

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации Федеральное  
государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования «Национальный  
исследовательский университет ИТМО»

Факультет Программной Инженерии и  
Компьютерной Техники

**Функциональная схемотехника**  
**Лабораторная работа №3. Вариант 2**

Выполнил студент:	<b>Соловьев Павел</b>
Группа:	<b>Р33302</b>
Преподаватель:	<b>Табунщик Сергей Михайлович</b>

Санкт-Петербург  
2024

## Цель работы.

Получить навыки разработки цифровых устройств на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).

## Задание

**Функция:**  $y = a^3 + \sqrt[3]{b}$

1. Доработайте схему функционального блока, разработанного в лабораторной работе №2. Необходимо добавить возможность работы с блоком посредством дискретных портов ввода/вывода, подключенных к переключателям, светодиодам и кнопкам платы Nexys A7: – значения операндов должны вводиться с помощью переключателей (SW); – результат должен выводиться на светодиоды (LEDs); – с целью повышения удобства работы пользователя допускается использование дополнительных кнопок, переключателей и светодиодов; – интерфейс пользователя должен обеспечивать возможность многократного проведения вычислений без постоянного нажатия на кнопку сброса.
2. Разработайте тестовое окружение и проведите моделирование.
3. Проведите синтез и размещение схемы для ПЛИС XC7A100T-1CSG324C, входящей в состав отладочной платы Nexys A7.
4. Определите количество и тип используемых ресурсов ПЛИС после размещения схемы.
5. Проверьте работоспособность схемы на отладочной плате Nexys A7.
6. Составьте отчет по результатам выполнения работы.

