|  |
| --- |
|  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«МИРЭА - Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |

Институт Информационных Технологий

Кафедра Вычислительной Техники (ВТ)

**ОТЧЁТ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №** 1

«Аппаратные ресурсы ПЛИС. Арифметические операции»

по дисциплине

«Схемотехника устройств компьютерных систем»

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнил студент группы  ИВБО-06-22 | Визитиу Д.В. |
| Принял ассистент кафедры ВТ | Дуксин Н.А. |
| Практическая работа выполнена | «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_2024 г. |
| «Зачтено» | «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_2024 г. |

Москва 2024

# АННОТАЦИЯ

Данная работа включает в себя 12 рисунков и 6 листингов. Количество страниц в работе — 14.

# СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc159614807)

[1 РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ С БЕЗЗНАКОВЫМИ ОПЕРАНДАМИ 5](#_Toc159614808)

[1.1 Реализация функции и анализ задействованных для этого аппаратных ресурсов 5](#_Toc159614809)

[1.2 Реализация функции с операндами большей разрядности и анализ задействованных для этого аппаратных ресурсов 6](#_Toc159614810)

[2 РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ СО ЗНАКОВЫМИ ОПЕРАНДАМИ 9](#_Toc159614811)

[2.1 Реализация функции со знаковыми операндами и анализ задействованных для этого аппаратных ресурсов 9](#_Toc159614812)

[2.2 Реализация функции со знаковыми операндами большей разрядности и анализ задействованных для этого аппаратных ресурсов 10](#_Toc159614813)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 13](#_Toc159614814)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 14](#_Toc159614815)

# ВВЕДЕНИЕ

В данной практической работе необходимо согласно персональному варианту рассмотреть различные варианты реализации заданной схемы, проанализировать результаты синтеза и имплементации.

Персональный вариант: «a – b \* c / d».

# РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ С БЕЗЗНАКОВЫМИ ОПЕРАНДАМИ

## Реализация функции и анализ задействованных для этого аппаратных ресурсов

Название модуля верхнего уровня – «main». Модуль имеет входные порты «a», «b», «c» и «d», а также выходной порт «res».

С помощью оператора непрерывного присваивания «assign» к выходному порту «res» подключается результат выражения «a - b \* c / d».

Код модуля верхнего уровня представлен в Листинге 1.1 [1].

*Листинг 1.1 – Реализация функции с беззнаковыми операндами*

module main(

input a, b, c, d,

output [1:0] res);

assign res = a - b \* c / d;

endmodule

Произведены синтез и имплементация [2]. Использованные аппаратные ресурсы представлены на Рисунках 1.1 и 1.2.

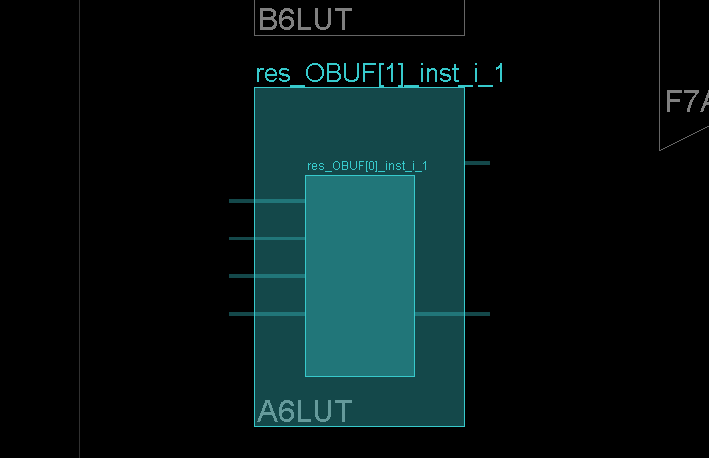


Рисунок 1.1 — Размещение модуля на устройстве

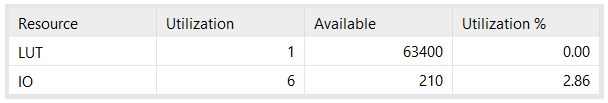


Рисунок 1.2 — Отчет по использованию аппаратных ресурсов

Используется один LUT (Look-Up Table), так как входы однобитные. Он реализует функцию. Ресурсы IO (Input/Output) складываются следующим образом: четыре бита (ширина входных данных) и два бита (ширина выходных данных), в итоге – 6 затраченных IO ресурсов.

## Реализация функции с операндами большей разрядности и анализ задействованных для этого аппаратных ресурсов

Код модуля верхнего уровня для реализации функции с операндами разрядности 3 [3] представлен в Листинге 1.2.

