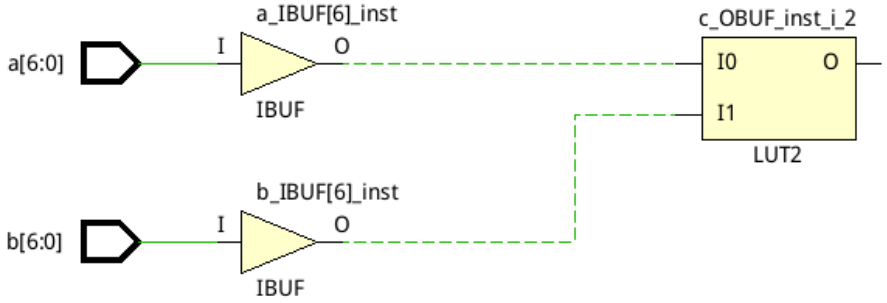
```
module more(
    input signed [6:0] a, b,
    output c
);

assign c = a > b;

endmodule
```



03 АРИФМЕТИКА. СРАВНЕНИЕ ЧИСЕЛ СО ЗНАКОМ



Знаковый



Беззнаковый

Cell Properties

c_OBUF_inst_i_2

I1	I0	O=I0 & !I1
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

03 АРИФМЕТИКА. НЕСИНТЕЗИРУЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ

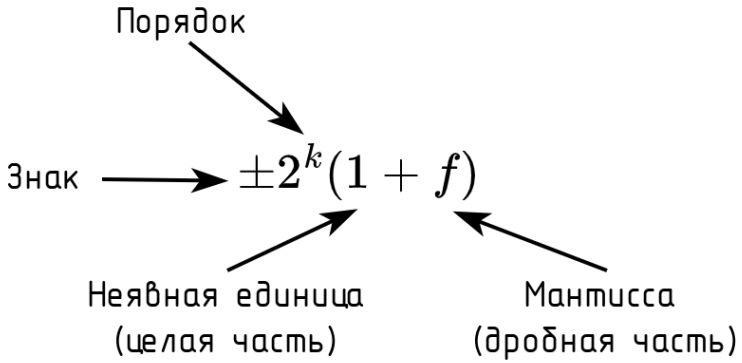
```
module pow(
    input [7:0] a,
    input [1:0] b,
    output [31:0] res
);

assign res = a ** b;

endmodule
```

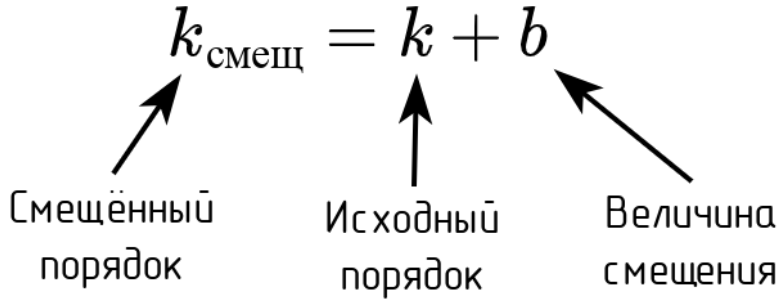
[Synth 8-277] exponentiation is not supported [pow.v:11]

03 АРИФМЕТИКА. НЕСИНТЕЗИРУЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ

```
module div_real(
    input [31:0] a, b,
    output [31:0] res
);
real r;
always@*
    r = a / b;
assign res = r;
endmodule
```

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА





03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА

Знак	Порядок (в смещённом коде)	Мантисса (в прямом коде)	
1 бит	$k_{\text{смещ}}$ (m бит)	1,	f (n бит)

$$k_{\text{смещ}} = k + b$$

Смещённый порядок — $k_{\text{смещ}}$; Исходный порядок — k; Величина смещения — b

$$b = 2^{m-1} - 1$$

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА

Знак	Порядок (в смещённом коде)	Мантисса (в прямом коде)	
1 бит	5 бит	1,	10 бит

Знак	Порядок (в смещённом коде)	Мантисса (в прямом коде)	
1 бит	8 бит	1,	23 бита

Знак	Порядок (в смещённом коде)	Мантисса (в прямом коде)	
1 бит	11 бит	1,	52 бита