## Ход работы

**Схема сопряжения разработанного блока и устройств ввода/вывода**

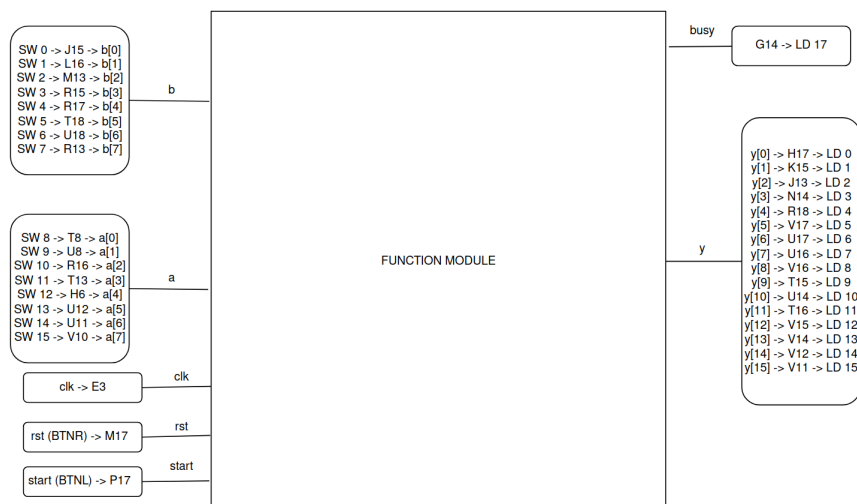


Рис 1. Схема сопряжения разработанного блока

**Описание алгоритма работы пользователя**

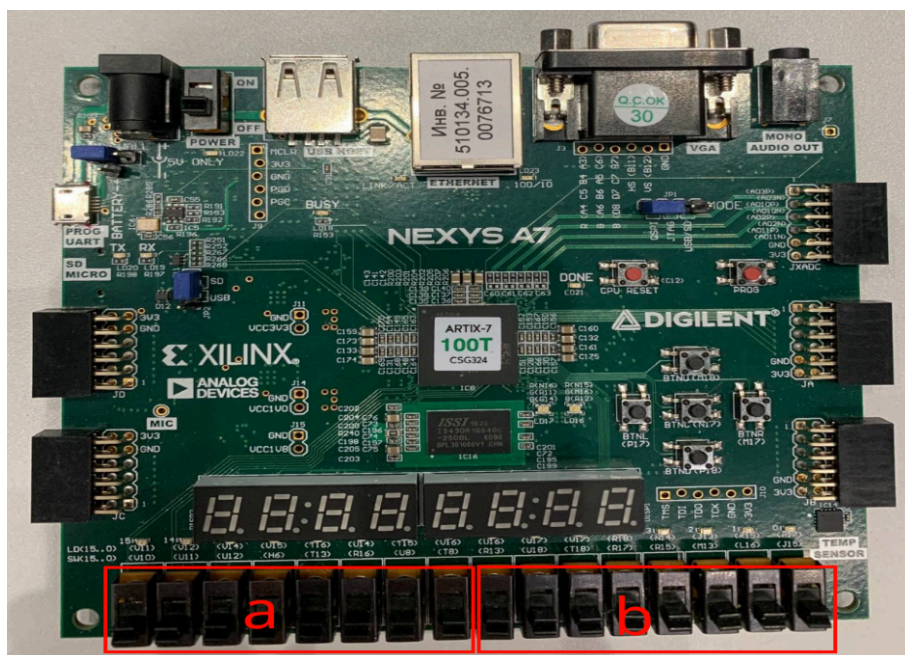


Рис 2. Размещение входных параметров функции на ПЛИС

1. Пользователь должен вбить число а используя переключатели SW15-SW8 в двоичном формате. Запись чисел слева направо. Если переключатель поднят вверх – это единица. Если вниз – ноль.
2. Пользователь должен вбить число b используя переключатели SW7-SW0 в двоичном формате. Запись чисел слева направо. Если переключатель поднят вверх – это единица. Если вниз – ноль.
3. Первый и второй пункт могут быть поменяны местами
4. При первом запуске необходимо подать сигнал сброса путем нажатия на кнопку BTNR.
5. Для начала работы необходимо нажать кнопку BTNL.
6. Результат будет выведен на диодах LD15-LD0 в двоичном формате. Число читается слева направо.
7. В случае, если пользователь хочет вернуть модуль в исходное состояние, то следует нажать кнопку сброса BTNR.
8. Если пользователь хочет ввести новые данные для вычисления, то следует перейти к пункту 1 алгоритма.

