

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»

Институт информатики и кибернетики

Кафедра лазерных и биотехнических систем

Пояснительная записка к курсовому проекту  
”МОНИТОР АКТИВНОСТИ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПАДЕНИЯ”

Выполнил студент группы 6364-120304D: \_\_\_\_\_ Краснов Д.Г.  
Руководитель проекта: \_\_\_\_\_ Корнилин Д.В.  
Работа защищена с оценкой: \_\_\_\_\_

Самара 2023

## ЗАДАНИЕ

Разработать монитор активности и отслеживания падений со следующими параметрами:

- Датчик падений/движения/активности
- Диапазон регистрируемых ускорений от 2g до 8g;
- Частота обновления показаний 400 Гц;
- Передача данных по интерфейсу Bluetooth;
- Питание батарейное.

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 21 с., 13 рис., 1 табл...

По теореме Вейерштрасса [1], непрерывная на отрезке функция

## СОДЕРЖАНИЕ

1	МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ С КОЭФФИЦИЕНТОМ УСИЛЕНИЯ 50 . . . . .	5
2	Описание устройства с помощью VHDL . . . . .	8
3	Симуляция устройства . . . . .	8
4	Синтез цифрового устройства . . . . .	15
5	Реализация . . . . .	17
6	Программирование ПЛИС . . . . .	18
7	Проверка функционирования устройства на отладочной плате . . .	19
8	РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА . . . . .	20

## ВВЕДЕНИЕ

В современной технике постепенно становится незаменимым использование цифровых технологий. Это позволяет уменьшать размеры устройств и решать огромное число задач, в том числе задачи автоматизации, задачи приёма, обработки и хранения различных сигналов и т. д.

Одними из важных цифровых устройств являются микроконтроллеры – устройства управления объектами, который представляет собой логический блок, конкретное назначение которого определяет сам пользователь с помощью программного обеспечения.

В данном курсовом проекте будут рассмотрены принципы разработки устройства на базе микроконтроллера, разработан прибор, отслеживающий активность и падения человека, подобраны акселерометр и модуль Bluetooth, а также написана управляющая программа на языке Си.

# 1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ С КОЭФФИЦИЕНТОМ УСИЛЕНИЯ 50

Таблица 1 – Расчет весомости параметров ПП

Параметр $x_i$	Параметр $x_j$				Первый шаг		Второй шаг	
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$w_i$	$K_{Bi}$	$w_i$	$K_{Bi}$
$X_1$	1	1	1.5	1.5	0.31	19	0.32	
$X_2$	1	1	1.5	1.5	5	0.31	19	0.32
$X_3$	0.5	0.5	1	0.5	2.5	0.16	9.25	0.16
$X_4$	0.5	0.5	1.5	1	3.5	0.22	12.25	0.20
Итого:					16	1	59.5	1

Во всех схемах были использованы операционные усилители общего назначения TL084. Их основные технические характеристики представлены в виде скриншотов из даташита на рисунках 1 и 2.