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА

Тип числа	Знак (Sign)	Порядок (Exponent)	Целая часть (неявная) (Implicit Leading Bit)	Мантисса (Significand)
Нормализованное число (Normal)	+-	0 < E < max	1	Любой набор битов
Ненормализованное число (Subnormal)	+-	0	0	Любой ненулевой набор битов
Ноль	+-	0	0	0
Бесконечность (∞ — Infinity)	+-	Все 1 (max)	1	0
Не число (NaN — Not a Number)	+-	Все 1 (max)	1	Любой ненулевой набор битов

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА

$$0{,}01011_2 = 1{,}011_2 * 2^{-2}$$

$$k_{\text{смещ}} = -2_{10} + 15_{10} = 13_{10} = 01101_2$$

Знак	Порядок (в смещённом коде)	Мантисса (в прямом коде)	
0	01101	1,	01100000000000000000000

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА

1. Выровнять порядки чисел.
2. Произвести операцию суммирования или вычитания.

$$1{,}1101_2 * 2_{10}^{0_{10}} = 0{,}0111_2 * 2_{10}^{2_{10}}$$

03

АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА. ИСКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ СЛОЖЕНИЯ

ОП2\ОП1	Не число	+∞	-∞	+0	-0	+Норм. число	-Норм. число
Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число
+∞	Не число	+∞	Не число	+∞	+∞	+∞	+∞
-∞	Не число	Не число	-∞	-∞	-∞	-∞	-∞
+0	Не число	+∞	-∞	+0	+0	+Норм. число	-Норм. число
-0	Не число	+∞	-∞	-0	-0	+Норм. число	-Норм. число
+Норм. число	Не число	+∞	-∞	+Норм. число	+Норм. число	+Норм. число или +∞ в случае переполнения	±Норм. число или +0
-Норм. число	Не число	+∞	-∞	-Норм. число	-Норм. число	±Норм. число или +0	-Норм. число или -∞ в случае переполнения

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА. ИСКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЧИТАНИЯ

ОП2\ОП1	Не число	+∞	-∞	+0	-0	+Норм. число	-Норм. число
Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число
+∞	Не число	Не число	-∞	-∞	-∞	-∞	-∞
-∞	Не число	+∞	Не число	+∞	+∞	+∞	+∞
+0	Не число	+∞	-∞	+0	-0	+Норм. число	-Норм. число
-0	Не число	+∞	-∞	+0	+0	+Норм. число	-Норм. число
+Норм. число	Не число	+∞	-∞	-Норм. число	-Норм. число	±Норм. число или +0	-Норм. число или -∞ в случае переполнения
-Норм. число	Не число	+∞	-∞	+Норм. число	+Норм. число	+Норм. число или +∞ в случае переполнения	±Норм. число или +0

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА. УМНОЖЕНИЕ

При умножении нормализованных чисел порядки сомножителей складываются, а мантиссы перемножаются. Знак результата определяется путём сложения по модулю 2 знаков сомножителей. Результат подвергается операции нормализации.

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА. ИСКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ УМНОЖЕНИЯ

ОП2\ОП1	Не число	+∞	-∞	+0	-0	+Норм. число	-Норм. число
Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число
+∞	Не число	+∞	-∞	Не число	Не число	+∞	-∞
-∞	Не число	-∞	+∞	Не число	Не число	-∞	+∞
+0	Не число	Не число	Не число	+0	-0	+0	-0
-0	Не число	Не число	Не число	-0	+0	-0	+0
+Норм. число	Не число	+∞	-∞	+0	-0	+Норм. число или +∞ (переполнение) или +0 (потеря значимости)	-Норм. число или +∞ (переполнение) или -0 (потеря значимости)
-Норм. число	Не число	-∞	+∞	-0	+0	-Норм. число или -∞ (переполнение) или -0 (потеря значимости)	+Норм. число или +∞ (переполнение) или +0 (потеря значимости)

