

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 «СЕМИСЕГМЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ»

Цель работы: освоить принцип работы вывода информации на семисегментные индикаторы на плате BASYS 3.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Таблица 1.

Соответствие сигналов и ножек ПЛИС

Имя сигнала согласно схеме платы	Номер ножки (Location)	Описание	Стандарт питания с настройками (I/O Standard)
CLK100MHZ	W5	Тактирующий сигнал с частотой 100 МГц	LVC MOS33
BTNU	T18	Кнопка BTNU – верхняя	LVC MOS33
BTNR	T17	Кнопка BTNR – правая	LVC MOS33
BTND	U17	Кнопка BTND – нижняя	LVC MOS33
BTNL	W19	Кнопка BTNL – левая	LVC MOS33
BTNC	U18	Кнопка BTNC – центральная	LVC MOS33
LD0	U16	Светодиод LD0	LVC MOS33
LD1	E19	Светодиод LD1	LVC MOS33
LD2	U19	Светодиод LD2	LVC MOS33
LD3	V19	Светодиод LD3	LVC MOS33
LD4	W18	Светодиод LD4	LVC MOS33
LD5	U15	Светодиод LD5	LVC MOS33
LD6	U14	Светодиод LD6	LVC MOS33
LD7	V14	Светодиод LD7	LVC MOS33
LD8	V13	Светодиод LD8	LVC MOS33
LD9	V3	Светодиод LD9	LVC MOS33
LD10	W3	Светодиод LD10	LVC MOS33
LD11	U3	Светодиод LD11	LVC MOS33
LD12	P3	Светодиод LD12	LVC MOS33
LD13	N3	Светодиод LD13	LVC MOS33
LD14	P1	Светодиод LD14	LVC MOS33
LD15	L1	Светодиод LD15	LVC MOS33
SW0	V17	Движковый переключатель SW0	LVC MOS33

Имя сигнала согласно схеме платы	Номер ножки (Location)	Описание	Стандарт питания с настройками (I/O Standard)
SW1	V16	Движковый переключатель SW1	LVC MOS33
SW2	W16	Движковый переключатель SW2	LVC MOS33
SW3	W17	Движковый переключатель SW3	LVC MOS33
SW4	W15	Движковый переключатель SW4	LVC MOS33
SW5	V15	Движковый переключатель SW5	LVC MOS33
SW6	W14	Движковый переключатель SW6	LVC MOS33
SW7	W13	Движковый переключатель SW7	LVC MOS33
SW8	V2	Движковый переключатель SW8	LVC MOS33
SW9	T3	Движковый переключатель SW9	LVC MOS33
SW10	T2	Движковый переключатель SW10	LVC MOS33
SW11	R3	Движковый переключатель SW11	LVC MOS33
SW12	W2	Движковый переключатель SW12	LVC MOS33
SW13	U1	Движковый переключатель SW13	LVC MOS33
SW14	T1	Движковый переключатель SW14	LVC MOS33
SW15	R2	Движковый переключатель SW15	LVC MOS33
AN0	U2	Анод первого индикатора (крайнего справа), управляется нулём, в примере AN[0]	LVC MOS33
AN1	U4	Анод второго индикатора, управляется нулём, в примере AN[1]	LVC MOS33

Имя сигнала согласно схеме платы	Номер ножки (Location)	Описание	Стандарт питания с настройками (I/O Standard)
AN2	V4	Анод третьего индикатора, управляется нулём, в примере AN[2]	LVC MOS33
AN3	W4	Анод четвёртого индикатора (крайнего слева), управляется нулём, в примере AN[3]	LVC MOS33
CA	W7	Катод секции А, управляется нулём, в примере HEX[0]	LVC MOS33
CB	W6	Катод секции В, управляется нулём, в примере HEX[1]	LVC MOS33
CC	U8	Катод секции С, управляется нулём, в примере HEX[2]	LVC MOS33
CD	V8	Катод секции D, управляется нулём, в примере HEX[3]	LVC MOS33
CE	U5	Катод секции Е, управляется нулём, в примере HEX[4]	LVC MOS33
CF	V5	Катод секции F, управляется нулём, в примере HEX[5]	LVC MOS33
CG	U7	Катод секции G, управляется нулём, в примере HEX[6]	LVC MOS33
DP	V7	Катод точки, управляется нулём, в примере HEX[7]	LVC MOS33

