

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра Инфокоммуникационных технологий

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

_____/С.Г.Морозов/

«_14_»_января_2019_г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/С.Н. Даровских/

«_15_»_января_2019_г.

Цифровое устройство отображения радиолокационной информации

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ
ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ ВКП

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности

_____/И.С. Окраинская/

«_07_»_декабря_2018_г.

Руководитель проекта

инженер III категории

АО ЧРЗ «Полет»

_____/Д.И. Абдрахманов /

«_14_»_января_2019_г.

Организационно – экономический
раздел

_____/Р.Ш. Закиров/

«_12_»_декабря_2018_г.

Автор проекта

студент группы КЭ-637

_____/Р.Т. Валиахметов/

«_07_»_декабря_2018_г.

Нормоконтролер

_____/В.Д. Спицына/

«_14_»_января_2019_г.

АННОТАЦИЯ

Валиахметов Р.Т. Цифровое устройство отображения радиолокационной информации – Челябинск: ЮУрГУ, ВШЭКН, 2019, 106 с., 22 табл., 44 ил., библиографический список – 20 наим., 4 листа чертежей формата А1.

В данном дипломном проекте рассматривается процесс разработки цифрового устройства отображения радиолокационной информации.

Проектирование и разработка устройства осуществляются, учитывая требования технического задания.

В пояснительной записке проводится анализ технического задания, результатом которого является ряд необходимых мероприятий, для осуществления разработки.

В пояснительной записке подробно описывается принцип работы разрабатываемого устройства, приводятся все необходимые схемы. Разработан Т.М.Д.С. передатчик, произведено компьютерное моделирование его функционирования.

В схемотехническом разделе приводятся обоснования выбора электронных компонентов и микросхем и их краткие технические характеристики.

В организационно-экономическом разделе рассматриваются вопросы экономической эффективности разработки, рассчитывается срок окупаемости.

В разделе безопасности жизнедеятельности приводятся основные нормативные документы и правила безопасности при эксплуатации устройства.

В заключительной части сделаны выводы по эффективности разработки и оценены перспективы ее дальнейшего развития.

					ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Цифровое устройство отображения РЛИ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Разраб.</i>		<i>Валиахметов</i>				<i>Д</i>		<i>3</i>	<i>106</i>
<i>Провер.</i>		<i>Абдрахманов</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Спицына</i>							
<i>Утверд.</i>		<i>Даровских</i>							
						ЮУрГУ Кафедра ИКТ			

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Анализ технического задания	8
1.1 Общие положения	8
1.2 Недостатки существующего изделия.....	8
1.3 Интерфейс RS-232 и разъем СНП-268.....	9
1.4 DVI-кабель.....	12
1.5 Протокол T.M.D.S.	15
2 Проектирование и разработка устройства.....	21
2.1 Разработка функциональной схемы передатчика T.M.D.S.....	21
2.2 Разработка функциональной схемы кодера T.M.D.S.	23
2.3 Разработка функциональной схемы генератора адресов блока памяти, строчной и кадровой развертки.	25
2.4 Разработка функциональной схемы блока постоянной памяти.....	27
2.5 Разработка мультиплексора	32
2.6 Разработка функциональной схемы элемента задержки	34
2.7 Разработка функциональной схемы итогового устройства.....	34
3 Схемотехнический раздел	38
3.1 Приемопередатчик интерфейса RS-232.....	38
3.2 Формирование выходного уровня.....	44
3.3 Система индикации.....	49
3.4 Органы управления.....	51

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						4
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВПП – взлетно-посадочная полоса;

ЛА – летательный аппарат;

ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема;

РСБН – радиотехническая система ближней навигации;

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

ОС – операционная система;

ПРМГ – посадочная радиомаячная группа;

РМ – радиомаяк;

РЛИ – радиолокационная информация;

VHDL – VHSIC (Very high speed integrated circuits) Hardware Description Language (язык описания аппаратуры интегральных схем);

DVI – Digital Visual Interface (цифровой видеоинтерфейс);

RS-232 – Recommended Standard 232 (проводной дуплексный интерфейс);

T.M.D.S. – Transition Minimized Differential Signaling (дифференциальная передача сигналов с минимизацией перепадов уровней);

LCD – Liquid crystal display (жидкокристаллический дисплей);

DTE – Data Terminal Equipment (терминал);

DCE – Data Communications Equipment (коммуникационное устройство).

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						6
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ВВЕДЕНИЕ

К радиотехническим системам ближней навигации и посадки относятся системы, обеспечивающие определение местоположения летательного аппарата (ЛА) на расстоянии до 500 км относительно радиомаяка, а также положение ЛА относительно взлетно-посадочной полосы (ВПП) при заходе на посадку. В зависимости от типа ЛА на его борту может быть установлено навигационное и посадочное оборудование или комплексная система ближней навигации и посадки.

Основа систем ближней навигации – сеть независимых наземных радиомаяков (РМ). Радиомаяки формируют и излучают сигналы, по которым определяются характеризующие место ЛА навигационные параметры – азимут и дальность. Радиомаяки устанавливаются в пунктах с известными координатами. В зависимости от назначения различают азимутальные, дальномерные и азимутально-дальномерные радиомаяки.

Разрабатываемое устройство будет использоваться в составе устройства РСБН-4НМ, и является необходимым, так как оператору нужно постоянно получать актуальную информацию о положении ЛА относительно РМ.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

и стандартной цифровой логики UART выпускается большая номенклатура микросхем драйверов.

Помимо линий входа и выхода данных, RS-232 регламентировал ряд необязательных вспомогательных линий для аппаратного управления потоком и специальных функций.

Назначение сигналов интерфейса RS-232:

- FG – защитное заземление (экран);
- TxD – данные, передаваемые устройством в последовательном коде (логика отрицательная);
- RxD – данные, принимаемые устройством в последовательном коде (логика отрицательная);
- RTS – сигнал запроса передачи. Активен во все время передачи;
- CTS – сигнал сброса (очистки) для передачи. Активен во все время передачи. Говорит о готовности приемника;
- DSR – готовность данных. Используется для задания режима модема;
- SG – сигнальное заземление, нулевой провод;
- DCD – обнаружение несущей данных (детектирование принимаемого сигнала);
- DTR – готовность выходных данных;
- RI – индикатор вызова. Говорит о приеме модемом сигнала вызова по телефонной сети.

Для работы разрабатываемого устройства достаточно наличие только трех сигналов: FG, TxD и RxD.

Наиболее часто используются трех- или четырехпроводная связь (для двунаправленной передачи). Схема соединения для четырехпроводной линии связи показана на рисунке 1.1.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						10
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

более 30 дюймов) нужна видеокарта с двухканальным выходом DVI-D Dual-Link. Если у монитора максимальное разрешение экрана 1280×1024, то подключать его кабелем dual link не имеет смысла, поскольку он предназначен для мониторов с большим разрешением.

DVI-разъемы бывают следующих видов:

- DVI-A – кабель, поддерживающий передачу только аналоговых сигналов;
- DVI-D – кабель, поддерживающий передачу только цифровых сигналов;
- DVI-I – кабель, поддерживающий передачу и аналоговых и цифровых сигналов.

На рисунке 1.2 представлены виды DVI-разъемов.

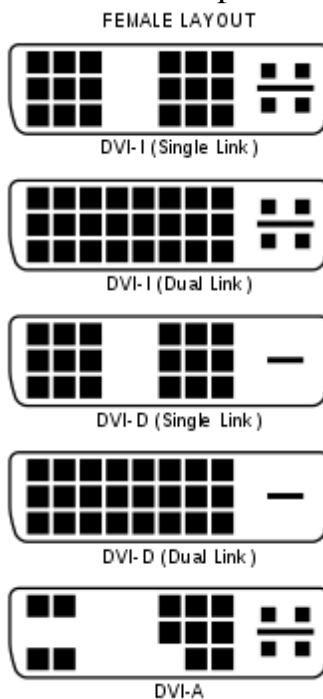


Рисунок 1.2 – Виды разъемов DVI

Нумерация и назначение контактов представлены на рисунке 1.3 и в таблице 1.2 соответственно.

1	2	3	4	5	6	7	8	C1	C2
9	10	11	12	13	14	15	16	C5	
17	18	19	20	21	22	23	24	C3	C4

Рисунок 1.3 – Нумерация контактов DVI-разъема, вид на гнездо

Таблица 1.2 – Назначение контактов DVI-разъема

Контакт	Название	Назначение
1	Данные T.M.D.S. 2-	Digital red – (1-й канал)
2	Данные T.M.D.S. 2+	Digital red + (1-й канал)
3	Данные T.M.D.S. 2/4 shield	Общий для дифференциальных пар 2 и 4
4	Данные T.M.D.S. 4-	Digital green – (2-й канал)
5	Данные T.M.D.S. 4+	Digital green + (2-й канал)
6	Строб DDC	
7	Данные DDC	
8	Аналоговая кадровая развёртка	
9	Данные T.M.D.S. 1-	Digital green – (1-й канал)
10	Данные T.M.D.S. 1+	Digital green + (1-й канал)
11	Данные T.M.D.S. 1/3 shield	Общий для дифференциальных пар 1 и 3
12	Данные T.M.D.S. 3-	Digital blue – (2-й канал)
13	Данные T.M.D.S. 3+	Digital blue + (2-й канал)
14	+5 В	Питание для монитора в спящем режиме
15	Заземление	Земля для контактов 14, 8 и C4
16	Определение подключения	
17	Данные T.M.D.S. 0-	Digital blue – (1-й канал) и цифровая синхронизация
18	Данные T.M.D.S. 0+	Digital blue + (1-й канал) и цифровая синхронизация
19	Данные T.M.D.S. 0/5 shield	Общий для дифференциальных пар 0 и 5
20	Данные T.M.D.S. 5-	Digital red – (2-й канал)
21	Данные T.M.D.S. 5+	Digital red + (2-й канал)
22	Экранирование строба T.M.D.S.	

Продолжение таблицы 1.2

Контакт	Название	Назначение
23	Строб T.M.D.S. +	Digital clock + (1-й и 2-й каналы)
24	Строб T.M.D.S. –	Digital clock – (1-й и 2-й каналы)
C1	Аналоговый красный сигнал	
C2	Аналоговый зелёный сигнал	
C3	Аналоговый синий сигнал	
C4	Аналоговая строчная развёртка	
C5	Аналоговый — земля (GND)	Земля для аналоговых красного, зелёного и синего

1.5 Протокол T.M.D.S.

Высокие скоростные характеристики интерфейса DVI достигнуты за счет использования специально разработанного для него алгоритма кодирования сигналов, который называется Transition Minimized Differential Signaling (T.M.D.S.) — дифференциальная передача сигналов с минимизацией перепадов уровней [3].

Эта технология основана на передаче сигнала посредством дифференциальных сигналов с уменьшенным числом переходов сигнала (из состояния 0 в состояние 1 или обратно). Данные кодируются с целью получения наиболее электрически сбалансированной последовательности бит, что позволяет достигать высоких частот.

Дифференциальный, или симметричный, способ передачи, когда по каждому проводнику витой пары проходит один и тот же прямой и инвертированный сигнал, обеспечивает эффективную защиту данных от синфазных помех, т. е. внешние электромагнитные возмущения всегда будут воздействовать на оба провода дифференциальной пары, по которой и будет передаваться полезный сигнал. По этой же причине, эта технология является

практически нечувствительной к внешним электромагнитным помехам и может обеспечивать большую пропускную способность.

Аппаратная часть стандарта DVI реализована с помощью передатчика T. M. D. S., в котором производится преобразование оцифрованного RGB-сигнала и формирование последовательного потока данных в каждом из каналов, и приемника в котором происходит полное восстановление цифровых потоков по каналам R, G, B, а также сигнала Clock. Функциональная схема передатчика и приемника T.M.D.S. представлена на рисунке 1.4.

Входной поток содержит и служебные данные (control data, данные управления), и данные изображения (pixel data). На каждом такте передатчик кодирует данные изображения, или служебные данные в зависимости от значения флага передачи данных DE. Активный уровень сигнала DE показывает необходимость передачи данных изображения. При этом каждый пиксель передается за один период тактовой частоты. Пассивное состояние сигнала DE соответствует передаче управляющих сигналов. На их формат, как и на формат представления данных, никаких ограничений не накладывается, что позволяет с помощью технологии T.M.D.S. передавать любой параллельный информационный поток.

В случае одноканальной передачи данных, передатчик, функциональная схема которого представлена на рисунке 1.5, содержит три одинаковых шифратора, каждый из которых работает с одним каналом T.M.D.S. На вход шифратора поступают по 8 бит данных и два управляющих сигнала. В зависимости от состояния сигнала DE шифратор генерирует десятибитное слово (символ) либо из данных, либо из управляющих сигналов.