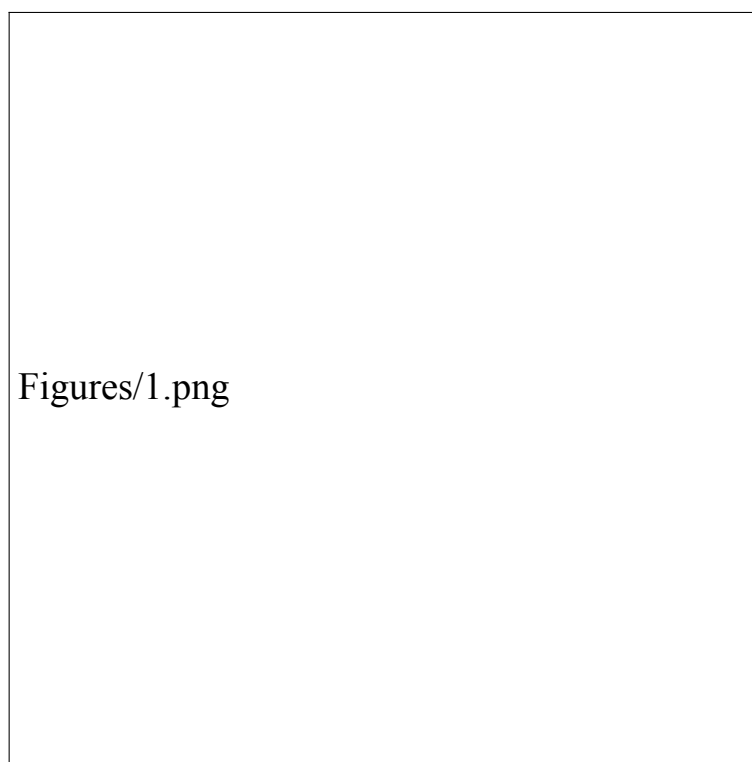


Рисунок 1 – Схема ДУ на одном ОУ

Figures/2.png

Рисунок 2 – Фрагмент даташита на TL084

Для данной микросхемы коэффициент усиления по напряжению сигнала на постоянном токе – 200 В/мВ.

Для данной схемы  $K_{Oy} = 2 * 10^6$  напряжение питания  $\pm 10$  В. Выберем  $R1=R2=10$  кОм. Рассчитаем оставшиеся резисторы, воспользовавшись следующей формулой:

$$K_d = \frac{U_{\text{вых}}}{U_2 - U_1} = \frac{R3}{R1}$$

240.1k 244.755k

10.01k 10.2k

9.8k 9.99k

Исходное задание звучит так:

*Часы с индикацией минут и секунд на четырехзначном семисегментном индикаторе*

Схематически цифровое устройство, реализующее данный функционал можно изобразить с помощью блок-схемы, изображенной на рисунке 3.

Figures/1.png

Рисунок 3 – Блок-схема секундомера

Первый счетчик делит частоту встроенного в отладочную плату осциллятора со 100 МГц до 10 Гц, что соответствует периоду в одну миллисекунду.

Счетчик миллисекунд считает количество этих импульсов, считая от 0 до 9. Следующий счетчик считает так же от 0 до 9, что соответствует единицам секунд.

Аналогично следующие два счетчика соответствуют десяткам секунд(считает от 0 до 5) и единицам минут(от 0 до 9).

Текущее значение каждого из счетчиков поступает на дешифратор, и затем на мультиплексор, который управляет катодами семисегментного индикатора.

На аноды каждого из 4 индикаторов напряжение подается поочередно, с частотой незаметной глазу. Это обеспечивается с помощью отдельного делителя частоты. В качестве переменной величины для мультиплексора можно



взять несколько меняющихся битов какого-то вектора. Это и даст поочередное переключение 4 индикаторов.

Функция start–stop будет реализована с помощью кнопки без фиксации: по первому нажатию секундомер запускается, по второму останавливается, из любого этих состояний секундомер можно сбросить, иначе говоря, в одном состоянии счет времени осуществляется, в другом - нет, на индикаторе будут изображены те цифры, что были до остановки.

## 2. Описание устройства с помощью VHDL

Описанный в предыдущем пункте функционал реализуется с помощью следующего описания устройства на языке VHDL: Данный код полностью описывает логику требуемого устройства.