*Листинг 1.2 – Реализация функции с беззнаковыми операндами разрядности 3*

module main(

input [2:0] a,

input [2:0] b,

input [2:0] c,

input [2:0] d,

output [6:0] res);

assign res = a - b \* c / d;

endmodule

Произведены синтез и имплементация. Использованные аппаратные ресурсы представлены на Рисунках 1.3 и 1.4.

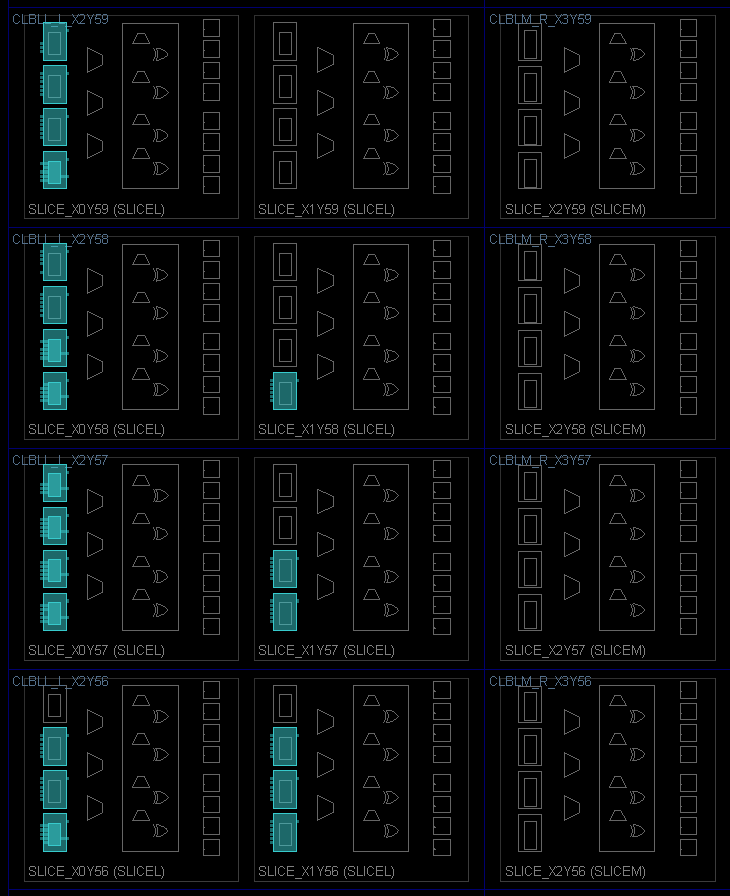


Рисунок 1.3 — Размещение модуля на устройстве

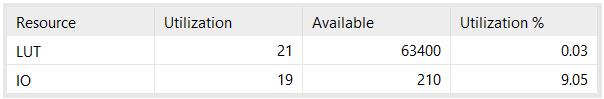


Рисунок 1.4 — Отчет по использованию аппаратных ресурсов

При увеличении ширины входных шин данных количество используемых LUT увеличивается до 21. Количество затраченных IO ресурсов: двенадцать битов (ширина входных данных) и шесть битов (ширина выходных данных), в итоге – 19 IO ресурсов.

Код модуля верхнего уровня для реализации функции с операндами разрядности 8 представлен в Листинге 1.3.

*Листинг 1.3 – Реализация функции с беззнаковыми операндами разрядности 8*

module main(

input [7:0] a,

input [7:0] b,

input [7:0] c,

input [7:0] d,

output [16:0] res);

assign res = a - b \* c / d;

endmodule

Произведены синтез и имплементация. Использованные аппаратные ресурсы представлены на Рисунках 1.5 и 1.6.