T.M.D.S Transmitter

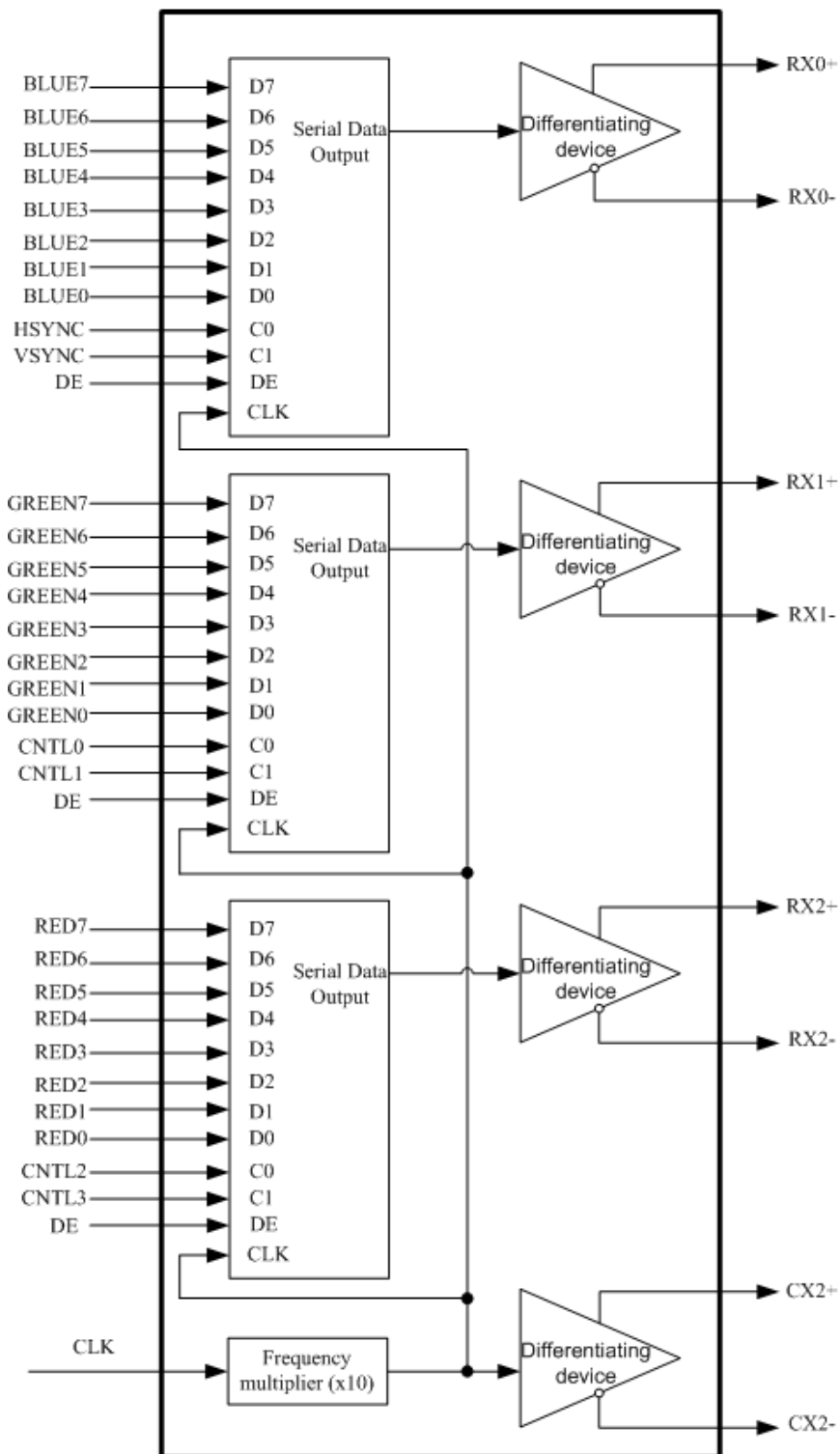


Рисунок 1.5 – Функциональная схема T.M.D.S. передатчика

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись Дата

Процесс кодирования данных изображения состоит из двух стадий. На первой стадии формируется девятибитный код с минимизированным числом переходов. Сначала блок кодирования минимизирует в восьмибитной последовательности число переходов, а потом добавляет старший бит, в котором указывается тип кодирования. Кодирование осуществляется посредством применения функций XOR или XNOR к текущему биту входа и предыдущему биту выхода. Выбор функции осуществляется с целью минимизации числа переходов. Функция XOR выбирается, если число единиц меньше, или число нулей и единиц равно, но младший бит байта — единице, иначе применяется XNOR. Младший бит сохраняется неизменным, что позволяет приемнику восстановить исходную последовательность, просто повторив преобразование. При декодировании младший бит также не изменяется.

На второй стадии десятибитный код, конечный T.M.D.S.-символ, формируется с целью уравнивания общего электрического баланса передаваемого потока. На этой стадии в случае необходимости выполняется инвертирование последовательности. Десятый бит указывает на наличие обращения. Обращение бит выполняется в случае значительного рассогласования потока данных, т.е. превышения одного значения бит (например, единиц) над другим, т.е. поток балансируется. Декодирование выполняется обращением девятибитной последовательности, если установлен десятый бит.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2 Проектирование и разработка устройства

Для разработки требуемого устройства воспользуемся основным программным продуктом фирмы Altera, САПР Quartus – среда для проектирования и отладки проектов на ПЛИС Altera. Описывать логику работы устройства будем на языке описания аппаратуры VHDL (англ. VHSIC (Very high speed integrated circuits) Hardware Description Language).

2.1 Разработка функциональной схемы передатчика T.M.D.S.

Функциональная схема передатчика представлена на рисунке 2.1.

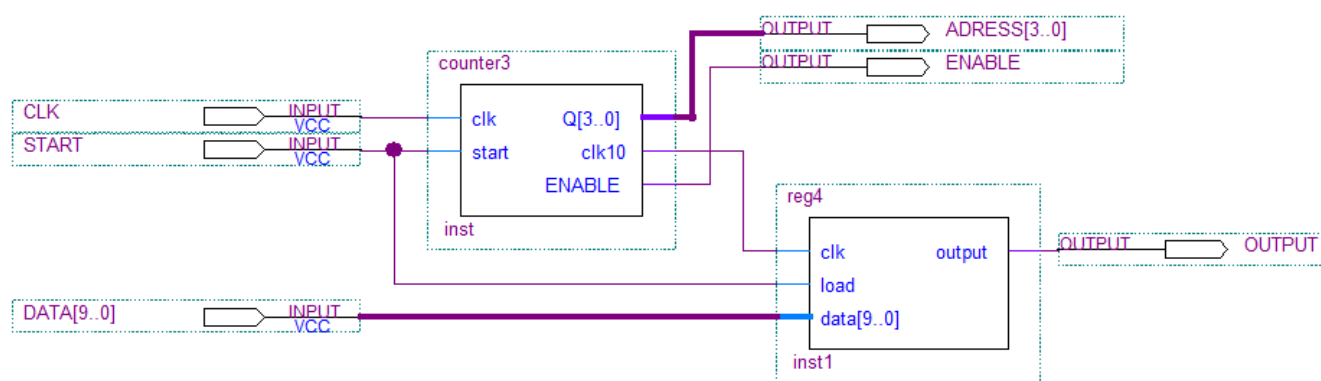


Рисунок 2.1 – Функциональная схема передатчика

Передатчик закодированных данных по протоколу T.M.D.S. состоит из счетчика до десяти и регистра сдвига.

Работа передатчика описывается следующим образом. На вход счетчика поступают два сигнала, CLK – сигнал тактовой частоты и START – сигнал запуска счета. По заднему фронту сигнала START счетчик устанавливает выходной сигнал ENABLE в логическую единицу и начинает считать количество импульсов сигнала CLK. Как только количество импульсов становится равным десяти, счетчик сбрасывается, а выходной сигнал ENABLE устанавливается в логический ноль. На выход ADDRESS поступают значение счетчика, а на выходе clk10 формируются пакеты из десяти импульсов от сигнала CLK.

2.2 Разработка функциональной схемы кодера T.M.D.S.

Функциональная схема кодера представлена на рисунке 2.3.

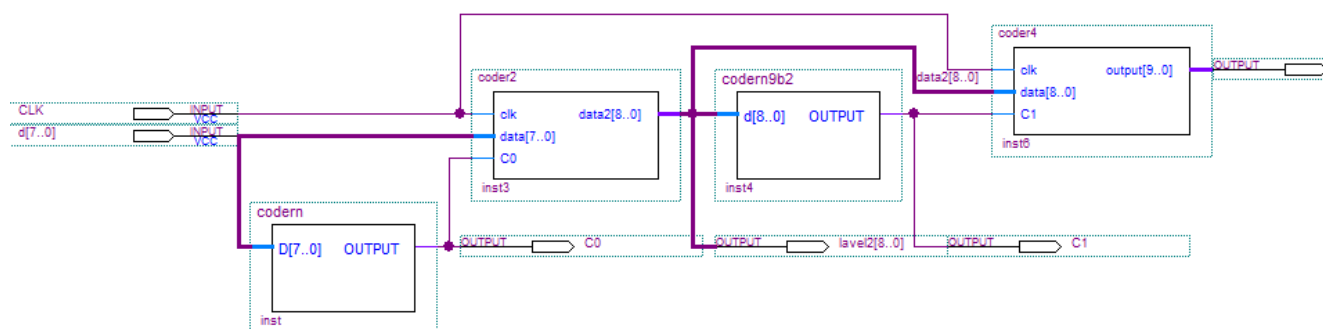


Рисунок 2.3 - Функциональная схема кодера T.M.D.S.

Работа кодера объясняется следующим образом.

На первом этапе, в блоке `codern`, производится проверка данных с входа `d`, на условие – если количество единиц больше количества нулей на выход подается логическая единица и наоборот. Данный блок построен на логических элементах «И» и «ИЛИ», путем перебора всех возможных значений, когда во входной последовательности количество единиц больше или равно количеству нулей. Как альтернатива, можно делать данный блок на основе счетчика, но будет потеряно намного больше тактов.

На втором этапе, в блоке `coder2`, производится кодирование входных данных посредством применения функций XOR или XNOR к текущему биту входа и предыдущему биту выхода. Выбор функции осуществляется с целью минимизации числа переходов. Функция XOR выбирается, если на входе `C0` логический ноль, иначе применяется XNOR. При кодировании функцией XOR в девятый бит выходного сигнала `data2` ставится логическая единица, а при кодировании функцией XNOR в девятый бит выходного сигнала `data2` ставится логический ноль. Младший бит сохраняется неизменным.

На третьем этапе, в блоке `codern9b2`, производится проверка входных данных с входа `data2`, с условием значительного рассогласования потока данных,

т.е. превышения одного значения бит (например, единиц) над другим. При значительном превышении количества единиц на выходе формируется логическая единица, иначе логический ноль. Как и в первом блоке, данный блок построен на логических элементах «И» и «ИЛИ», путем перебора всех возможных значений, когда во входной последовательности количество единиц больше количества нулей.

На заключительном этапе, в блоке `coder4`, производится инвертирование входных данных, если на входе `S1` установлена логическая единица. Данная операция необходима с целью уравнивания общего электрического баланса передаваемого потока. При инвертировании в десятый бит выходного потока устанавливается логическая единица, восьмой бит не изменяется, а остальные восемь младших бит инвертируются.

Листинги программ кодера представлены в приложении А.

Результат работы кодера представлен в виде временных диаграмм на рисунке 2.4.

Из полученных временных диаграмм видно, что кодер работает корректно. Так, входное число `000000001`, сначала кодируется по функции XOR, так как количество единиц не превышает количество нулей, и получается число `100000011`. После данное число проверяется на разбалансированность, и не инвертируется. На выходе кодера имеем число `0100000011`, как и должно быть.

После получения шестнадцатеричного кода изображения сетки, создаем новый файл с расширением .hex или .mif с помощью Quartus II, и записываем в него данные.

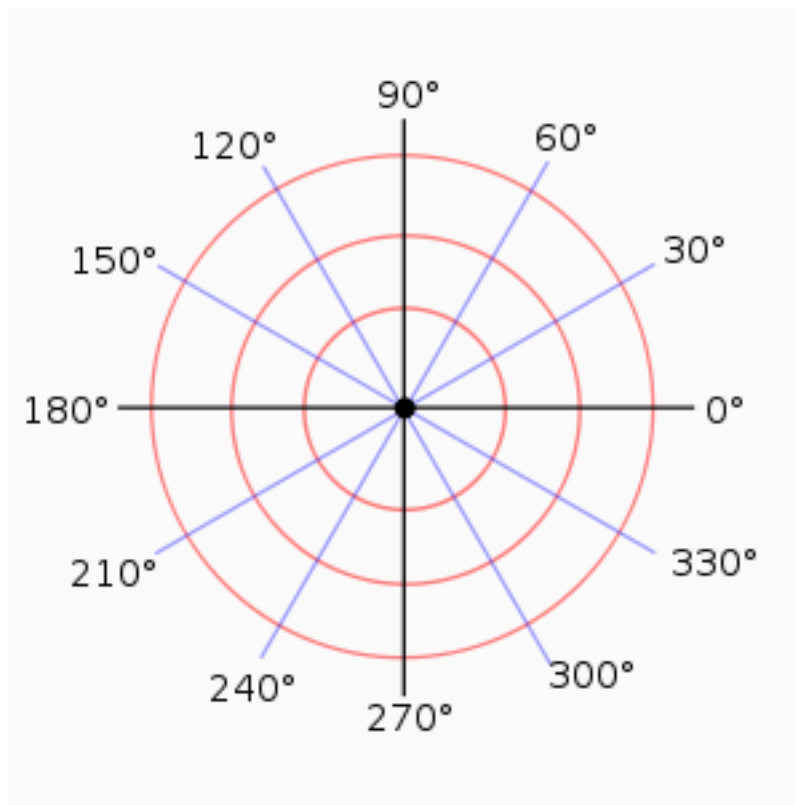


Рисунок 2.9 – Изображение сетки координат

Для проверки работы блока памяти, загрузим в мегафункцию `lpm_rom` более простое изображение. Данное изображение черно-белое, и имеет размер 300x300 пикселей. Тестовое изображение представлено на рисунке 2.10.

Фрагмент данных о тестовом изображении представлен в таблице 2.1. Данный фрагмент является шестнадцатеричный кодом неполной первой строки. По полученным данным видно, что белый цвет в шестнадцатеричной системе представлен как FF, а черный 00. Также видно, что черный цвет находится вначале строки по адресам 0-1, и как раз примерно в середине строки, по адресам 146-150.

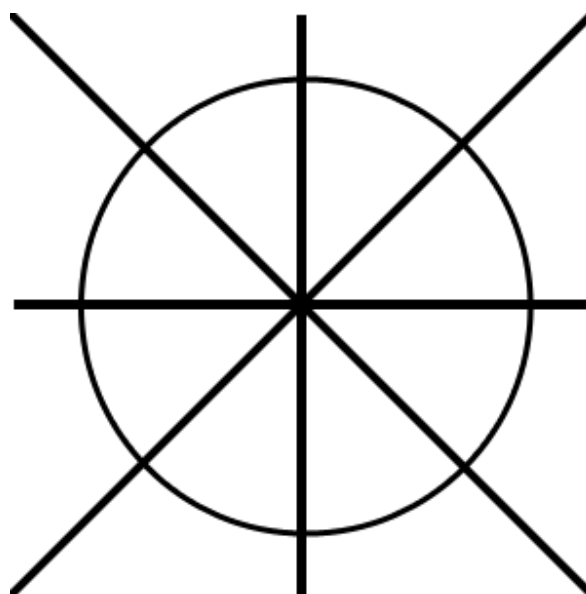


Рисунок 2.10 – Тестовая сетка координат

Таблица 2.1 – Фрагмент данных о тестовой сетке координат

Адрес	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
0	00	88	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
16	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
32	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
48	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
64	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
80	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
96	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
112	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
128	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
144	FF	FF	00	00	00	00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
160	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
176	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

Продолжение таблицы 2.1

Адрес	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
192	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
208	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
224	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
240	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
256	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
272	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
288	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	88	00	00	00	00	00	00	88
304	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
320	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
336	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
352	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
368	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
384	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
400	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
416	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
432	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	00
448	00	00	00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
464	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
480	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

Данный мультиплексор, при наличии сигнала строчной синхронизации, выдает кодовую последовательность 1101010100, а при наличии сигнала кадровой синхронизации – 1101010101. При отсутствии сигналов, на выход передаются данные с кодера.

Реализованный блок мультиплексора, представлен на рисунке 2.13.

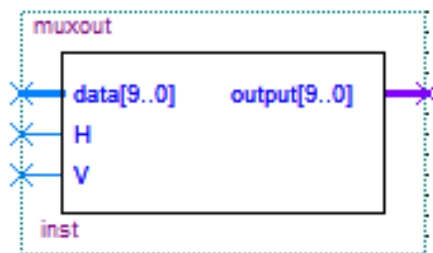


Рисунок 2.13 – Блок мультиплексора

Код программы мультиплексора представлен в приложении А.

Временные диаграммы работы мультиплексора представлены на рисунке 2.14.