## 3. Симуляция устройства

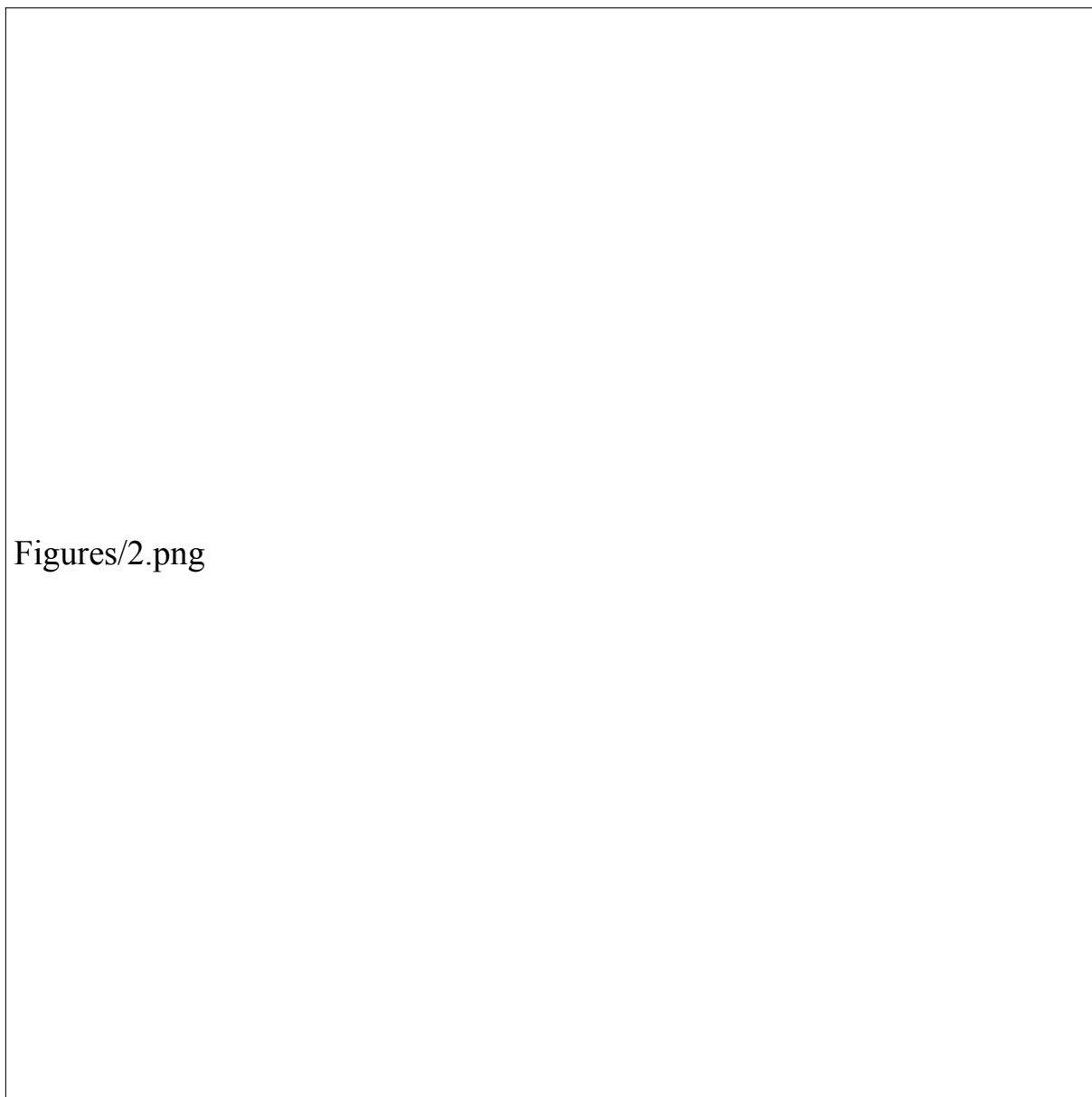
Чтобы проверить, как полученное с помощью этого описания устройство работает, нужно запустить симуляцию. Для сокращения времени симуляции был изменен кусок кода со счетчиком, считающим до 10 миллионов.

```
--if cnt=to_unsigned(10_000_000,28) then cnt <= (others => '0'); --считаем до 10M  
if cnt=to_unsigned(1000,28) then cnt <= (others => '0'); --считаем до 1000
```