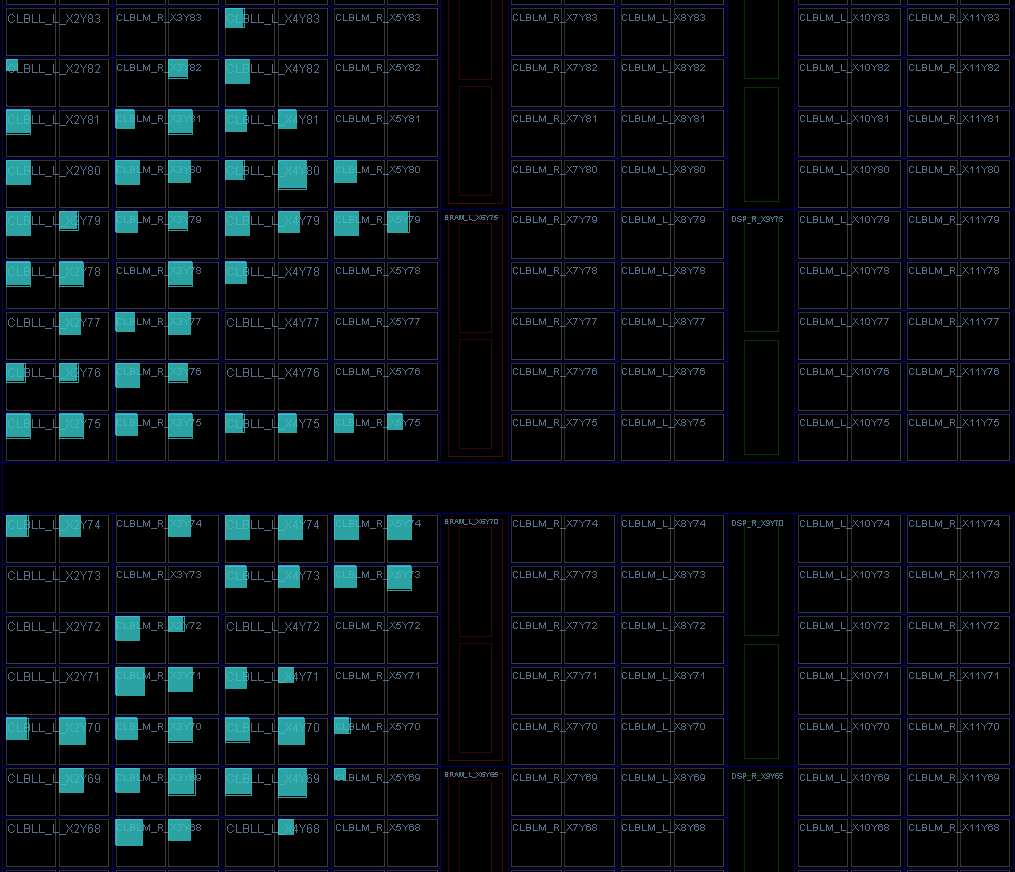


Рисунок 1.5 — Размещение модуля на устройстве

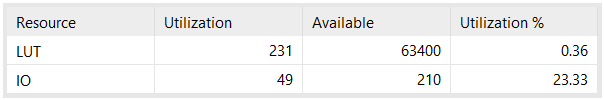


Рисунок 1.6 — Отчет по использованию аппаратных ресурсов

Очередное увеличение ширины входных шин данных дает увеличение количества используемых LUT до 231. Количество затраченных IO ресурсов: тридцать два бита (ширина входных данных) и семнадцать битов (ширина выходных данных), в итоге – 49 IO ресурсов.

# РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ СО ЗНАКОВЫМИ ОПЕРАНДАМИ

## Реализация функции со знаковыми операндами и анализ задействованных для этого аппаратных ресурсов

Код модуля верхнего уровня для реализации функции со знаковыми операндами разрядности 2 представлен в Листинге 2.1.

*Листинг 2.1 – Реализация функции со знаковыми операндами*

module main(

input signed [1:0] a,

input signed [1:0] b,

input signed [1:0] c,

input signed [1:0] d,

output signed [2:0] res);

assign res = a - b \* c / d;

endmodule

Произведены синтез и имплементация. Использованные аппаратные ресурсы представлены на Рисунках 2.1 и 2.2.



Рисунок 2.1 — Размещение модуля на устройстве

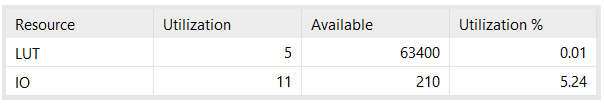


Рисунок 2.2 — Отчет по использованию аппаратных ресурсов

Используется 5 LUT. Количество затраченных IO ресурсов: восемь битов (ширина входных данных) и 3 бита (ширина выходных данных), в итоге – 11 IO ресурсов.

## Реализация функции со знаковыми операндами большей разрядности и анализ задействованных для этого аппаратных ресурсов

Код модуля верхнего уровня для реализации функции со знаковыми операндами разрядности 4 представлен в Листинге 2.2.

*Листинг 2.2 – Реализация функции со знаковыми операндами разрядности 4*

module main(

input signed [3:0] a,

input signed [3:0] b,

input signed [3:0] c,

input signed [3:0] d,

output signed [6:0] res);

assign res = a - b \* c / d;

endmodule

Произведены синтез и имплементация. Использованные аппаратные ресурсы представлены на Рисунках 2.3 и 2.4.