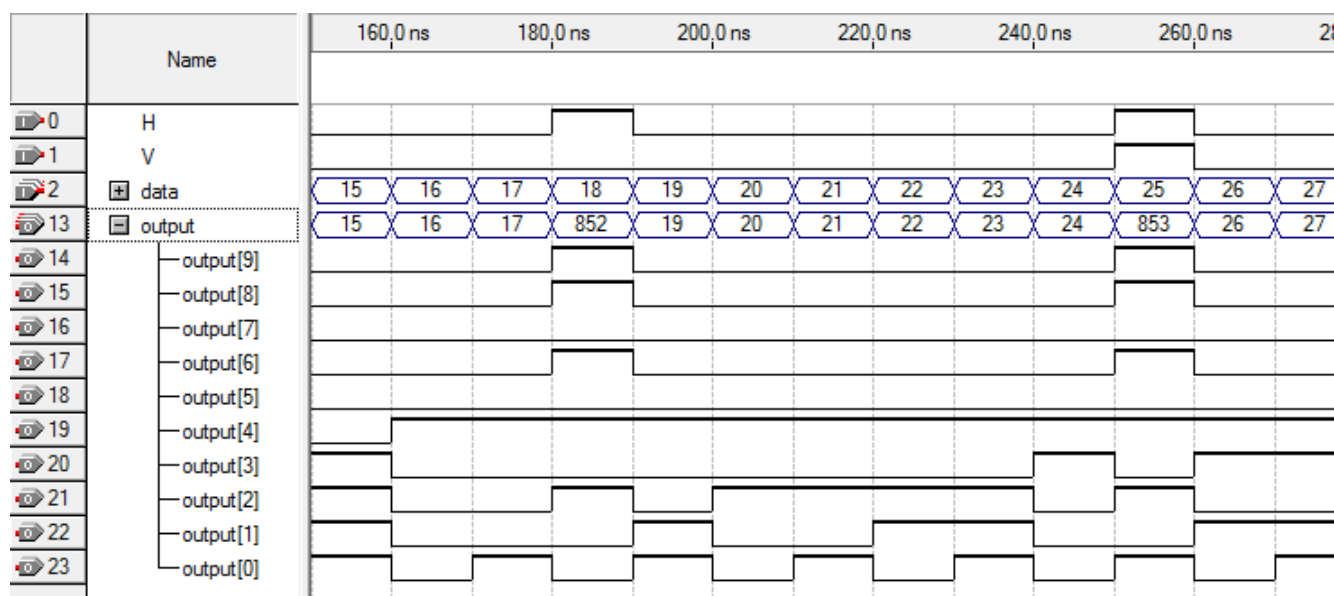


Рисунок 2.14 – Временные диаграммы работы мультиплексора

2.6 Разработка функциональной схемы элемента задержки

Для согласования выходных сигналов *hsync* и *vsync* генератора адресов *count64*, с входом мультиплексора *muxout*, необходимо спроектировать элемент задержки, сдвигающий сигналы с выхода генератора на четыре такта.

Данная операция необходима, в связи с тем, что работа кодера *Coder* занимает четыре такта, и если не использовать элемент задержки, то на выходе мультиплексора будут сформированы неверные данные.

Элемент задержки проектируется путем последовательного включения D-триггеров. Количество триггеров соответствует количеству тактов, на которое необходимо задержать входной сигнал.

Функциональная схема элемента задержки представлена на рисунке 2.15.

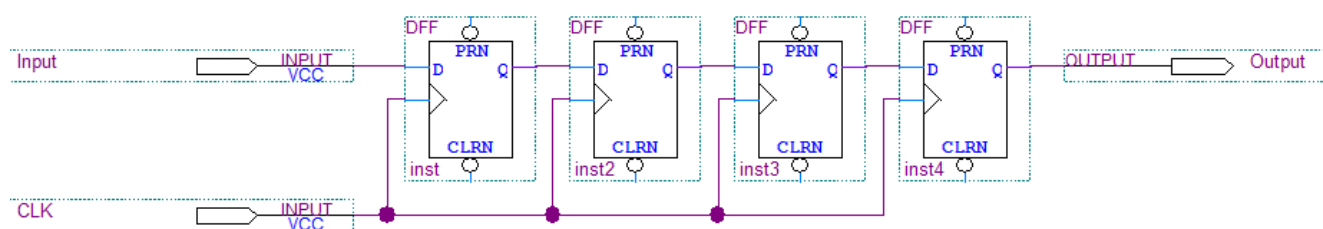


Рисунок 2.15 – Функциональная схема элемента задержки

2.7 Разработка функциональной схемы итогового устройства

Все необходимые компоненты устройства были разработаны в предыдущих разделах, поэтому спроектируем конечную функциональную схему устройства.

Функциональная схема цифрового устройства отображения РЛИ представлена на рисунке 2.16.

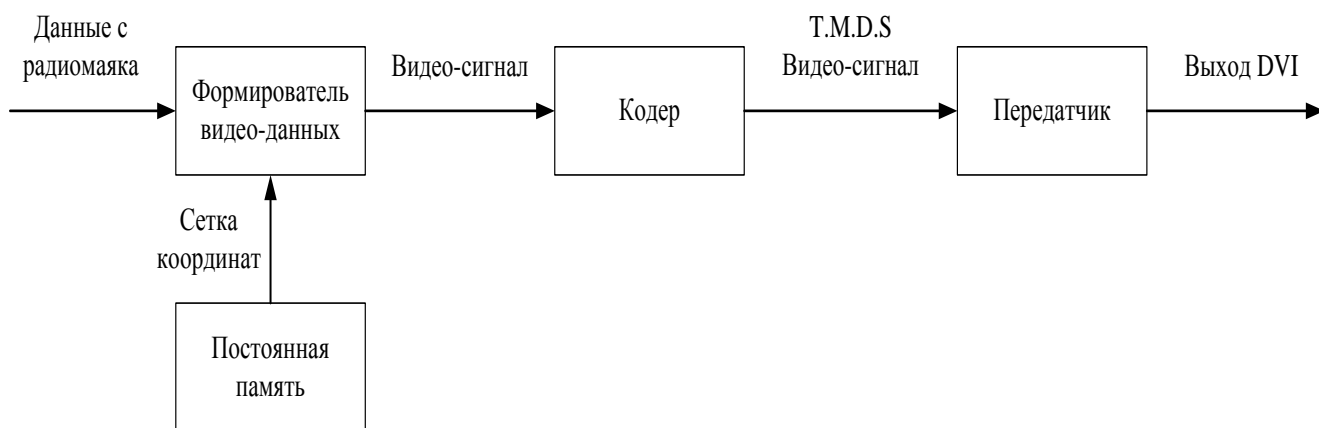


Рисунок 2.16 – Функциональная схема цифрового устройства отображения РЛИ

Реализованная функциональная схема цифрового устройства отображения РЛИ представлена на рисунке 2.17.

Временные диаграммы работы цифрового устройства отображения РЛИ, представлены на рисунках 2.18 и 2.19.

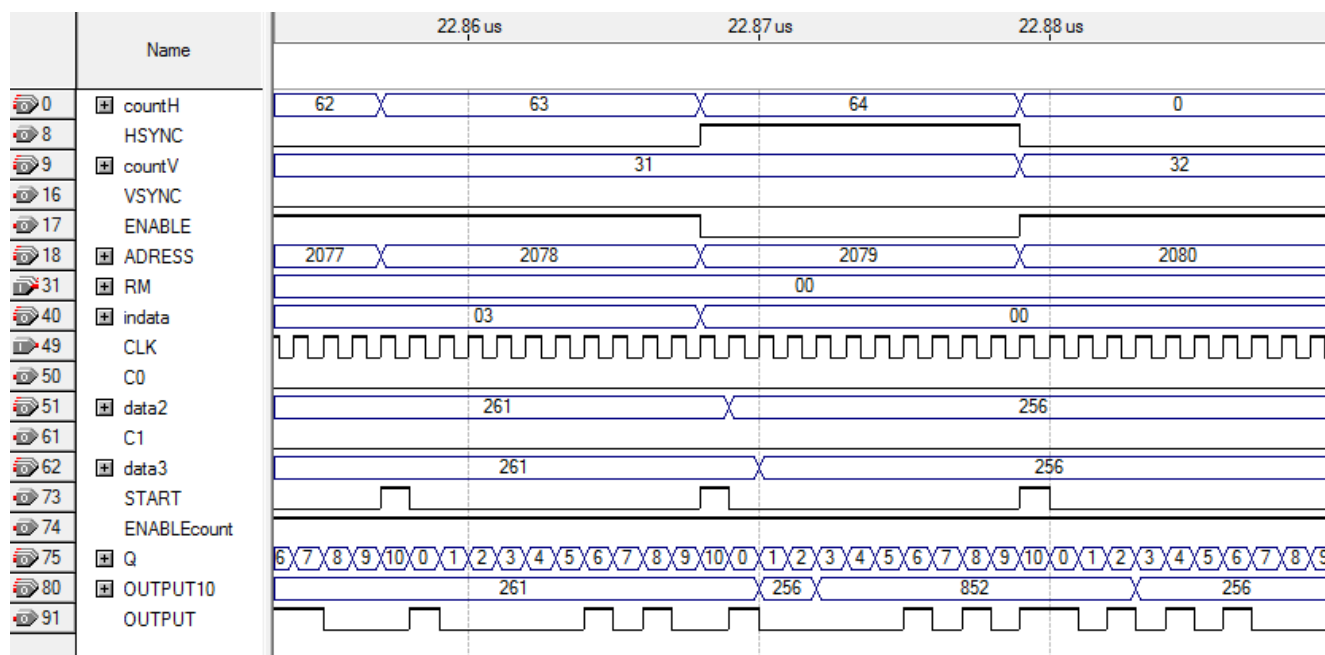


Рисунок 2.18 – Временные диаграммы работы цифрового устройства отображения РЛИ

Перепечатывается с другой рамкой

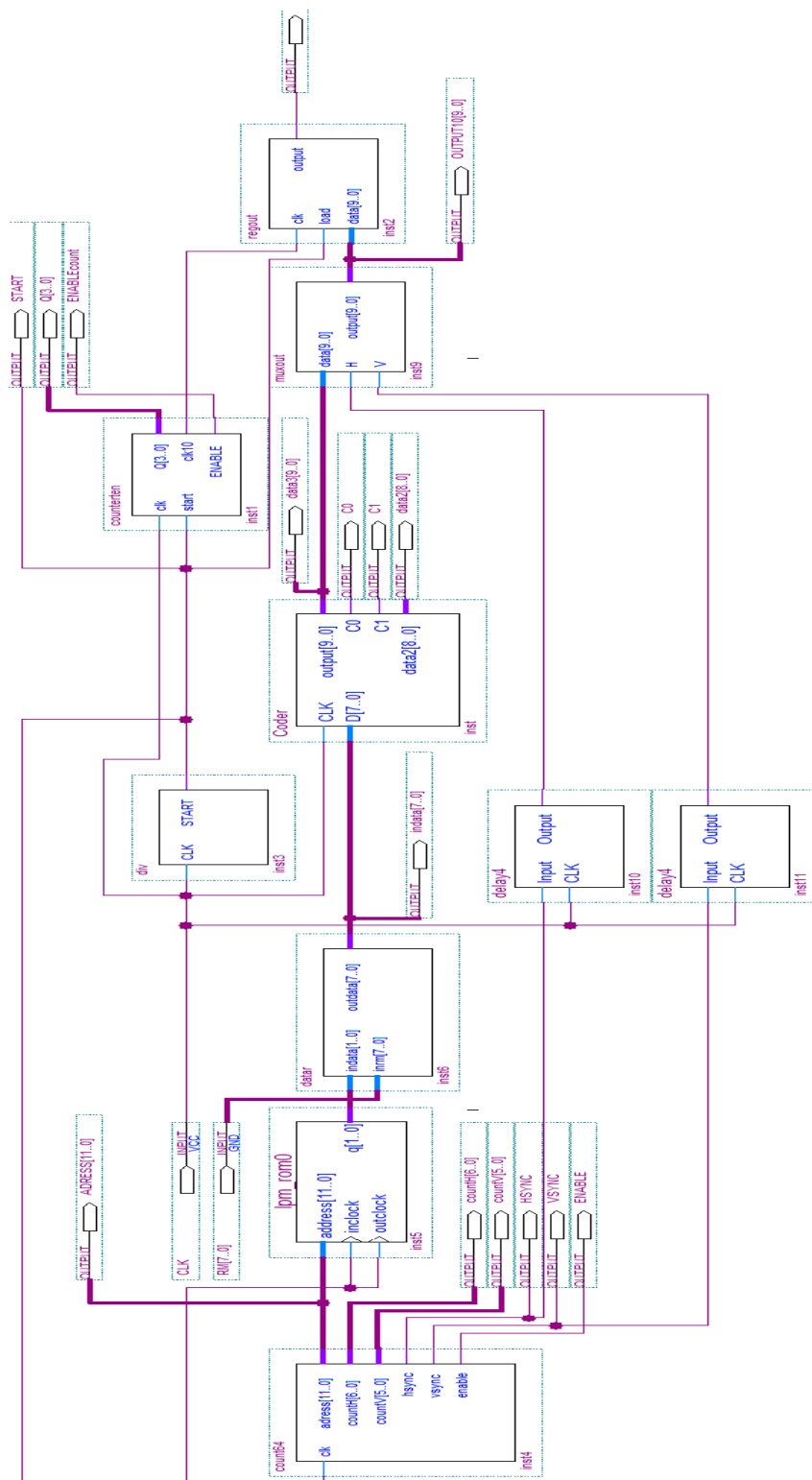


Рисунок 2.17 – Реализованная функциональная схема цифрового устройства отображения РЛИ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

3 Схемотехнический раздел

Для определения конкретных моделей, типов элементов необходимо иметь критерии, по которым будет осуществлен выбор. Главной задачей выбора элементов является обеспечение работоспособности устройства с заданной точностью, надежностью и т.д.

3.1 Приемопередатчик интерфейса RS-232

Для получения данных с радиомаяка по интерфейсу RS-232 необходим приемопередатчик, который обеспечит необходимый уровень напряжения и тока, для обеспечения максимально благоприятных условий и надежности функционирования. В качестве приемопередатчика подойдет микросхема 5559ИН4У производства АО «ПКК Миландр».

Приемопередатчик интерфейса RS-232 содержит пять передатчиков КМОП – RS-232 и три приемника RS-232 – КМОП (один активный во всех режимах), а также внутренний импульсный преобразователь напряжения с внешними конденсаторами. Для работы схемы требуется четыре внешних конденсатора.