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Составьте алгоритм отображения информации на семисегментных индикаторах: номер группы, номер варианта, дата рождения с разделяющими точками в формате «ДД.ММ.ГГ» согласно табл. 2 для своего варианта. Номер варианта см. в гугл-таблице, [ссылка на которую лежит в текстовом файле в папке «Гугл-таблицы»](#). Предусмотреть кнопку «Сброс» VTNC – возврат к самой первой комбинации.
2. Рассчитайте разрядность регистра и его значение для задержки согласно варианту и частоте входного сигнала 100 МГц.
3. Покажите преподавателю расчёт задержки и расскажите алгоритм отображения информации.
4. Напишите код на HDL согласно варианту. Смотрите пример отображения информации [из папки «Примеры» «LR_3.srcs»](#).
5. Промоделируйте работу написанного кода, тестовый файл должен быть написан на том же HDL. Для моделирования задержки уменьшайте, в том числе задержку в модуле обработки нажатия кнопки, если он имеется. Моделирование выполнять в режиме «Run Post-Implementation Timing Simulation».
6. Сравните результаты моделирования с составленными алгоритмами и реакцией на кнопки. Если всё корректно работает, приступайте к следующему пункту.
7. Согласно табл. 2 назначьте соответствующие ножки ПЛИС для входов и выходов.
8. Покажите преподавателю результаты моделирования и назначенные ножки ПЛИС, чтобы получить плату Basys 3.
9. Проверьте работу написанного кода на плате Basys 3 в соответствии с составленными алгоритмами и реакцией на нажатие кнопок.
10. Покажите преподавателю работу платы Basys 3.
11. Сделайте несколько фотографий работы кода на плате Basys 3.
12. Составьте отчёт согласно требованиям раздела «содержание отчёта».

Таблица 2

Варианты задания

№	Задержка, с	HDL	Действие	Переключатель
1	0,3	SystemVerilog	Сдвиг влево	Движковый переключатель с приоритетом SW2-0
2	0,32	VHDL		
3	0,34	SystemVerilog	Сдвиг вправо	Кнопки U и D
4	0,36	VHDL		
5	0,38	SystemVerilog	Мигание с выравниванием по правому краю	Движковый переключатель в качестве адреса SW15-14
6	0,4	VHDL		
7	0,42	SystemVerilog	Мигание с выравниванием по левому краю	Кнопки R и L
8	0,44	VHDL		
9	0,46	SystemVerilog	Сдвиг влево	Движковый переключатель в качестве адреса SW13-12
10	0,48	VHDL		
11	0,5	SystemVerilog	Сдвиг вправо	Движковый переключатель с приоритетом SW5-3
12	0,52	VHDL		
13	0,54	SystemVerilog	Мигание с выравниванием по правому краю	Движковый переключатель в качестве адреса SW11-10
14	0,56	VHDL		
15	0,58	SystemVerilog	Мигание с выравниванием по левому краю	Движковый переключатель с приоритетом SW8-6
16	0,6	VHDL		
17	0,62	SystemVerilog	Сдвиг влево	Кнопки U и R
18	0,64	VHDL		
19	0,66	SystemVerilog	Сдвиг вправо	Движковый переключатель в качестве адреса SW9-8
20	0,68	VHDL		
21	0,70	SystemVerilog	Мигание с выравниванием по правому краю	Кнопки L и D
22	0,72	VHDL		
23	0,74	SystemVerilog	Мигание с выравниванием по левому краю	Движковый переключатель с приоритетом SW11-9
24	0,76	VHDL		