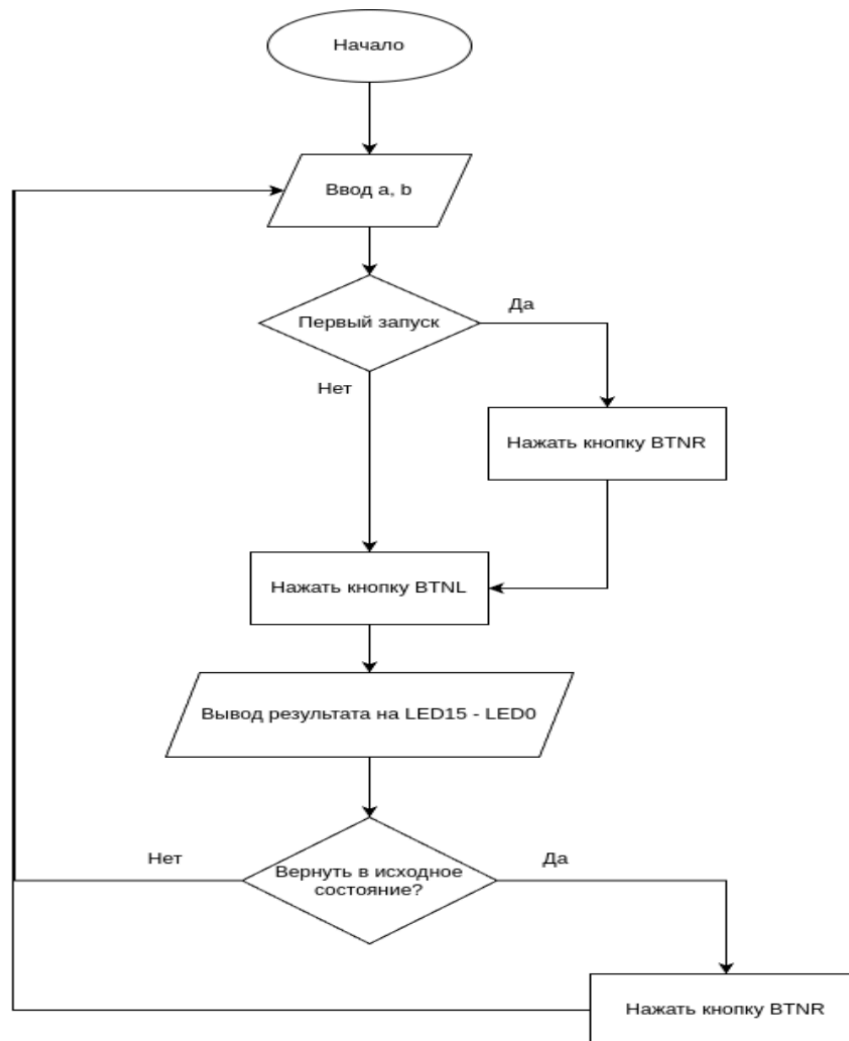


Рис 3. Алгоритм работы пользователя

### Результат тестирования блока в симуляторе

В качестве первого тестового случая были поданы  $a = 2^3$  и  $b = 9$ .

$2^3 + \sqrt{10} = 8 + 3 = 11$  Ответ, который выдает модуль равен:  $y = 11$

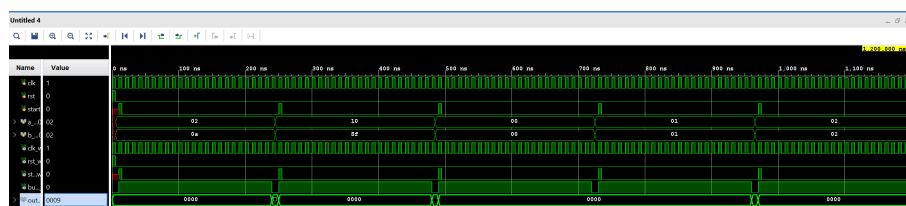


Рис 4. Временная диаграмма работы модуля

```

Correct Test 0; Input a: 2, b: 10; Expected: 11; Actual: 11
Correct Test 1; Input a: 16, b: 143; Expected: 4107; Actual: 4107
Correct Test 2; Input a: 0, b: 0; Expected: 0; Actual: 0
Correct Test 3; Input a: 1, b: 1; Expected: 2; Actual: 2
INFO: [USF-XSim-96] XSim completed. Design snapshot 'fun_tb_behav' loaded.
INFO: [USF-XSim-97] XSim simulation ran for 1000ns
launch_simulation: Time (s): cpu = 00:00:03 ; elapsed = 00:00:06 . Memory (MB): peak = 2239.160 ; gain = 0.000
run all
Correct Test 4; Input a: 2, b: 2; Expected: 9; Actual: 9
run all
  