Основные параметры микросхемы:

- напряжение питания от 3,0 В до 5,5 В;
- максимальная скорость передачи данных:
 1. в режиме MegaBaud до 1Мбит/с;
 2. в нормальном режиме до 250Кбит/с;
- 3 канала приема;
- 5 каналов передачи;
- режим «выключено»;
- рабочий диапазон температур от минус 60 до плюс 125 °С

					<i>ИОУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						38
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Продолжение таблицы 3.1

Вывод корпуса	Условное обозначение	Функциональное назначение выводов
16	nNSHDN	Вход выключения передатчиков RS-232. Активный уровень "0"
17	nEN	Вход разрешения работы выходов приемников. Активный уровень "0"
18	R1IN	Вход приемника RS-232
19	R1OUTB	Не инвертирующий выход приемника. Активен во всех режимах
20	R1OUT	Выход приемника RS-232
21	R2OUT	Выход приемника RS-232
22	R3OUT	Выход приемника RS-232
23	R3IN	Вход приемника RS-232
24	R2IN	Вход приемника RS-232
25	C1-	Отрицательный вывод конденсатора для внутреннего импульсного преобразователя напряжения
26	U _{CC}	Напряжение питания
27	C1+	Положительный вывод конденсатора для внутреннего импульсного преобразователя напряжения
28	U _H	+5,5 В вывод внутреннего импульсного преобразователя напряжения

Электрические параметры микросхемы представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Электрические параметры микросхемы 5559ИН4У

Наименование параметра	Норма параметра
Выходное напряжение низкого уровня приемника	Не более 0,4 В
Выходное напряжение высокого уровня приемника	$U_{CC} - 0,6 В$
Выходное напряжение передатчика	Не менее $\pm 5 В$
Ток потребления при отключенной нагрузке	Не более 2 мА
Ток потребления при отключенных передатчиках	Не более 10 мкА
Входной ток низкого уровня передатчика и управляющих сигналов	Не более $\pm 1 мкА$
Входной ток высокого уровня передатчика и управляющих сигналов	Не более $\pm 1 мкА$
Выходной ток низкого уровня в состоянии «Выключено» приемника	Не более $\pm 10 мкА$
Выходной ток высокого уровня в состоянии «Выключено» приемника	Не более $\pm 10 мкА$
Входной ток приемника	Не менее $\pm 3 мА$, не более $\pm 9 мА$
Выходной ток утечки низкого уровня передатчика	Не более $\pm 25 мкА$
Выходной ток утечки высокого уровня передатчика	Не более $\pm 25 мкА$
Выходное сопротивление передатчика	Не менее 300 Ом
Время задержки распространения приемника при включении	Не более 400 нс
Время задержки распространения приемника при выключении	Не более 400 нс

Габаритный чертеж микросхемы представлен на рисунке 3.1.

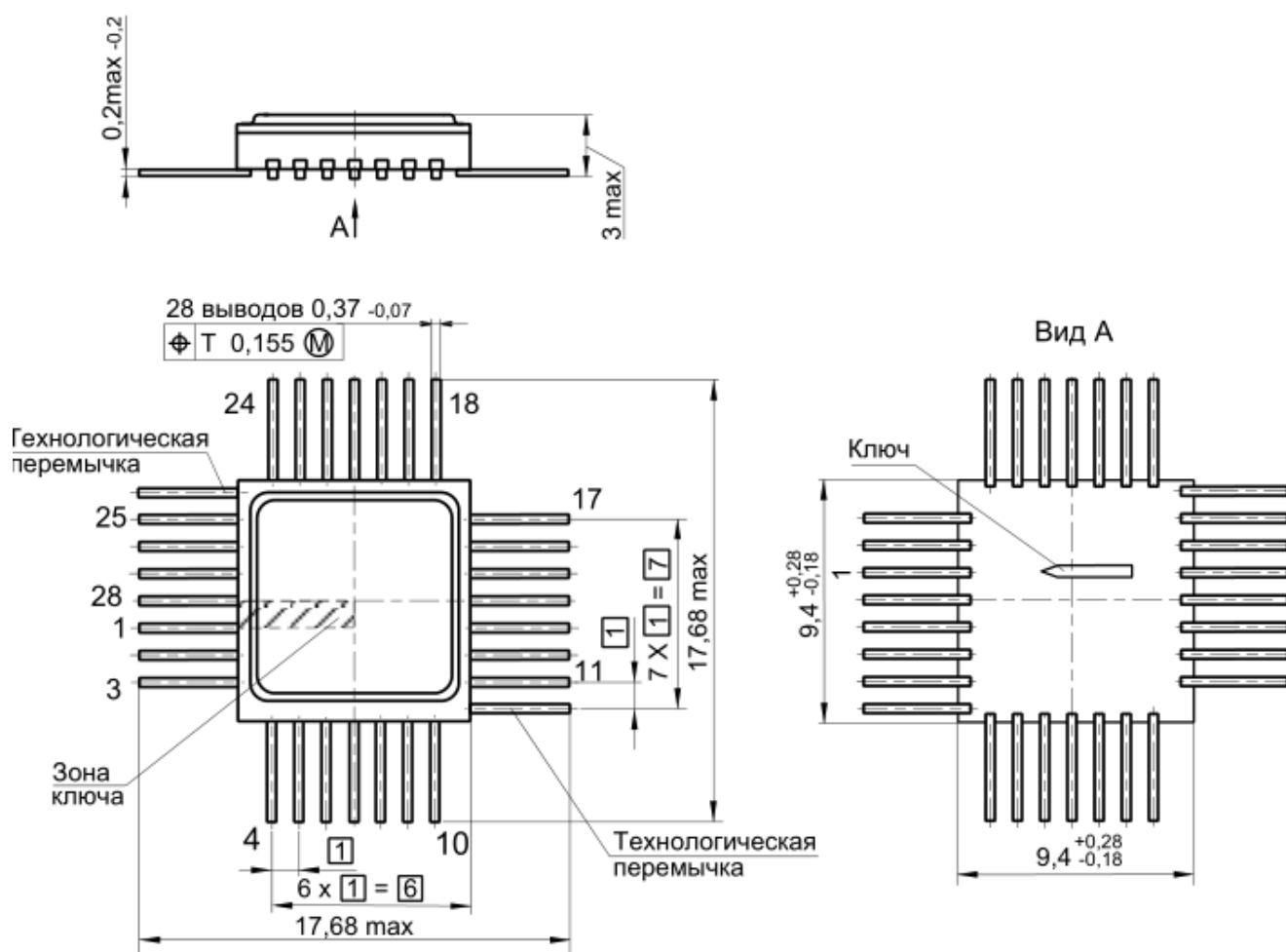


Рисунок 3.1 – Габаритный чертеж микросхемы 5559ИН4У

Типовая схема включения приемопередатчика представлена на рисунке 3.2, где G1 – источник постоянного напряжения ($U_{CC} = (3,0...5,5) В$), C1...C5 – конденсаторы, C1 = не менее $0,22 мкФ \pm 20 \%$; C5 = не менее $0,22 мкФ \pm 20 \%$; C2 = C3 = C4 = не менее $1,0 мкФ \pm 20 \%$. Конденсатор C3 может быть подключен между U_H и GND.

Тип используемых конденсаторов C1-C4 не влияет на работу схемы, используемые конденсаторы могут быть как электролитическими, так и керамическими. Для работы схемы импульсного преобразователя напряжения требуются конденсаторы емкостью $0,1 мкФ$ при напряжении питания $3,3 В \pm 5 \%$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

3.2 Формирование выходного уровня

Для работы системы индикации необходимо напряжение 5В и ток не менее 10 мА. Непосредственно с выхода ПЛИС невозможно обеспечить данные условия, поэтому необходим формирователь выходного уровня.

Подходящим по параметрам является 8-разрядный шинный формирователь выходных уровней 5572ИН2АУ производства АО «ПКК Миландр».

Микросхема предназначена для сопряжения интерфейсных шин, имеющих разные уровни питающих напряжений. Микросхема предназначена для применения в широкой номенклатуре аппаратуры специального назначения.

Описание выводов микросхемы представлено в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Описание выводов микросхемы 5572ИН2АУ

№ вывода	Обозначение вывода	Функциональное назначение вывода
1	nOE	Вход разрешения переключения портов (Активный низкий уровень сигнала)
2	U _{CCB}	Напряжение питания порта В
3	B1	Вход/выход 1-го разряда порта В
4	B2	Вход/выход 2-го разряда порта В
5	B3	Вход/выход 3-го разряда порта В
6	B4	Вход/выход 4-го разряда порта В
7	B5	Вход/выход 5-го разряда порта В
8	B6	Вход/выход 6-го разряда порта В

Продолжение таблицы 3.3

№ вывода	Обозначение вывода	Функциональное назначение вывода
9	B7	Вход/выход 7-го разряда порта В
10	B8	Вход/выход 8-го разряда порта В
11	GNDB	Общий порта В
12	GNDB	Общий порта В
13	GNDА	Общий порта А
14	GNDА	Общий порта А
15	A8	Вход/выход 8-го разряда порта А
16	A7	Вход/выход 7-го разряда порта А
17	A6	Вход/выход 6-го разряда порта А
18	A5	Вход/выход 5-го разряда порта А
19	A4	Вход/выход 4-го разряда порта А
20	A3	Вход/выход 3-го разряда порта А
21	A2	Вход/выход 2-го разряда порта А
22	A1	Вход/выход 1-го разряда порта А
23	UCCA	Напряжение питания порта А
24	DIR	Вход управления направлением распространения сигнала

Основные характеристики микросхемы:

Напряжение питания портов А и В, U_{CC}	от 1,65 до 5,5 В
Статический ток потребления, I_{CC}	не более 30 мкА
Количество разрядов данных	8
Независимых домена напряжения питания	2
Рабочий диапазон температур	минус 60 ÷ 125 °С

Габаритный чертеж микросхемы представлен на рисунке 3.3.

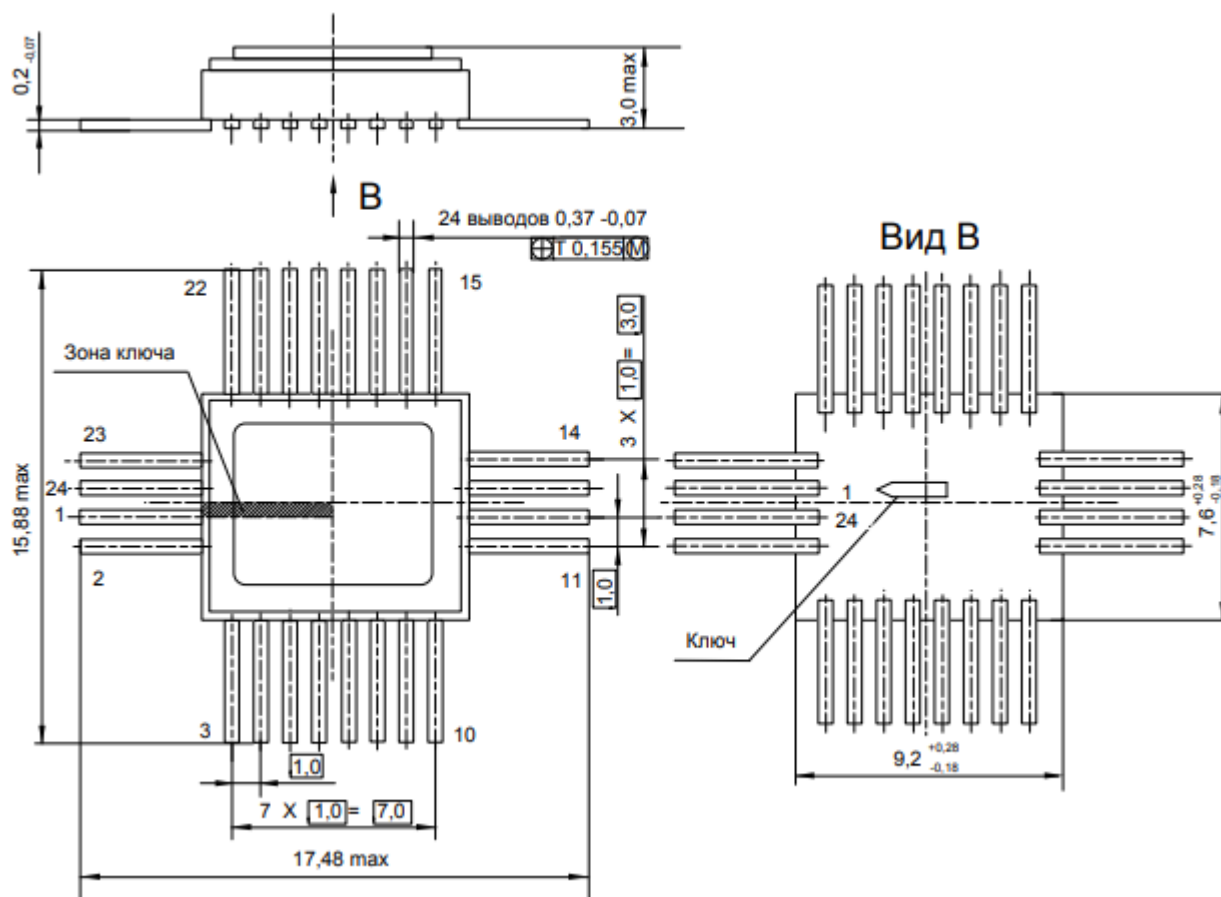


Рисунок 3.3 – Габаритный чертеж микросхемы 5572ИН2АУ

Для обеспечения максимально благоприятных условий и надежности функционирования ПЛИС следует минимизировать токи, проходящие через

ПЛИС. И минимизировать факторы, которые могут привести к поломке ПЛИС. Такими факторами являются:

- повышенная необоснованная нагрузка на выходные порты ПЛИС;
- критическая нагрузка на выходные порты ПЛИС в результате возникшей неисправности потребителя сигнала, например пробой светодиода.

С этой целью необходимо предусмотреть развязку по выходным сигналам ПЛИС. Также для передачи данных по протоколу T.M.D.S. необходимо обеспечить уровень сигнала 0,6 В.

Осуществлена развязка выходных портов ПЛИС и потребителей, а также формирование выходного уровня с помощью двухтактного усилителя мощности. При такой развязке рабочий ток или напряжение формируется усилителем. Через выходной порт ПЛИС течет лишь ток необходимый для управления усилителем.

Схема двухтактного каскада усилителя, реализованного на p-n-p и n-p-n транзисторах, приведена на рисунке 3.4.