Так же для симуляции необходимо создать файл симуляции (Test bench) SIMM.vhd на языке VHDL, содержимое которого можно увидеть ниже:

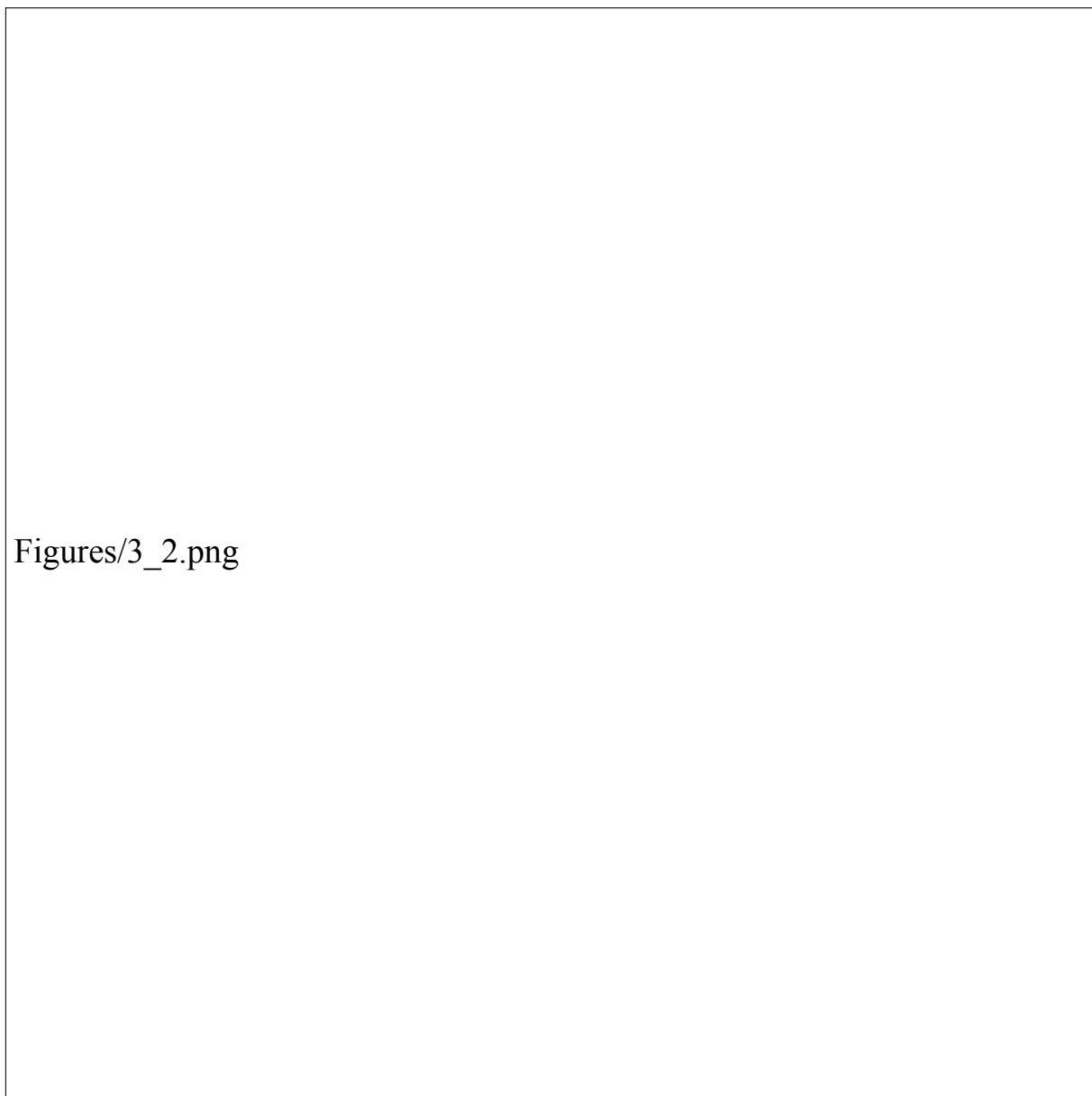
После запуска симуляции были получены временные диаграммы, изображенные на рисунках 4, 6, 7, 8, 9, 10