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА. ДЕЛЕНИЕ

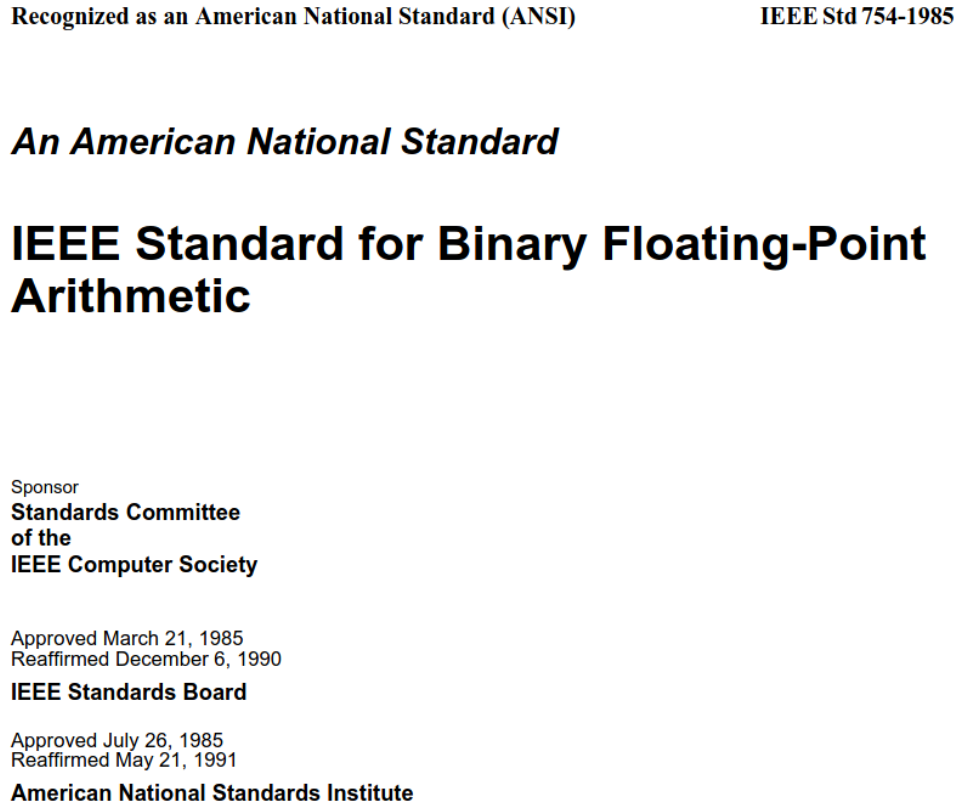
При делении нормализованных чисел порядок делителя вычитается из порядка делимого, а мантиссы делимого делится на мантиссу делителя. Знак результата определяется путём сложения по модулю 2 знаков сомножителей. Результат подвергается операции нормализации.

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА. ИСКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ДЕЛЕНИЯ

ОП2\ОП1	Не число	+∞	-∞	+0	-0	+Норм. число	-Норм. число
Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число	Не число
+∞	Не число	Не число	Не число	+0	-0	+0	-0
-∞	Не число	Не число	Не число	-0	+0	-0	+0
+0	Не число	+∞	-∞	Не число	Не число	+∞	-∞
-0	Не число	-∞	+∞	Не число	Не число	-∞	+∞
+Норм. число	Не число	+∞	-∞	+0	-0	+Норм. число или +∞ (переполнение) или +0 (потеря значимости)	-Норм. число или -∞ (переполнение) или -0 (потеря значимости)
-Норм. число	Не число	-∞	+∞	-0	+0	-Норм. число или -∞ (переполнение) или -0 (потеря значимости)	+Норм. число или +∞ (переполнение) или +0 (потеря значимости)