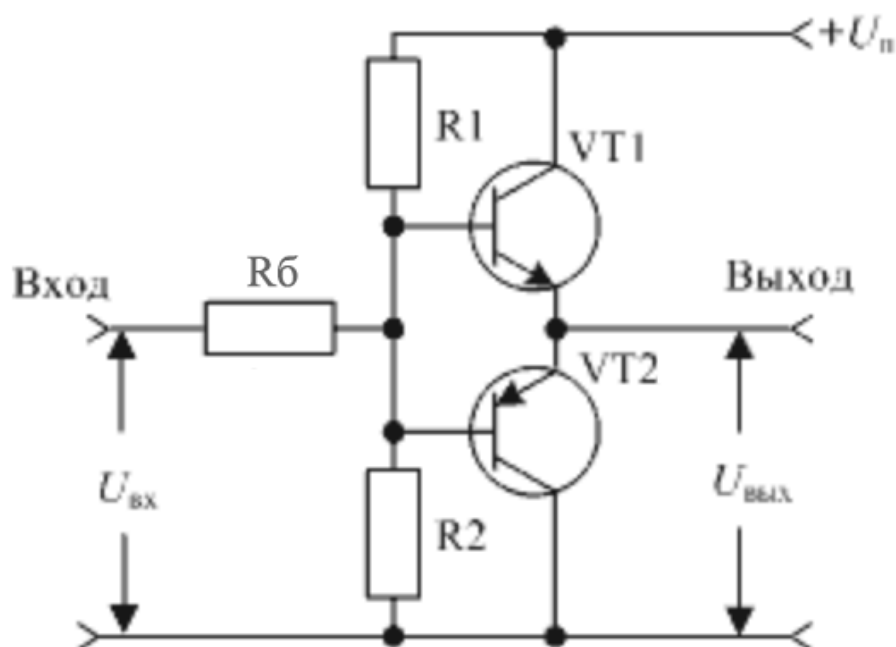


Рисунок 3.4 – Схема двухтактного каскада усилителя

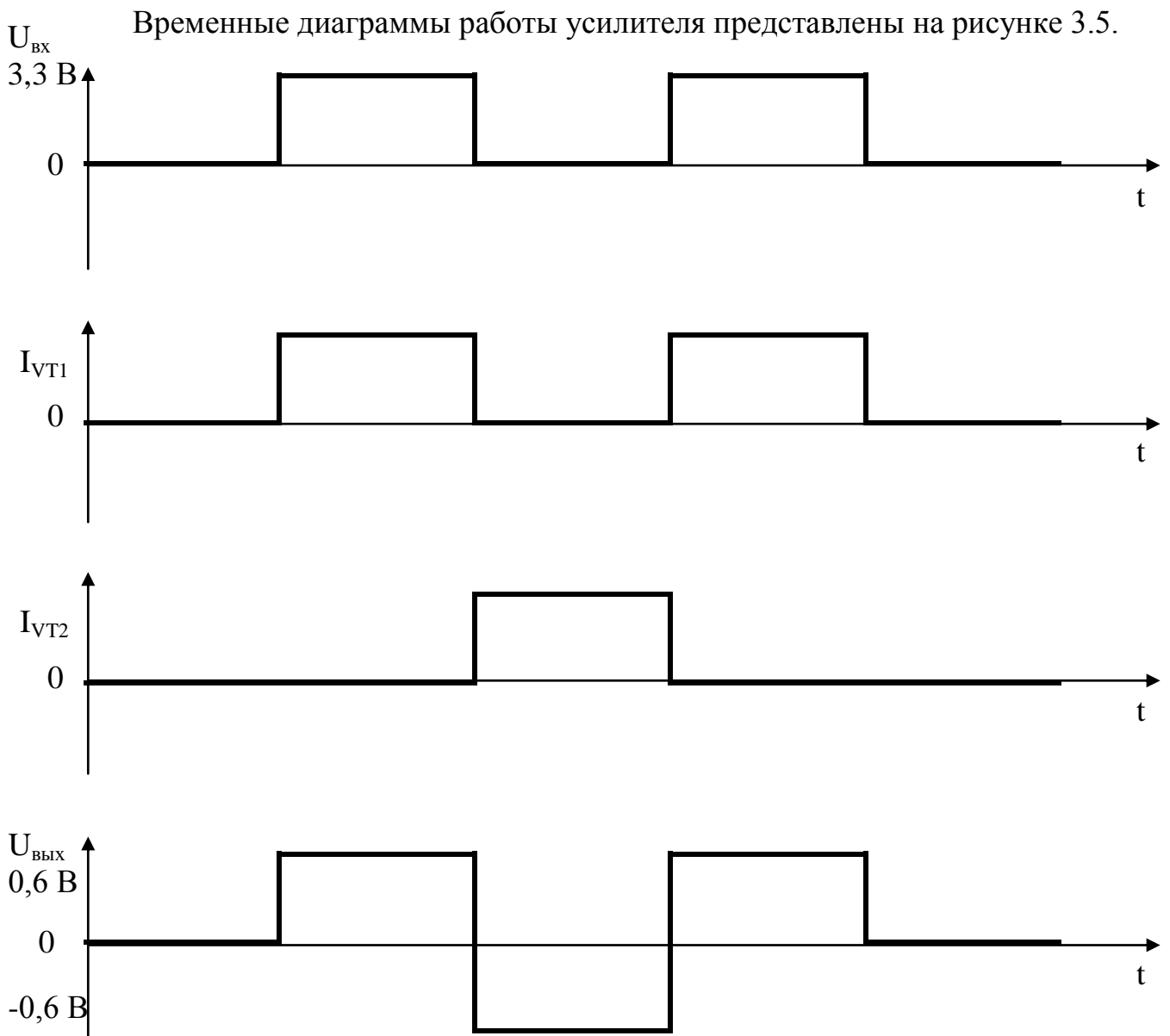


Рисунок 3.5 – Временные диаграммы напряжений и токов

Для передачи данных по протоколу T.M.D.S., необходимо получить на выходе усилителя напряжение плюс 600 мВ, что соответствует логической 1, и минус 600 мВ, что соответствует логическому нулю.

Произведем расчет усилителя. Исходные данные: $E_{пит} = 0,6$ В. $R_H = 120$ Ом. Ток базы возьмем с запасом от максимального выходного тока с вывода ПЛИС:

$$I_{б} = 0,8 \cdot I_{\max \text{ ПЛИС}} = 0,8 \cdot 4 \text{ мА} = 3,2 \text{ мА.}$$

Рассчитаем ток коллектора:

$$I_{\text{к}} = \frac{E_{\text{пит}} - U_{\text{кэ нас}}}{R_{\text{н}}} = \frac{0,6 \text{ В} - 0,4 \text{ В}}{120 \text{ Ом}} = 1,67 \text{ мА.}$$

На практике из соображений надежности элементы всегда необходимо выбирать с запасом. Возьмем коэффициент 1,5.

Таким образом, нужен транзистор с допустимым током коллектора не менее:

$$I_{\text{к доп}} \geq 1,5 \cdot I_{\text{к}} = 1,5 \cdot 1,67 \text{ мА} = 2,5 \text{ мА,}$$

и максимальным напряжением коллектор-эмиттер не менее:

$$U_{\text{кэ доп}} \geq 1,5 \cdot E_{\text{пит}} = 1,5 \cdot 0,6 \text{ В} = 0,9 \text{ В.}$$

В данном случае подойдет комплементарная пара транзисторов КТ315 и КТ361.

Рассчитаем сопротивление резистора R_6 :

$$R_6 = \frac{U_6 - U_{63}}{I_6} = \frac{3,3 \text{ В} - 0,6 \text{ В}}{3,2 \text{ мА}} = 843,75 \text{ Ом.}$$

Ближайшее к расчетному номиналу сопротивление из ряда E24 - 845 Ом.

Рассчитаем сопротивление резисторов R_1 и R_2 :

$$R_1 = R_2 = \frac{\left| \frac{E_{\text{пит}}}{2} - U_6 \right|}{I_6} = \frac{\left| \frac{0,6 \text{ В}}{2} - 3,3 \text{ В} \right|}{3,2 \text{ мА}} = 937 \text{ Ом}$$

Ближайшее к расчетному номиналу сопротивление из ряда E24 – 910 Ом.

3.3 Система индикации

Устройство индикации представляет собой единичные индикаторы светодиоды выведенные на лицевую панель.

Для использования в качестве индикаторов «ПИТАНИЕ», «ПЕРЕДАЧА» применены светодиоды зеленого цвета 3ЛЗ41В. Для использования в качестве индикатора «НЕТ СИГНАЛА», применены светодиоды красного цвета 3ЛЗ41А.

Разные цвета свечения светодиодов выбраны для разделения характера отображаемой информации. Зеленый цвет – это рабочий режим, красный – это аварийный режим.

Рекомендуемый производителем рабочий ток 10 мА, при этом падение напряжение на светодиоде составляет 2,8 В, при котором обеспечивается достаточная сила света 0,15 мКд которая хорошо различима и не слепит смотрящего.

Напряжение питания для системы индикации составляет 5 В. Для обеспечения тока в 10мА нужно предусмотреть ограничительный резистор, который включен последовательно светодиоду. Рассчитаем номинал ограничительного резистора:

$$R_{огр} = \frac{U_R}{I} = \frac{U_{пит} - U_{инд}}{I} = \frac{5В - 2,8В}{10мА} = 220 \text{ Ом},$$

где U_R – падение напряжения на резисторе,

$U_{пит}$ – напряжение питания,

$U_{инд}$ – падение напряжения на резисторе,

I – протекающий ток.

Ближайшее к расчетному номиналу сопротивление из ряда E24 - 220 Ом.

Предельно допустимые режимы эксплуатации светодиодов
ЗЛЗ41А,ЗЛЗ41В.

Максимально допустимое обратное напряжение , В 2

Максимально допустимый постоянный прямой ток, мА 22

Габаритные размеры светодиода приведены на рисунке 3.6.

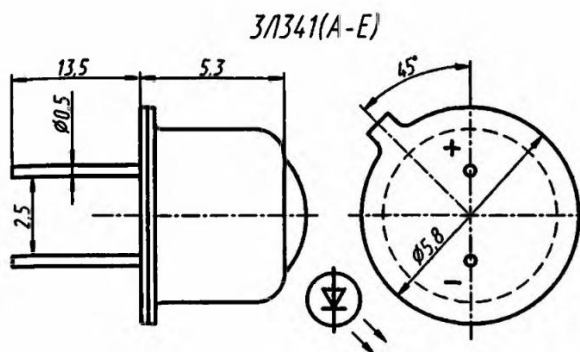


Рисунок 3.6 – Габаритные размеры светодиода

Внешний вид светодиода приведен рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Внешний вид светодиода

3.4 Органы управления

Устройство управления состоит из тумблера «ПИТАНИЕ», кнопок «ЗАПУСК» и «СБРОС».

В качестве тумблера «ПИТАНИЕ» было решено использовать ПТ55. Однополюсные миниатюрные тумблеры предназначены для коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока в радиоэлектронной аппаратуре. Климатическое исполнение В.

Технические характеристики ПТ55:

- Усилие переключения, Н	от 0,294 до 4,9
- Сопротивление электрического контакта, Ом	не более 0,05
- Сопротивление изоляции, МОм	не менее 1 000
- Электрическая прочность изоляции, В _{эфф}	750
- Диапазон рабочих температур	от минус 60°С до +85°С
- Срок сохраняемости изделий, лет	15

Схема коммутации ПТ55 приведена на рисунке 3.8.



Рисунок 3.8 – Схема коммутации ПТ55

Габаритные размеры ПТ55 представлены на рисунке 3.9.

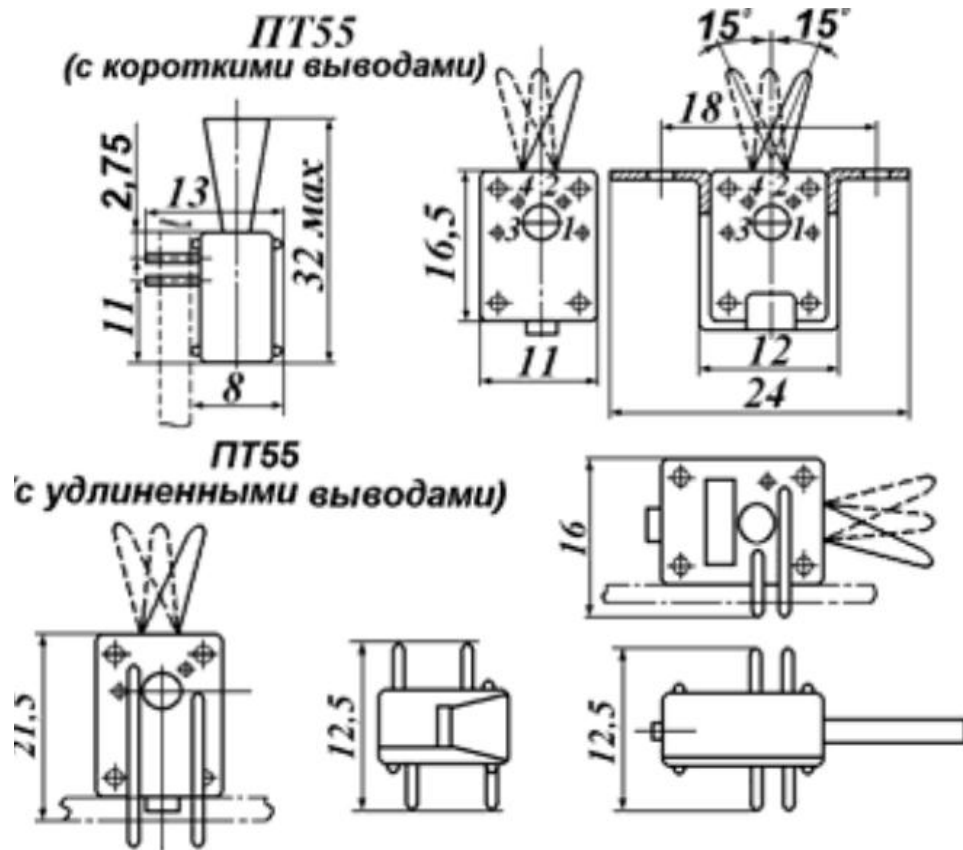


Рисунок 3.9 – Габаритные размеры ПТ55

Разметка для крепления ПТ55, представлена на рисунке 3.10.



Рисунок 3.10 – Разметка для крепления ПТ55

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Внешний вид тумблера ПТ55 представлен на рисунке 3.11.



Рисунок 3.11 – Внешний вид тумблера ПТ55

Кнопки «ЗАПУСК» и «СБРОС» выведены на лицевую панель. В качестве подобных кнопок на предприятии используются переключатели с самовозвратом ПКн105-4В. С целью унификации и упрощения процедуры комплектации было решено использовать ПКн105-4В.

Технические характеристики ПКн105-4В:

– Коммутируемое напряжение, В	$1 \cdot 10^{-4} \dots 36$
– Ток (постоянный, переменный), А	$1 \cdot 10^{-6} \dots 4$
– Максимальная коммутируемая мощность, Вт	70
– Количество коммутационных циклов	50 000

Схема коммутации ПКн105-4В приведена на рисунке 3.12.



Рисунок 3.12 – Схема коммутации ПКн105-4В

Габаритные размеры ПКн105-4В приведены на рисунке 3.13.