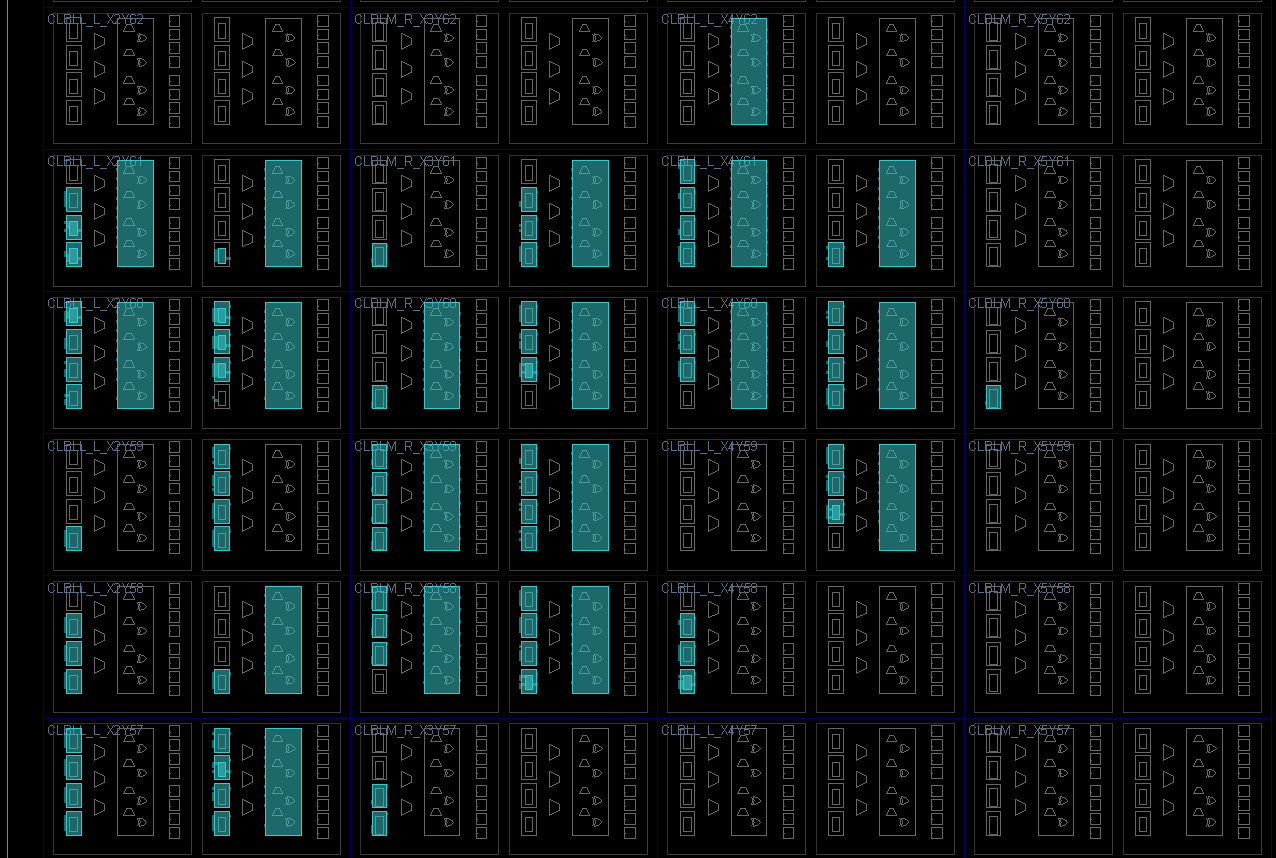


Рисунок 2.3 — Размещение модуля на устройстве

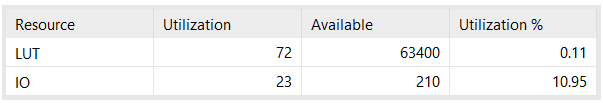


Рисунок 2.4 — Отчет по использованию аппаратных ресурсов

При увеличении ширины входных шин данных количество используемых LUT увеличивается до 72. Количество затраченных IO ресурсов: шестнадцать битов (ширина входных данных) и семь битов (ширина выходных данных), в итоге – 23 IO ресурса.

Код модуля верхнего уровня для реализации функции со знаковыми операндами разрядности 9 представлен в Листинге 2.3.