В начальный момент времени значения всех счетчиков не определены. При сбросе с помощью сигнала reset значения счетчиков обнуляются, после чего начинается счет посредством счетчика cnt. Досчитав до 1000(вообще он должен до 100 миллионов считать, но для симуляции ждать такое значение бессмысленно), счетчик сбрасывается, передавая импульс следующему счетчику, считающего миллисекунды. Он, в свою очередь считает до 9, и тактует счетчик единиц секунд, считающего до 9. Аналогично обстоит дело со следующими счетчиками. Так же, можно просмотреть момент, когда при нажатии кнопки start-stop запускается и останавливается счет времени.



Figures/2.png

Рисунок 4 – Нулевой момент времени, сброс всех сигналов сигналом reset, начало отсчета счетчика cnt



Figures/3\_2.png

Рисунок 5 – Остановка счета времени повторным нажатием кнопки start-stop



Рисунок 6 – Переключение счетчика миллисекунд при приходе импульса от делителя тактовой частоты cnt



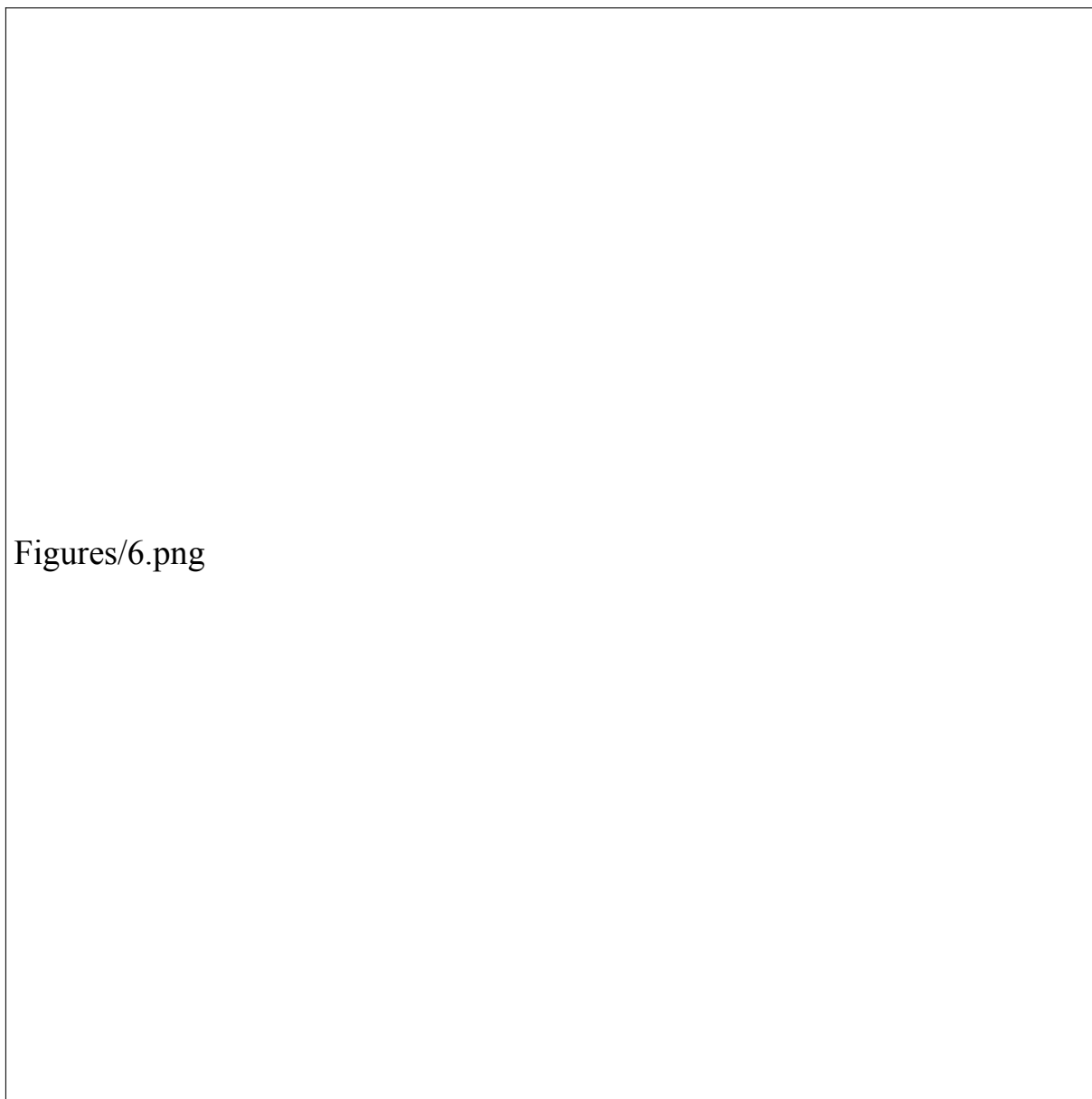
Figures/4.png

Рисунок 7 – Переключение счетчика единиц секунд счетчиком миллисекунд



Figures/5.png

Рисунок 8 – Переключение счетчика десятков секунд счетчиком единиц секунд



Figures/6.png

Рисунок 9 – Переключение счетчика единиц минут счетчиком десятков секунд



Figures/7.png

Рисунок 10 – Остановка счета нажатием кнопки start-stop – значения счетчиков зафиксировались и не меняются

Таким образом, симуляцию можно считать успешной.

#### 4. Синтез цифрового устройства

Для синтеза необходимо задать временные ограничения. Создаем файл временных ограничений, в котором нужно задать частоту тактового сигнала, в окне Primary Clocks.