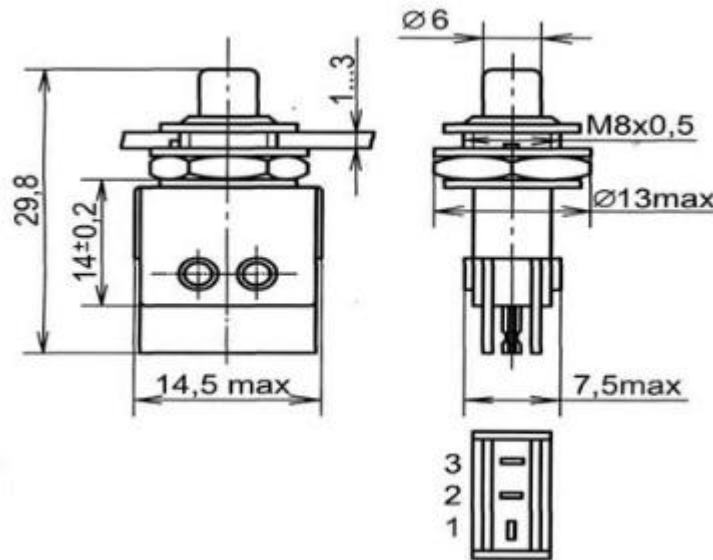


Рисунок 3.13 – Габаритные размеры ПКн105-4В

Разметка для крепления ПКн105-4В приведена на рисунке 3.14.

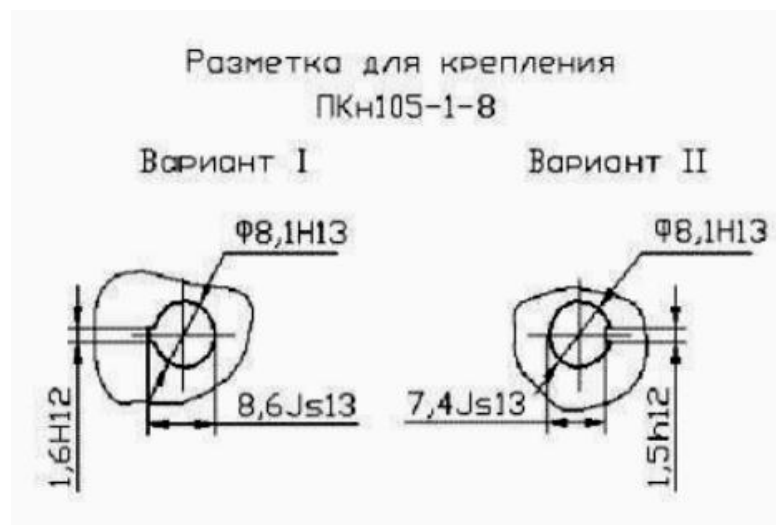


Рисунок 3.14 – Разметка для крепления ПКн105-4В

Внешний вид кнопки ПКн105-4В приведен на рисунке 3.15.



Рисунок 3.15 – Внешний вид кнопки ПКн105-4В

3.5 Устройства коммутации с внешними устройствами

Для соединения устройства с LCD-монитором, используется разъем DVI типа DVI-I с Single Link. Данный тип разъема применен согласно требованиям технического задания.

Технические характеристики DVI-I разъема:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| - Количество контактов | 29 |
| - Контактное сопротивление, мОм | не более 30 |
| - Сопротивление изоляции, МОм | не менее 1000 |
| - Материал корпуса | термопластик UL 94V-0 |

Внешний вид разъема представлен на рисунке 3.16.

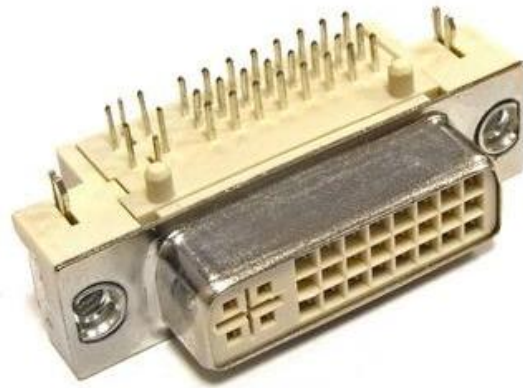


Рисунок 3.16 – Внешний вид DVI-I разъема

Габаритные размеры DVI-I разъема представлены на рисунке 3.17

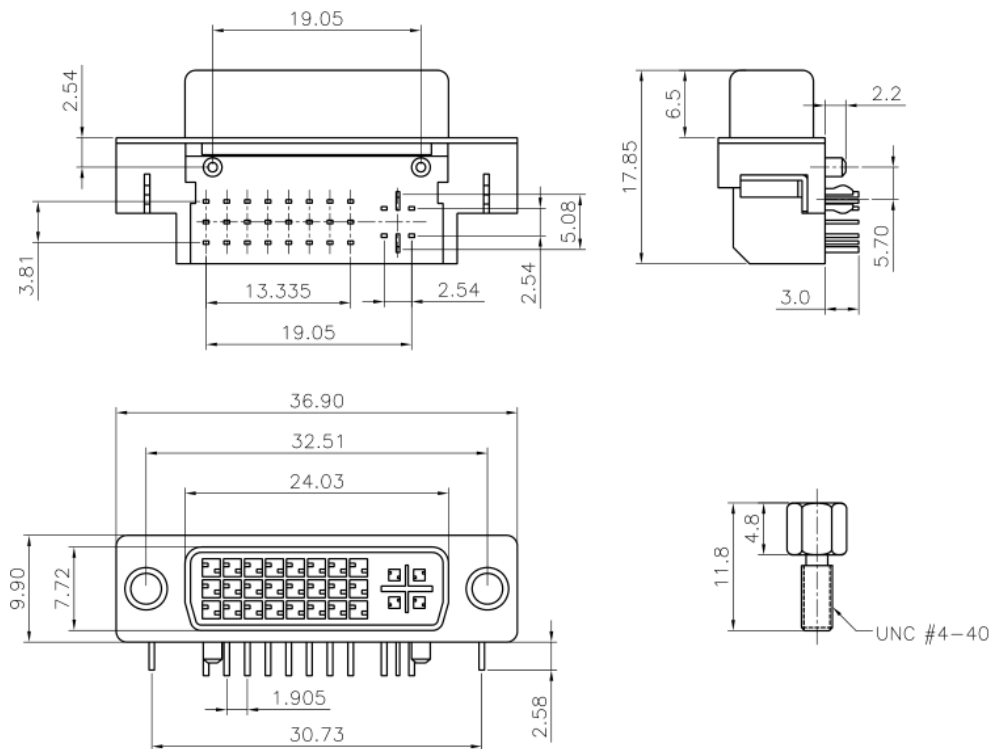


Рисунок 3.17 – Габаритные размеры разъема DVI-I

3.6 Генератор тактовых импульсов

Генератор тактовых импульсов предназначен для тактирования ПЛИС. Генератор тактовых импульсов должен генерировать прямоугольный периодический сигнал с частотой 100 МГц, со скважностью 0,5, амплитудой 3,3В

Итак, требуется генератор с параметрами:

- частота генерации импульсов 100 МГц;
- амплитуда импульсов 3,3 В;
- сохранение работоспособности при температуре окружающей среды от минус 40 до +50 °С.

Для выполнения функций генератора был выбран кварцевый генератор в цельном исполнении – ГК1056-П-11ГП-100 М-3,3 В-03.

Параметры генератора ГК1056-П-11ГП-100.

Напряжение питания	5 В
Ток потребления	50 мА
Время нарастания не более	5 нс
Время спада не более	5 нс

Габаритные размеры ГК1056-П-11ГП-100 М-3,3 В-03 представлены на рисунке 3.18.

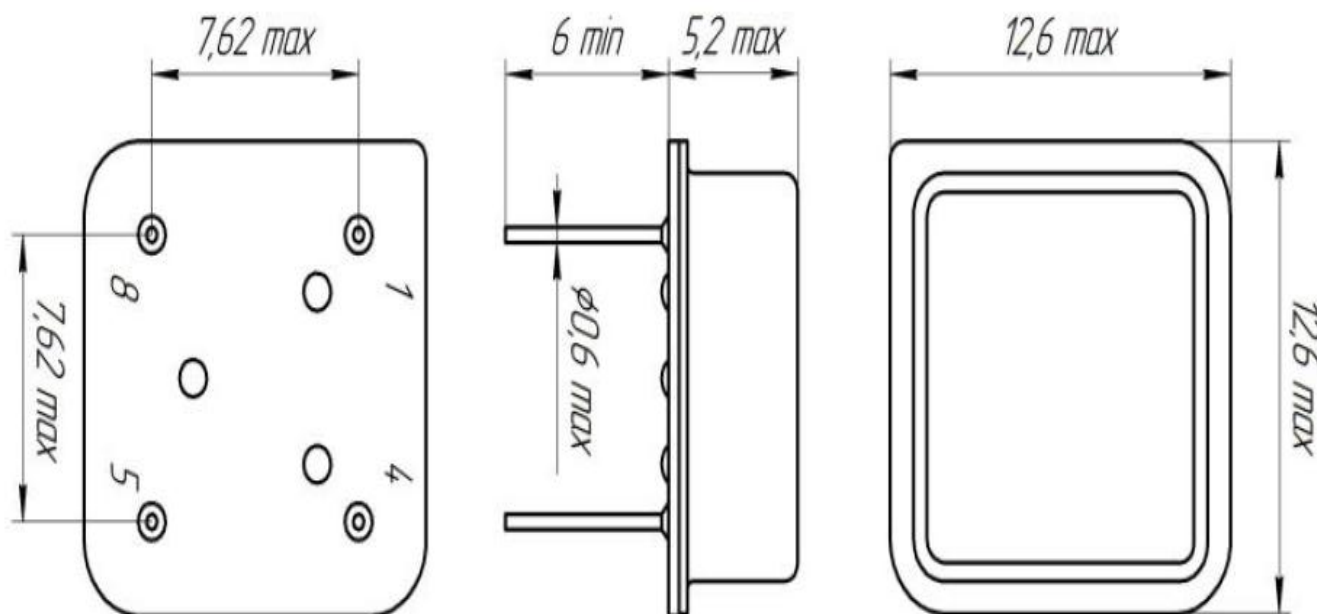


Рисунок 3.18 – Габаритные размеры ГК1056-П-11ГП-100 М-3,3 В-03

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

3.7 ПЛИС

Задачи цифровой обработки сигналов — самые разнообразные и требуют определенного уровня производительности микроэлектронной элементной базы. Особенно это касается ЦОС, когда скорости потоков данных измеряются в мегагерцах. Преимущества параллельных вычислений оказываются довольно велики, поэтому для их реализации в последнее время часто применяются ПЛИС с архитектурой FPGA.

Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС, англ. programmable logic device, PLD) — электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем. В отличие от обычных цифровых микросхем, логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задается посредством программирования (проектирования). Для программирования используются программаторы и отладочные среды, позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы или программы на специальных языках описания аппаратуры Verilog, VHDL, AHDL и др.

Альтернативой ПЛИС являются: базовые матричные кристаллы, требующие заводского производственного процесса для программирования; ASIC — специализированные заказные БИС (большие интегральные схемы), которые при мелкосерийном и единичном производстве существенно дороже; специализированные компьютеры, процессоры (например, цифровой сигнальный процессор) или микроконтроллеры, которые из-за программного способа реализации алгоритмов медленнее ПЛИС.

Некоторые производители ПЛИС предлагают программные процессоры для своих ПЛИС, которые могут быть модифицированы под конкретную задачу, а затем встроены в ПЛИС. Тем самым обеспечивается уменьшение места на печатной плате и упрощение проектирования самой ПЛИС.

					<i>ИОУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						59
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Продолжение таблицы 3.5

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Примечание
		не менее	не более	
Выходное напряжение высокого уровня, В, U _{CC1} = 1,71 В, U _{CC2} = 3,0 В, U _{OH} = -4,0 мА	U _{OH}	2,2	–	1
Ток потребления ядра, мА, U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _I = 0 В; U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _I = 3,6 В	I _{CC1}	–	20	1
Ток потребления периферии, мА, U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _I = 0 В; U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _I = 3,6 В	I _{CC2}	–	20	1
Ток потребления периферии, мА, U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _I = 0 В; U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _I = 3,6 В	I _{CC2}	–	20	1
Входной ток низкого уровня, мкА, U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _{IL} = 0 В	I _{IL}	-10	–	1, 2
Входной ток высокого уровня, мкА, U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _{IH} = 3,6 В	I _{IH}	–	10	
Выходной ток в состоянии «Выключено», мкА, U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _O = 0 В; U _{CC1} = 1,89 В, U _{CC2} = 3,6 В, U _O = 3,6 В	I _{OZ}	-10	10	1, 3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 3.5

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Примечание
		не менее	не более	
Длительность тактового интервала межрегистровой пересылки, нс, UCC1 = 1,71 В, UCC2 = 3,0 В	t_{DRR}	–	16	1
<p>1. Контролируется после конфигурирования ПЛИС при отключенных режимах Pull-Up, Pull-Down, Bus-Hold.</p> <p>2. Контролируется на пользовательских входах.</p> <p>3. Контролируется на пользовательских входах/выходах.</p>				

4 Организационно-экономический раздел

4.1 Технико-экономическое обоснование

В настоящем разделе проводится экономический анализ и сетевое планирование разработанного изделия, оценка экономического эффекта от внедрения в производство изделия. В процессе выполнения данного раздела выделены и рассчитаны основные этапы экономического планирования, по итогам которого построен сетевой график, наглядно отражающий время выполнения работ. Также проведен расчет сметы производства и себестоимости готового изделия.

Разработанное устройство является новой разработкой, поскольку не существует прототипа. Внутренняя архитектура, схемотехника, принцип работы разрабатывались в ходе проектирования.

Также в изделие заложена возможность его дальнейшей модернизации без внесения существенных изменений в конструкцию, что уменьшит затраты в последующей модернизации. Используя средства САПР, прибор очень легко может быть доработан или модернизирован программно, а стоимость доработки программы прибора значительно дешевле, чем его аппаратной части.

В результате всего выше сказанного можно сделать положительный экономический вывод в пользу применения данной разработки.

4.2 Сетевое планирование

Метод сетевого планирования применяется для оптимизации планирования и управления сложными разветвленными комплексами работ. При применении данного метода достигается:

- а) координация работ, выполняемых различными исполнителями;
- б) установление между исполнителями необходимой связи;
- в) выявление решающих направлений и работ;

					<i>ИОУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						65
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

г) целесообразное и планомерное сокращение сроков.

4.3 Построение сетевого графика

Сетевой график связывает выполнение работ и процессов во времени, позволяет провести анализ сроков начала и окончания проекта и его частей. С помощью сетевого графика можно выделить наиболее оптимальные пути развития производства.

Для построения сетевого графика составляется перечень работ, их временных параметров, а также численность исполнителей по категориям.

Ожидаемая продолжительность работы t_{ij} сетевого графика рассчитана по двухоценочной методике, исходя из минимальной t_{ij}^{\min} и максимальной t_{ij}^{\max} оценок их продолжительности. При этом предполагается, что минимальная оценка соответствует наиболее благоприятным условиям работы, а максимальная - наиболее неблагоприятным.

Ожидаемая продолжительность каждой работы рассчитана по формуле:

$$t_{ij}^{ож} = 0.6t_{ij}^{\min} + 0.4t_{ij}^{\max}, \quad (4.1)$$

где t_{ij}^{\min} и t_{ij}^{\max} - минимальная и максимальная продолжительности выполнения работ соответственно. Они были определены экспериментальным путем за время преддипломной практики.