В таблице задержка в секундах указана для действия при отображении даты рождения и номера группы, если он более 4-х символов. Сдвиг – посимвольное появление даты рождения и номера группы, если он более 4-х символов. Задержка между появлениями символов. Мигание – появление даты рождения и номера группы, если он более 4-х символов, двумя частями: первая часть, задержка, пусто, задержка, вторая часть, задержка. При отображении номера варианта – выравнивание задаётся столбцом «Действие»: сдвиг вправо – по левому краю, сдвиг влево – по правому краю. В случае с миганием выравнивание указано. Если в столбце переключатель указано «Движковый переключатель с приоритетом» – это значит, что если включен переключатель с самым большим номером, то отображаться должна информация, привязанная к нему, игнорируя положения более младших переключателей; если все переключатели в положении 000, то ничего не должно отображаться на индикации. В случае «Движковый переключатель в качестве адреса»: в положении 00 – ничего не отображаться на семисегментных индикаторах, в положении 01 – номер группы, 10 – номер варианта, 11 – дата рождения. Когда выбор отображаемой информации должен задаваться кнопками, то первая кнопка должна перебирать список вверх, а вторая кнопка вниз; список должен состоять: пусто, номер группы, номер варианта, дата рождения; список должен быть зациклен, т.е. перебираться по кругу.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

На титульный лист отчёта вставить свою подпись. Подпись преподавателя из шаблона не убирать. Под каждой подписью место под датой. Даты под каждой подписью проставить, они должны совпадать с датой отправки отчёта. Без подписи отчёты будут возвращаться на доработку. Предпочтительный формат отчёта pdf, в крайнем случае docx или doc. Другие форматы не принимаются. Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен согласно шаблону ([см. папку «шаблоны отчётов»](#)) и содержать следующие разделы.

1) цель работы и постановка задачи.

В разделе описывается цель работы.

2) постановка задачи.

В разделе описываются задачи на лабораторную работу (как общие для всех, так и задачи своего варианта), которые необходимо выполнить.

3) описание алгоритма.

В разделе приводится описание алгоритма отображения информации на плате, в том числе описывается сама информация, её порядок и способ её выбора для отображения, а также работе кнопок и расчёт задержки.

4) код на HDL.

В разделе приводятся код на HDL, включая модули, и их описание.

5) моделирование.

В разделе приводятся код файла тестирования и результат моделирования кода, его описание и сравнение с алгоритмом работы. На экранных снимках обязательно должны быть временные шкалы и названия входов и выходов.

6) назначение ножек ПЛИС.

В разделе приводятся содержание файла xdc и его описание.

7) фотографии макета.

В разделе приводятся фотографии с работающей прошивкой ПЛИС и их описания.

8) выводы.

Приводятся выводы о проделанной работе: в краткой форме описывается что было сделано и какие результаты были получены.

Заголовки первого уровня такие как «ЦЕЛЬ РАБОТЫ», «ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ» и «ВЫВОДЫ» – не нумеруются. Остальные разделы должны быть пронумерованы.

ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ВОПРОСОВ ПРИ ЗАЩИТЕ РАБОТЫ

1. Как работает счётчик (суммирующий, вычитающий, реверсивный)?
2. Привести УГО счётчика (суммирующий, вычитающий, реверсивный).
3. С помощью каких конструкций описывается счётчик на HDL?
4. Как работает регистр (PIPO, PISO, SIPO, SISO)?
5. Привести УГО регистра (PIPO, PISO, SIPO, SISO).
6. С помощью каких конструкций описывается регистр на HDL (PIPO, PISO, SIPO, SISO)?
7. Что такое семисегментный индикатор и каков принцип его работы?
8. Каким образом семисегментный индикатор подключен к ПЛИС в макете? Каким другим способом можно его подключить к ПЛИС или МК?
9. Что из себя представляет модуль преобразования кода символа в код управления семисегментным индикатором?
10. Что такое конечный автомат и из каких блоков он состоит?
11. Какие бывают конечные автоматы и чем отличаются друг от друга?
12. С помощью каких конструкций описывается конечный автомат на HDL?
13. Какие подходы применяются при описании конечного автомата на HDL?
14. Что такое PLL?
15. Зачем нужна параметризация модулей и что можно параметризовать?

16. Каким образом правильно использовать BRAM?
17. Как рассчитать задержку под конкретную частоту входного сигнала (привести пример для конкретных значений задержки и частоты входного сигнала)?
18. Как правильно считывать сигнал с кнопки, избегаядребезга контакта?