03 АРИФМЕТИКА. ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА. СТАНДАРТЫ

IEEE Standard 754 for Binary Floating-Point Arithmetic (1985)



Recognized as an American National Standard (ANSI) IEEE Std 754-1985

An American National Standard

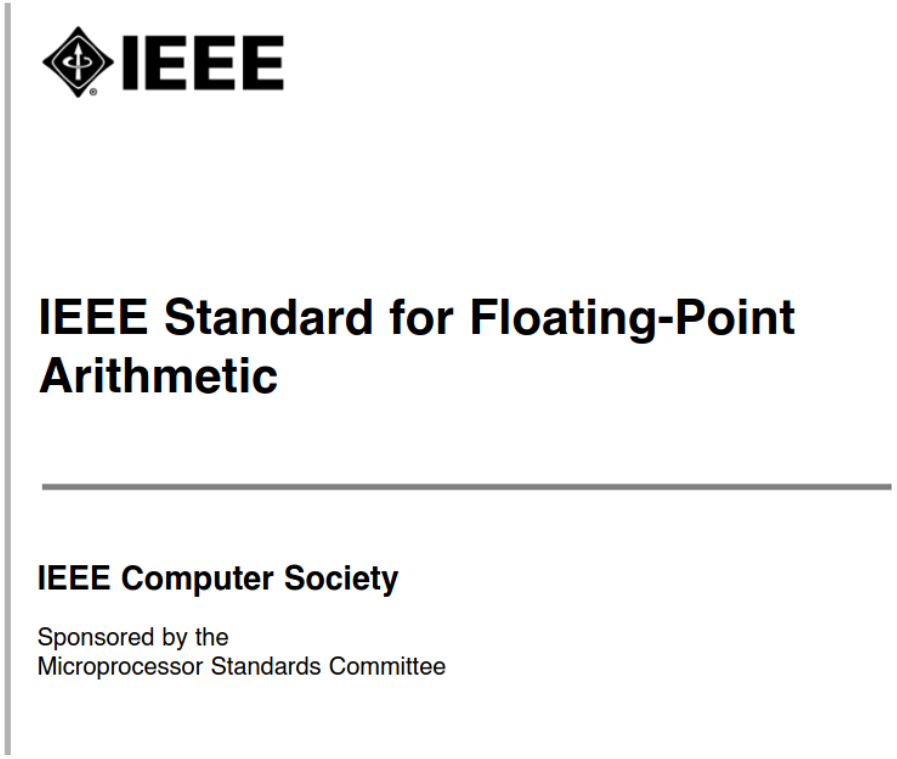
IEEE Standard for Binary Floating-Point Arithmetic

Sponsor
Standards Committee of the IEEE Computer Society

Approved March 21, 1985
Reaffirmed December 6, 1990
IEEE Standards Board

Approved July 26, 1985
Reaffirmed May 21, 1991
American National Standards Institute

IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic (2008)



IEEE

IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic

IEEE Computer Society

Sponsored by the
Microprocessor Standards Committee

04

ЗАДАНИЕ

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

04 ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИЧЕСКУЮ РАБОТУ.

1. Создать проект в САПР Vivado для ПЛИС Artix-7 xc7a100tcsg324-1.
2. Повторить рассмотренные в течение занятия примеры.
3. Проанализировать результат, сравнив его с тем, что продемонстрировано в примерах.
4. Согласно выданному варианту:
    1. Создать файл для модуля верхнего уровня с именем main.
    2. В файле описать схему согласно выданному варианту.
    3. Произвести синтез и имплементацию описанного устройства.
    4. Проанализировать задействованные для устройства аппаратные ресурсы.
    5. Произвести серию изменений размеров входных и выходных шин, основываясь на теоретическом введении.
    6. Проанализировать результат синтеза и размещения каждого из вариантов.
    7. Произвести серию изменений правил выполнения арифметических операций, указывая, что операнды/результат знаковые.
    8. Проанализировать результат синтеза и размещения каждого из вариантов.
5. Составить отчёт.

ВОПРОСЫ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!