*Листинг 2.3 – Реализация функции со знаковыми операндами разрядности 9*

module main(

input signed [8:0] a,

input signed [8:0] b,

input signed [8:0] c,

input signed [8:0] d,

output signed [16:0] res);

assign res = a - b \* c / d;

endmodule

Произведены синтез и имплементация. Использованные аппаратные ресурсы представлены на Рисунках 2.5 и 2.6.

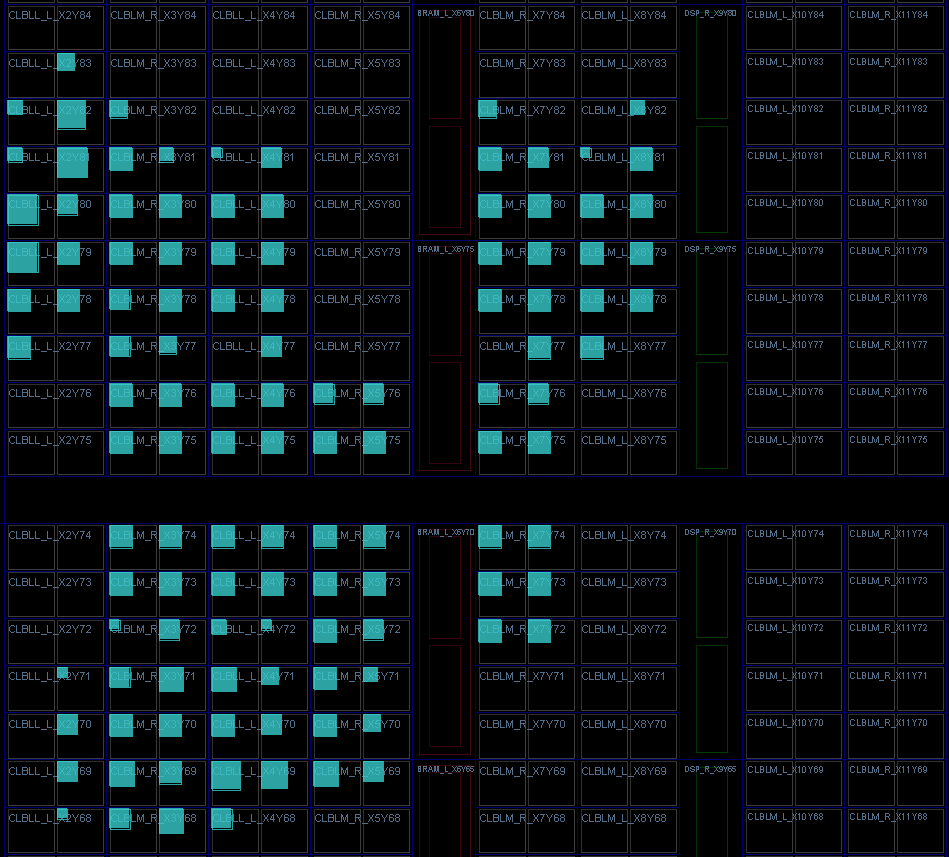


Рисунок 2.5 — Размещение модуля на устройстве

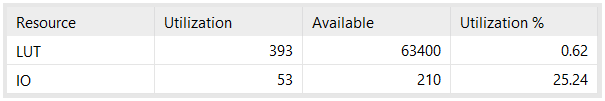


Рисунок 2.6 — Отчет по использованию аппаратных ресурсов

Очередное увеличение ширины входных шин данных дает увеличение количества используемых LUT до 393. Количество затраченных IO ресурсов: тридцать шесть битов (ширина входных данных) и семнадцать битов (ширина выходных данных), в итоге – 53 IO ресурса.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе практической работы рассмотрены различные варианты реализации заданной схемы, проанализированы результаты синтеза и имплементации. При увеличении числа разрядов, количество затрачиваемых аппаратных ресурсов заметно увеличивается, знаковые операнды также влияют на количество затрачиваемых ресурсов.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания по ПР № 1 — URL: https://online-edu.mirea.ru/pluginfile.php?file=%2F1225651%2Fmod\_assign%2Fintroattachment%2F0%2F%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F\_%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0\_1.pdf&amp;forcedownload=1 (Дата обращения: 18.02.2024).

2. Тарасов И.Е. ПЛИС Xilinx. Языки описания аппаратуры VHDL и Verilog, САПР, приемы проектирования. — М.: Горячая линия — Телеком, 2021. — 538 с.: ил.

3. Смирнов С.С. Информатика [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ / С.С. Смирнов — М., МИРЭА — Российский технологический университет, 2018. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).