Состав рабочей группы: С - схемотехник, П - программист, К - конструктор.

Перечень и параметры работ сетевого графика приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень и параметры работ

Код работы	Наименование работы	Продолжительность в днях			Исполнители		
		Мин.	Макс.	Ожид.	С	П	К
0-1	Утверждение ТЗ	1	2	1	1	1	1
1-2	Анализ технологии	2	3	2	1	1	1
1-3	Подбор технической документации	1	2	1	1	1	1
2-4	Подбор литературы	2	4	3	1	1	0
3-5	Разработка структурной схемы	4	7	5	1	1	0
4-5	Анализ литературы	7	10	8	1	1	0
5-6	Корректировка ТЗ	1	2	1	1	1	1
6-7	Составление графика выполнения работ	1	2	2	1	1	1
7-8	Разработка функциональной схемы	7	10	8	1	1	0
8-9	Разработка принципиальной схемы	7	10	8	1	0	0
9-10	Трассировка печатной платы	7	10	8	0	0	1
9-11	Поиск комплектующих	1	2	1	0	0	1
8-12	Разработка алгоритма программы	1	2	1	1	1	0
10-13	Разработка корпуса	1	2	1	0	0	1
11-14	Заказ комплектующих	1	2	1	0	0	1
10-14	Заказ печатной платы	2	4	3	0	0	1
13-14	Заказ корпуса	1	2	1	0	0	1

Продолжение таблицы 4.1

Код работы	Наименование работы	Продолжительность в днях			Исполнители		
		Мин.	Макс.	Ожид.	С	П	К
12-15	Написание программного обеспечения	14	17	15	0	1	0
14-15	Сборка печатной платы	2	4	3	0	0	1
15-16	Испытания	1	2	1	1	1	1
15-17	Расчет экономической эффективности	1	2	1	0	0	1
16-18	Анализ полученных результатов	1	2	1	1	1	1
17-19	Подготовка комплекта технической документации	7	10	8	0	0	1
18-19	Отладка программного обеспечения	7	10	8	0	1	0
19-20	Рецензирование проекта сторонними экспертами	2	4	3	1	1	1
20-21	Защита проекта	1	2	1	1	1	1

Сетевой график приведен на рисунке 4.1.

Перепечатывается с другой рамкой

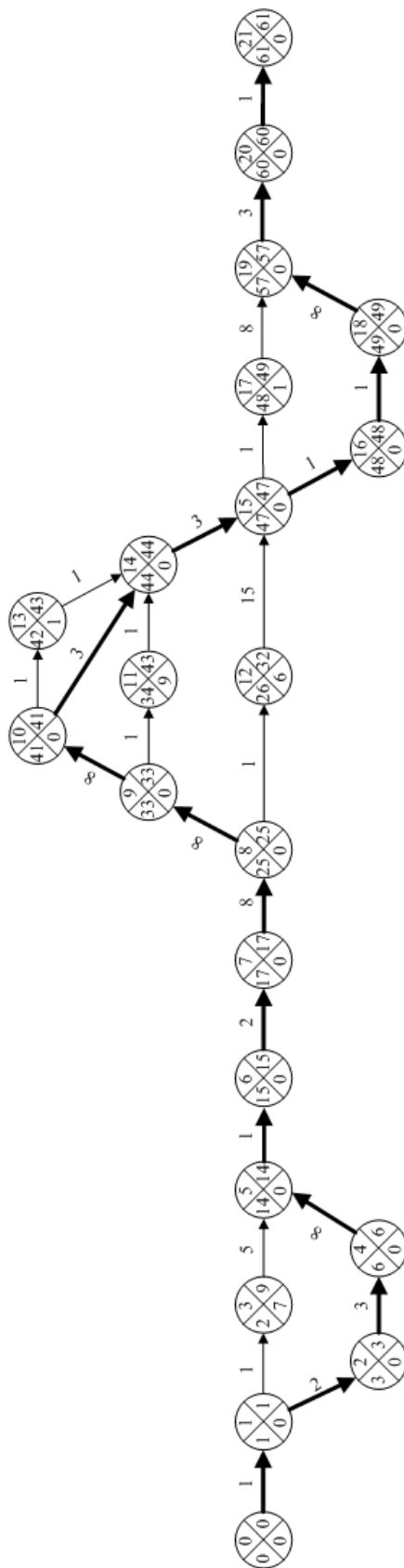


Рисунок 4.1 – Сетевой график

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4.4 Расчет параметров событий сетевого графика

Ранний срок свершения исходного события принимается равным нулю.

$$ES_0=0. \quad (4.1)$$

Ранний срок свершения данного промежуточного события рассчитывается путем нахождения максимума из сумм ранних сроков событий непосредственно предшествующих данному и длительности работ, ведущих от этих событий к данному. Ранний срок свершения завершающего события принимается в качестве его позднего срока свершения.

$$t_p = \max(t_{pi} + t_{ij}), \quad (4.2)$$

где t_{ij} - ожидаемая продолжительность работы,

t_{pi} - ранний срок свершения события, непосредственно предшествующего данному.

Поздний срок свершения очередного события определяется при просмотре сетевого графика в обратном направлении как минимальная разность поздних сроков свершения событий, непосредственно следующих за данным, и продолжительности работ, соединяющих эти события.

$$EF_N = LF_N, \quad (4.3)$$

$$LS_I = LF_I - CONT, \quad (4.4)$$

где LF_N - поздний финиш конечного события,

LS - поздний старт события,

LF - поздний финиш события,

$CONT$ - продолжительность события.

Резерв времени свершения события – это промежуток времени, на который может быть отсрочено событие без нарушения сроков разработки в целом.

Он образуется у событий, для которых поздний срок свершения события больше раннего срока, то есть имеется свободный временной промежуток:

$$R_i = t_i - t_p. \quad (4.5)$$

Если $t_s = t_p$, то есть поздний срок свершения события равен раннему сроку свершения события, то такое событие не имеет резерва времени и это событие относится к критическому пути.

Параметры событий сетевого графика приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Параметры событий сетевого графика

Номер события	Сроки свершения, дн		Резерв времени, дн
	Ранний	Поздний	
0	0	0	0
1	1	1	0
2	3	3	0
3	2	9	7
4	6	6	0
5	14	14	0
6	15	15	0
7	17	17	0
8	25	25	0
9	33	33	0
10	41	41	0
11	34	43	9
12	26	32	6

конечного и начального событий за вычетом ее ожидаемой продолжительности. Свободный резерв времени работы образуется вычитанием из раннего срока свершения ее конечного события позднего срока свершения ее начального события и ее ожидаемой продолжительности. Свободный резерв времени может быть отрицательным.

Коэффициент напряженности работы равен отношению продолжительности отрезков максимального пути, проходящего через данную работу, не совпадающих с критическим путем (на котором события имеют нулевой резерв времени) к продолжительности отрезков критического пути, проходящего через данную работу и несовпадающих с максимальным путем [5].

Параметры работ сетевого графика приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Параметры работ сетевого графика

Код работы	Ожидаемая продолжительность, дн	Сроки начала, дн		Сроки окончания, дн		Резервы времени, дн				Коэффициент напряженности
		Ранний	Поздний	Ранний	Поздний	Полный	Частный первого рода	Частный второго рода	Свободный	
0-1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1,00
1-2	2	1	1	3	3	0	0	0	0	1,00
1-3	1	1	1	2	9	7	7	0	0	0,46
2-4	3	3	3	6	6	0	0	0	0	1,00
3-5	5	2	9	14	14	7	0	7	0	0,46
4-5	8	6	6	14	14	0	0	0	0	1,00
5-6	1	14	14	15	15	0	0	0	0	1,00

Продолжение таблицы 4.3

Код работы	Ожидаемая продолжительность, дн	Сроки начала, дн		Сроки окончания, дн		Резервы времени, дн				Коэффициент напряженности
		Ранний	Поздний	Ранний	Поздний	Полный	Частный первого рода	Частный второго рода	Свободный	
6-7	2	15	15	17	17	0	0	0	0	1,00
7-8	8	17	17	25	25	0	0	0	0	1,00
8-9	8	25	25	33	33	0	0	0	0	1,00
9-10	8	33	33	41	41	0	0	0	0	1,00
9-11	1	33	33	34	43	9	9	0	0	0,18
8-12	1	25	25	26	32	6	6	0	0	0,73
10-13	1	41	41	42	43	1	1	0	0	0,66
11-14	1	34	43	44	44	9	0	9	0	0,18
10-14	3	41	41	44	44	0	0	0	0	1,00
13-14	1	42	43	44	44	1	0	1	0	0,66
12-15	15	26	32	47	47	6	0	6	0	0,73
14-15	3	44	44	47	47	0	0	0	0	1,00
15-16	1	47	47	48	48	0	0	0	0	1,00
15-17	1	47	47	48	49	1	1	0	0	0,90
16-18	1	48	48	49	49	0	0	0	0	1,00
17-19	8	48	49	57	57	1	0	1	0	0,90

Продолжение таблицы 4.3

Код работы	Ожидаемая продолжительность, дн	Сроки начала, дн		Сроки окончания, дн		Резервы времени, дн				Коэффициент напряженности
		Ранний	Поздний	Ранний	Поздний	Полный	Частный первого рода	Частный второго рода	Свободный	
18-19	8	49	49	57	57	0	0	0	0	1,00
19-20	3	57	57	60	60	0	0	0	0	1,00
20-21	1	60	60	61	61	0	0	0	0	1,00

4.6 Расчет затрат на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Производственные затраты на проведение работ рассчитываются по следующим статьям:

- покупные изделия;
- контрагентские расходы;
- основная заработная плата;
- прочие прямые расходы.

Покупные изделия и полуфабрикаты

Перечень покупных изделий представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Покупные изделия.

Наименование	Цена	Количество	Сумма
Конденсатор К53-67-50 В – 10 мкФ	20	2	40
Конденсатор К10-69В-Р30-50 В-5750М-1,0 мкФ	45	4	180
Конденсатор К53-67-10 В – 10 мкФ	20	2	40
Конденсатор К10-69В-Н30-25 В2012М-0,01 мкФ	45	1	45
Конденсатор К10-69В-Н30-50 В5750М-0,1 мкФ	45	1	45
Конденсатор К10-69В-Н30-25 В3216М-1 мкФ	35	28	980
Модуль питания МДМ5-1Е3,3ВП	1200	1	1200
Модуль питания МДМ5-1Е05ВП	1200	1	1200
1481СА1Р	2700	1	2700
5576ХС4Т	35000	1	35000
5576РС1У	18000	1	18000
559ИП4	591	1	591
564КТ3 ВК	262	1	262
1315ПТ21Т	1700	1	1700
533ТЛ2	983	3	2950
530ЛН2ММ	800	2	1600
ГК1056-П-11ГП-20 М3,3 В-03	1500	2	3000
3Л341В	100	7	700
3Л341А	100	1	100
Р1-12-0,25-1 кОм	20	10	200

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ

Лист
76

Продолжение таблицы 4.4

Наименование	Цена	Кол-во	Сумма
P1-12-0,25-470 Ом	20	10	200
P1-12-0,25-100 Ом	20	10	200
P1-12-0,25-200 кОм	20	10	200
P1-12-0,25-750 кОм	20	10	200
P1-12-0,25-15 кОм	20	10	200
P1-12-0,25-270 Ом	20	10	200
Выключатель ВДМЗ-4 В	240	3	720
Выключатель ВДМЗ-2 В	120	1	120
Переключатель ПКн105-4В	1800	1	2000
Диод 2Д522	40	3	120
Транспортные расходы	0		
ИТОГО	75793		

Контрагентские расходы

Включают в себя стоимость работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями по заказу данной организации, результаты которых используются в данной ОКР.

Изготовление печатной платы осуществляется на ООО «Электроконнект» по прейскуранту предприятия, приведенному в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Ведомость изготовления печатной платы

Наименование	Единица измерения	Цена, руб	Норма расхода	Стоимость материала, руб
Обработка файла платы одного наименования	шт	400	1	400
Построение фотошаблонов на один слой	шт	255	2	510
Изготовление многослойной платы	кв. дм.	350	4	1400
Нанесение паяльной маски с двух сторон	шт	510	1	510
Маркировка с одной стороны	шт	510	2	1020
Подготовка программы электроконтроля	шт	200	1	200
Монтаж печатной платы	кв. дм.	50	4	200
ИТОГО			4240	

Изготовление лицевой панели осуществляется на «НИИИТ–Опытный завод». Прейскурант приведен в таблице 4.6 исходя из предоставленных предприятием данных.

Таблица 4.6 – Ведомость изготовления лицевой панели

Наименование	Единица измерения	Цена, руб	Норма расхода	Стоимость материала, руб
Материал	заготовка	50	1	50
Проведение работ	Работочас	240	3	720
ИТОГО			770	

Прочие прямые расходы

Эта статья включает расходы, связанные с применением ПЭВМ. Себестоимость машинного часа – это результат деления годовых затрат на обслуживание ПЭВМ на годовой фонд работы ПЭВМ, который составляет 2000 часов.

В годовые затраты на обслуживание ПЭВМ входят:

- затраты на сменные запасные части;
- амортизационные отчисления от стоимости ПЭВМ;
- затраты на электроэнергию.

Затраты на запасные части составляют 10% (2500 руб.) от полной первоначальной стоимости ПЭВМ, которая составляет 25000 рублей.

Амортизационные отчисления от стоимости ПЭВМ составляют 12 % (3000 руб.).

Затраты на электроэнергию рассчитываем по формуле:

$$\mathcal{E} = W \cdot T \cdot S, \quad (4.2)$$

где W – потребляемая мощность ПЭВМ (0,2 кВт),

T – действительный фонд времени работы ПЭВМ (2000 ч),

S – стоимость электроэнергии (1,2руб/кВт·ч).

$$\mathcal{E} = 0,2 \cdot 2000 \cdot 1,2 = 480 \text{ руб.} \quad (4.3)$$

Себестоимость годового машинного времени приведена в таблице 4.7.

					ИОУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.7 – Себестоимость годового машинного времени

Наименование затрат	Сумма, руб в год
Запасные части	2500
Амортизационные отчисления от стоимости ПЭВМ	3000
Затраты на электроэнергию	480
ИТОГО	5980

Себестоимость машинного часа: $5980 / 2000 = 3$ руб.

На проведение НИОКР требуется затратить 710 рабочих часов (см. таблицу 4.8) машинного времени исходя из следующих соображений:

- системотехник в течение рабочего дня за ПЭВМ проводит 4 часа;
- программист – 6 часов за рабочий день;
- конструктор – 4 часа за рабочий день.