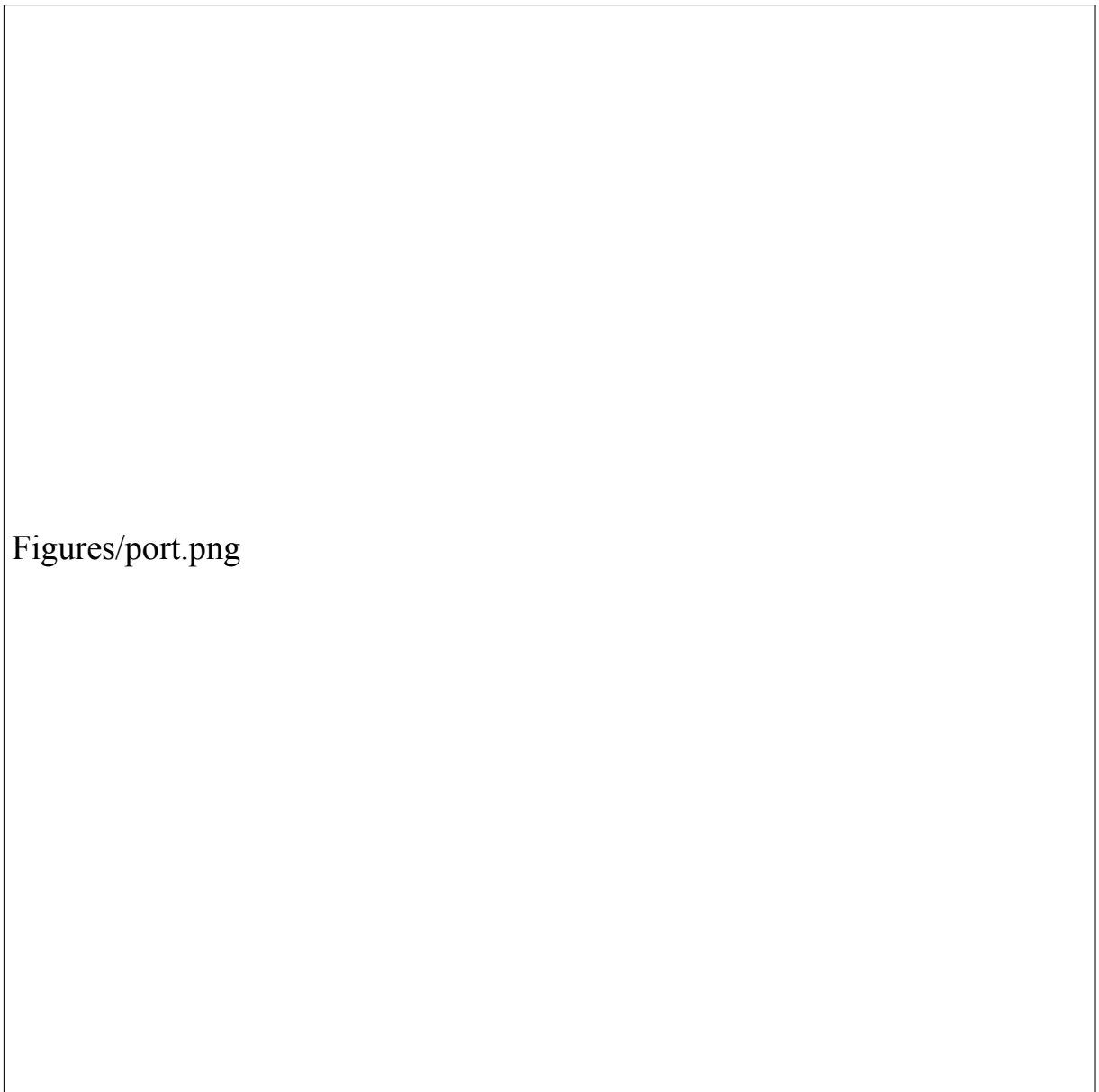
В результате синтеза была получена следующая схема(рисунок 11)



Figures/sch.png

Система отмечает отсутствие ограничений Input и Output, а также группы по clock и unconstrained elements. Причина этого в том, что все счетчики тактируется выходным сигналом другого счетчика, который не указан в качестве тактового.

Так же на этом этапе необходимо указать внешние порты ввода-вывода для размещения схемы внутри ПЛИС. Сделать это нужно вручную, в соответствии со схемой, указанной в Board Reference Manual.



Figures/port.png

Рисунок 12 – Расположение портов ввода-вывода

## 5. Реализация

Следующий шаг разработки устройства – это реализация. После завершения процесса реализации нужно проверить выполнение временных ограничений (Report Timing Summary)(рисунок 13)

Figures/timing.png

Рисунок 13 – временная сводка после реализации

## 6. Программирование ПЛИС

Для программирования ПЛИС нужно выбрать Generate Bitstream на левой панели (Flow Navigator), а после завершения процесса открыть Hardware Manager, подключить кабель USB к отладочной плате (разъем PROG) и затем к компьютеру. Включить плату (переключатель POWER на плате), а также проверить правильность установки перемычек JP1 и JP2.

В окне Hardware Manager необходимо выбрать "Open Target", а затем "Auto Connect". Если соединение будет успешным, надпись "unconnected" сменится на имя платы, появится кнопка "Program Device". При нажатии на нее нужно выбрать отладочную плату, а затем файл с битовым потоком (с расширением .bit) – "Bitstream file". Нажать "Program".

## 7. Проверка функционирования устройства на отладочной плате

После завершения программирования устройства была произведена проверка его работоспособности, в результате которой было выяснено, что устройство работает корректно. Функции, возложенные на кнопки reset, start-stop правильно работают, все описанные и требуемые заданием функции устройства работают.

## 8. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, т. II. — М.: ФМЛ, 1970. — 800 с.