```

Рис 5. Вывод работы симуляции

### Результаты тестирования ПЛИС

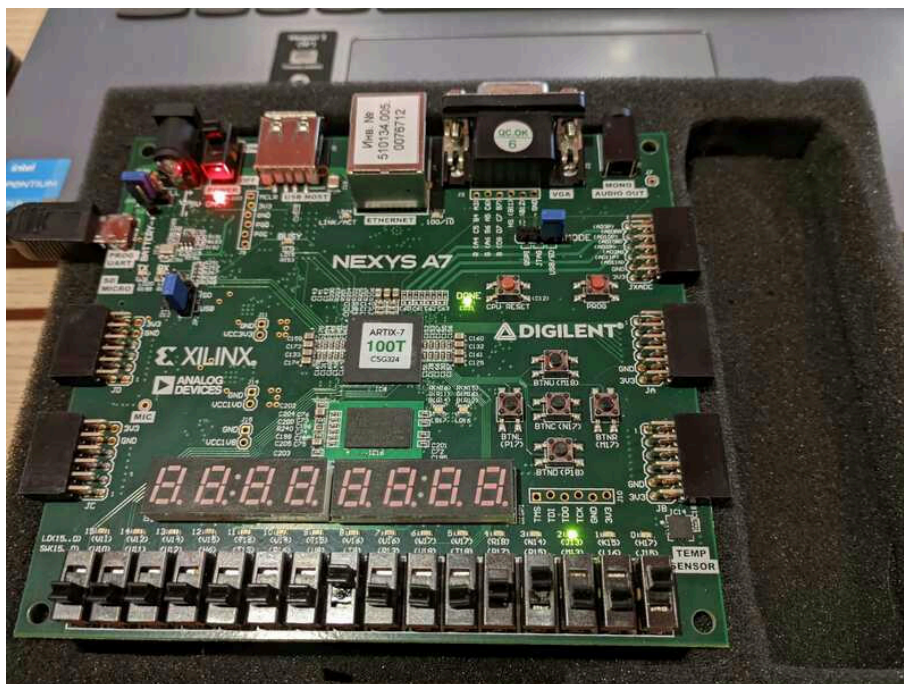


Рис 6. Тестирование на ПЛИС:  $a=1$ ,  $b=9$ ,  $y=4$

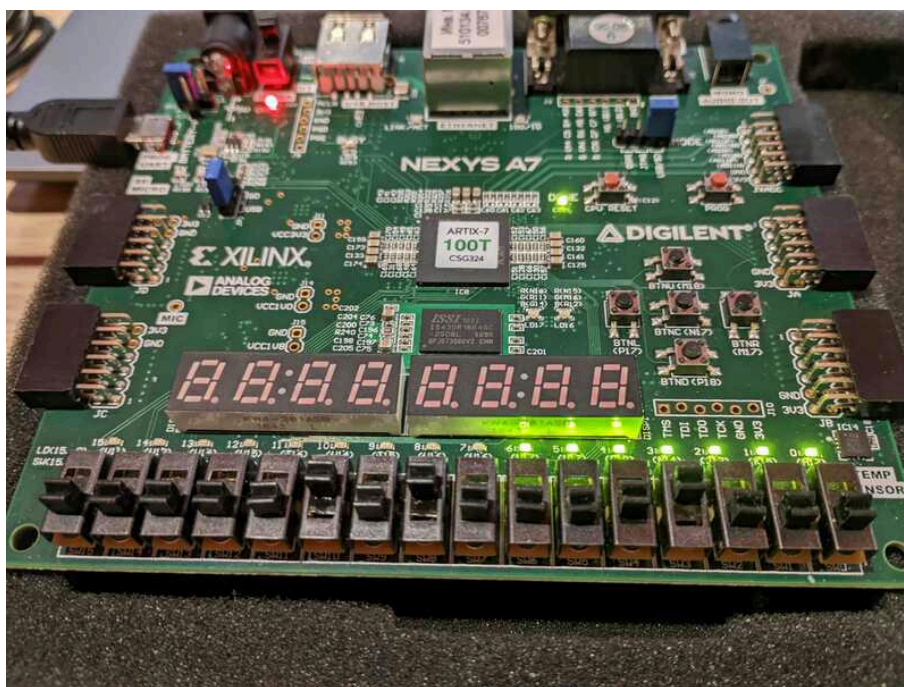


Рис 7. Тестирование на ПЛИС:  $a=5$ ,  $b=8$ ,  $y=127$

Данные об использовании ресурсов ПЛИС



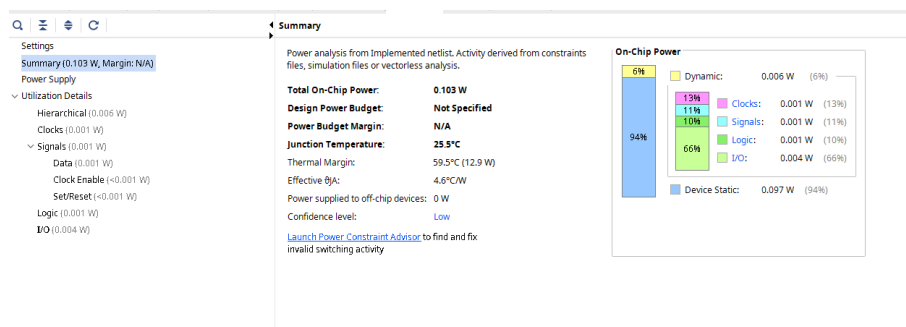


Рис 8. Данные об использовании ресурсов ПЛИС

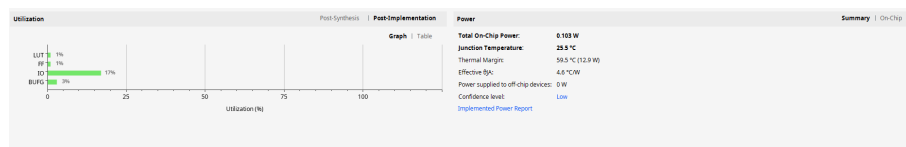


Рис 9. Данные об использовании ресурсов ПЛИС

## Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы были получены навыки разработки цифровых устройств на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). В результате проведенной работы разработанный ранее модуль был совмещен с портами ввода/вывода платы Nexys A7.