Расчет затрат на применение ПЭВМ приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Стоимость машинного времени на проведение работ

Исполнители	Количество рабочих дней	Время работы за ПЭВМ в течение рабочего дня, ч	Сумма, руб.
Системотехник	46	4	552
Программист	61	6	1098
Конструктор	40	4	480
ИТОГО			2130

Основная заработная плата

Затраты на основную заработную плату приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Основная заработная плата на проведение работ

Исполнители	Трудоемкость, дн.	Оклад, руб.	Ежемесячная премия, руб.	Однодневная заработная плата, руб.	Прямая заработная плата, руб.	Уральский коэффициент 15 %, руб.	Основная заработная плата, руб.
Системотехник	46	9000	3000	600	27600	4140,0	31740,0
Программист	61	10000	5000	750	45750	6862,5	52612,5
Конструктор	41	10000	2000	600	24600	3690,0	28290,0
ИТОГО					112642,5		

Смета затрат на проведение НИОКР

Смета приведена в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Смета затрат на проведение НИОКР

Наименование статьи затрат	Сумма, руб
1. Материалы за вычетом отходов	–
2. Покупные изделия и полуфабрикаты	75793,00
3. Специальное оборудование для научных и экспериментальных работ	–
4. Основная заработная плата	112642,50
5. Отчисление на социальное страхование	33792,75
6. Контрагентские расходы	5010,00
7. Прочие прямые расходы	2130,00
ИТОГО на проведение НИОКР	229368,25

4.7 Текущие затраты при производстве изделия

Себестоимость изделия – это стоимость цифрового устройства отображения РЛИ в условиях мелкосерийного производства на предприятии. Расчёт себестоимости приведён в таблице 4.11.

Таблица 4.11– Стоимость материалов

Наименование	Единица измерения	Цена	Норма расхода	Стоимость материала
Припой ПОС–61	кг	1000	0,05	50
Флюс	кг	300	0,05	15
Лак	кг	500	0,05	25
ИТОГО			90	

Заработная плата сотрудников приведена в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Основная заработная плата рабочих при производстве устройства

Наименование	Рабочий	Трудоёмкость, ч	Тарифная ставка, руб	Уральский коэффициент 15%, руб.	Основная з/п, р
Монтаж печатной платы	монтажник	10	80	120	800
Покрытие платы лаком	монтажник	2	80	24	160
ИТОГО			1104		

Себестоимость изготовления цифрового устройства отображения РЛИ приведена в таблице 4.13.

Таблица 4.13 Себестоимость изготовления устройства

Статья калькуляции	Обозначение	Сумма
Сырье и материалы (см. таблицу 4.11)	P_M	90
Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги других предприятий	РКОМПЛ	80803
Основная заработная плата производственных рабочих (см табл. 5.12)	ЗОСН	1104
Отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих	ОСС	331
Итоговая полная себестоимость	$C_{\text{ПОЛН}}$	82328

4.8 Единовременные затраты при использовании продукции

При использовании цифрового устройства отображения РЛИ к единовременным затратам относится стоимость операции тестирования и регулировки устройства, которую выполняет один конструктор в среднем в течение одного дня.

Расчет стоимости этой операции приведён в таблице 4.14.

Таблица 4.14. Стоимость операции тестирования и регулировки модуля

Исполнители	Основная з/п в месяц, руб	З/п за выполненную работу	Отчисления на соц. страхование
Конструктор	12000	600	180
ИТОГО		780	

Итого единовременные затраты при использовании устройства отображения РЛИ составляют 780 руб.

4.9 Текущие затраты

Текущих затрат при использовании цифрового устройства отображения РЛИ нет.

4.10 Анализ экономической эффективности

В среднем радиозавод получает два заказа в год на поставку РСБН-4НМ. В каждый комплект РСБН-4НМ включается одно устройство. Итого получается два заказа в год на цифровое устройство отображения РЛИ.

Суммарные затраты, вложенные в разработку цифрового устройства отображения РЛИ складываются из затрат на производство и затрат на внедрение:

$$Z_{\Sigma} = Z_{\text{ПРОИЗВ}} + Z_{\text{ВНЕДР}}, \quad (4.5)$$

где

$$Z_{\text{ПРОИЗВ}} = 82328 + 780 = 83108, \quad (4.6)$$

см. таблицы 4.14 и 4.13.

$$Z_{\text{ВНЕДР}} = 146435,25, \quad (4.7)$$

см. таблицу 4.10.

Таким образом,

$$Z_{\Sigma} = 83108 + 146435,25 = 229543,25. \quad (4.8)$$

Годовой доход рассчитывается как количество проданных за год устройств на прибыль от продажи одного устройства, которая равна разности между ценой и себестоимостью:

$$D = Q \cdot P, \quad (4.9)$$

где

$$Q = 2 \text{ шт/год}, \quad (4.10)$$

$$P = 200000 - 83108 = 116892, \quad (4.11)$$

Таким образом $D = 233784$ руб.

Экономический эффект – это разница между полученным результатом и понесенными затратами. Он рассчитывается по формуле (4.12).

$$\mathcal{E} = D - Z, \quad (4.12)$$

где \mathcal{E} – экономический эффект,

D – результат (доход),

Z – затраты.

Результат – это доход от продажи изделия, затраты – это средства, вложенные в разработку изделия и его производство.

Произведем расчет экономического эффекта за 1 год. Результат или доход равен произведению цены устройства на объем реализованных изделий. Цена изделия равна 200000 рублей. Ожидаемый спрос на устройство составит две штуки в год, поэтому доход за год равен:

$$P = Q \cdot C = 2 \cdot 200000 = 400000 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты рассчитываются по формуле (4.5)

$$Z = 146435,25 + 2 \cdot 83108 = 312651,25 \text{ руб.}$$

поэтому экономический эффект за год составит:

$$\mathcal{E} = P - Z = 400000 - 312651,25 = 87348,75 \text{ руб.}$$

Таким образом, разработка окупится менее чем за год и к концу года будет получена чистая прибыль 87348,75 рублей.

Срок окупаемости – это время через которое доходы станут равны затратам, т.е. когда экономический эффект станет равным нулю. Срок окупаемости вычисляется из пропорции:

$$\frac{12}{T_{OK}} = \frac{400000}{Z_{OKP} + Z_{BH}}. \quad (4.13)$$

Из формулы (4.13) получаем срок окупаемости $T_{OK} = 11,27$ месяца.

										Лист
										85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

5 Безопасность жизнедеятельности

В настоящем разделе дипломного проекта описываются основные опасности, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации разрабатываемого устройства, и рассматриваются меры их устранения.

Цифровое устройство отображения РЛИ предназначено для комплектации шкафа аппаратуры РСБН-4НМ. Шкаф в целом, и каждая его структурная единица, модуль, блок в частности, как электрическое устройство соответствуют требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

В шкафу используются:

- рабочая изоляция токоведущих частей;
- безопасное сверхнизкое напряжение в электрических цепях;
- элементы для осуществления защитного заземления металлических нетоковедущих частей изделия, которые могут оказаться под напряжением;
- оболочки для предотвращения возможности случайного прикосновения к токоведущим частям;
- экраны от вредного воздействия электромагнитных полей, а также от токов наведения и статического электричества;
- предупредительные надписи, знаки, окраска в сигнальные цвета;
- выполнение требований эргономики.

5.1 Требования к электробезопасности

По способу защиты человека от поражения электрическим током непосредственно цифровое устройство отображения РЛИ относится к III классу, а

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						86
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

РСБН - 4НМ в целом соответствует I классу (для защиты от поражения электрическим током используется зануление).

Рассматриваемое в дипломном проекте цифровое устройство отображения РЛИ представляет собой печатную плату, которая имеет питание 27 В. Соответственно, она работает при сверхнизком безопасном напряжении и не имеет ни внешних, ни внутренних электрических цепей другого более высокого напряжения. Используемое напряжение меньше 50 В не несет опасности пробоя рогового слоя кожи человека.

Электрическая схема изделия исключает возможность его самопроизвольного включения и отключения. Расположение и соединение частей изделия выполнены с учетом удобства и безопасности наблюдения за изделием при выполнении сборочных работ, проведении осмотра, испытаний и обслуживания.

Ввод проводов в корпус устройства осуществляется через изоляционные детали. Конструкция и материал вводных устройств исключает возможность случайного прикосновения к токоведущим частям, электрических перекрытий, а также замыкания проводников на корпус и накоротко. Конструкция изделия исключает возможность неправильного присоединения его сочленяемых токоведущих частей. Конструкция штепсельных розеток и вилок для напряжений свыше 42 В, отличается от конструкции розеток и вилок для напряжений 42 В и менее [6]. Штепсельные разъемы имеют маркировку, позволяющую определить те части разъемов, которые подлежат соединению между собой. Ответные части одного и того же разъема имеют одинаковую маркировку. Маркировка проводников выполнена на обоих концах проводника в соответствии с нормативно-технической документацией. Некоторые проводники (проводники соединения общего провода, различные номиналы питания и т.д.) выделены цветовой окраской, уникального цвета.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						87
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Оболочки изделия соединены с основными частями изделия в единую конструкцию, закрывают опасную зону и снимаются только при помощи инструмента.

5.2 Требования к средствам отображения информации

Изделие оборудовано световыми сигналами, надписями для указания на: включенное состояние изделия, наличие питания в соответствующей кассете шкафа, режим работы изделия, выход из строя отдельных узлов.

Световая сигнализация, в соответствии с п. 3.8 ГОСТ 12.2.007.0-75, выполнена предписываемых цветов и имеет надписи, указывающие значение сигналов.

В соответствии с п. 3.4.5 ГОСТ 12.2.007.0-75, органы управления, имеющие фиксацию в установленном положении, снабжены указателями, показывающими положение и необходимое направление перемещения органа управления.

Органы управления снабжены надписями (символами), указывающими управляющий объект, к которому они относятся, его назначение, состояние, соответствующие данному органу управления, и дающими другую необходимую для конкретного случая информацию.

5.3 Требования к изоляции

Выбор изоляции изделия и его частей определяются классом нагревостойкости материалов, уровнем напряжения электрической сети, а также значениями климатических факторов окружающей устройство среды.

Изоляция частей изделия, доступных для случайного прикосновения, обеспечивает защиту человека от поражения электрическим током и имеет температуру, недостаточную для повреждения наружного кожного слоя человека.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						88
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

стендов и испытательного оборудования, которые применяются при проверке аппаратуры;

3) имеющие практические навыки работы с аналогичной аппаратурой и оборудованием;

– осуществлять ремонтные, слесарные и монтажные работы разрешается только при полном отключении проверяемой аппаратуры от источников питания;

– корпуса изделия, контрольно-измерительной аппаратуры и оборудования должны быть заземлены до их включения в электрическую сеть;

– провод защитного заземления при отключении устройства и оборудования необходимо отсоединять в последнюю очередь;

– при проведении испытаний цифрового устройства отображения РЛИ под ногами регулировщиков должен находиться изоляционный коврик.

Во избежание несчастных случаев необходимо иметь ввиду, что питание аппаратуры и контрольно-измерительного оборудования осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В 50 Гц.

В целях предотвращения несчастных случаев и повреждения изделия при испытаниях необходимо:

– производить включение и отключение контрольно-измерительных приборов, стендов, а также цифрового устройства отображения РЛИ только с помощью штатных выключателей (в строгом порядке, оговоренном в техническом описании на соответствующие приборы и цифрового устройства отображения РЛИ);

– размещать переносные приборы на рабочем столе, полках или выдвижных столиках.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						91
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Запрещается:

- подключать к сети «220 В 50 Гц» аппаратуру без надлежащего заземления;
- подключать и отключать присоединительные кабели, менять предохранители, производить замену электро- и радиодеталей, производить пайки под напряжением;
- использовать предохранители, не соответствующие номиналу;
- заменять предохранители при включенной аппаратуре;
- держать измерительные приборы на руках или на коленях.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						92
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате дипломного проектирования было разработано цифровое устройство отображения радиолокационной информации.

Была разработана функциональная схема и написан код, описывающий работу устройства. Были подобраны отечественные электронные компоненты и разработана электрическая принципиальная схема.

Была описана работа кодера по протоколу T.M.D.S. и произведено компьютерное моделирование его работы. Результатом моделирования является получение временных диаграмм, из которых можно сделать вывод о правильной работе кодера.

Завершающими этапами проектирования стали оценка экономической эффективности принятых решений и разработка требований по охране труда. Срок окупаемости изделия составил 11,27 месяцев.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						93
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. RS-232. Рекомендованный стандарт 232. Яшкардин В., 2009г. – 50с.
2. Digital Visual Interface. DDWG Promoters, 1999 г. – 76 с.
3. Дисплейные интерфейсы. Война стандартов, кто победит? В. Майская, ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес, 2007г. – 113 с.
4. Двухтактный усилитель мощности. Борисов В.Г. Юный радиолюбитель. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1987. - 440 с.
5. Сетевые методы планирования и управления: Методические указания к курсовому проекту. Составители: Л.А.Баев, С.Ю. Лелекова, Н.С. Дзензелюк, Челябинск: ЮУрГУ, 2010 г. – 24 с.
6. Безопасность жизнедеятельности: Методические указания к дипломному проекту для студентов ПС факультета. Составитель Н.В. Глотова, под ред. И.С. Окраинской, Челябинск: ЮУрГУ, 2007 г. – 16 с.
7. FPGA Express: Справочное руководство по VHDL. Synopsys, 2001 г. – 149 с.
8. Синтез логических схем с использованием языка VHDL. Бибило П.Н., М.: СОЛОН-Р, 2002 г. – 384 с.
9. Проектирование цифровых систем на VHDL. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е., СПб.: БХВ-Петербург, 2003 г. – 576 с.
10. Цифровые устройства и микропроцессоры. Микушин А.В., Сажнев А.М., Сединин В.И., СПб.: БХВ-Петербург, 2010 г. – 832 с.
11. Цифровая схемотехника. Угрюмов Е. П., СПб.: БХВ-Петербург, 2010 г. – 798 с.
12. Проектирование цифровых устройств. Уэйкерли Дж., пер. с англ. Воронова Е.В., Ларина А.Л., М.: Постмаркет, 2002 г. — 544 с.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						94
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

13. Проектирование систем цифровой и смешанной обработка сигналов. Кестер У., пер. с англ. Власенко А.А., М.: Техносфера, 2010 г. – 328 с.

14. ГОСТ 19.003-80. Схемы алгоритмов и программ. Обозначения условные графические – М.: Изд-во стандартов, 1981 г. – 10 с.

15. ГОСТ 2.109-73. ЕСКД. Основные требования к чертежам – М.: Изд-во стандартов, 1974 г. – 27 с.

16. ГОСТ 2.201-80. ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов – М.: Изд-во стандартов, 1984 г. – 12 с.

17. ГОСТ 2.702-75. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. – М.: Изд-во стандартов, 1977 г. – 35 с.

18. ГОСТ 2.708-81. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники – М.: Изд-во стандартов, 1982 г. – 14 с.

19. ГОСТ 19.701-90. ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения – М.: Изд-во стандартов, 1992 г. – 24 с.

20. ГОСТ 12.2.007.0-75. Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности – М.: Изд-во стандартов, 1978 г. – 12 с.

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						95
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		


```

else
    en <= '0';
end if;
end process;

process(clk,en)
begin
    if (en = '1') then
        clk10<= clk;
        if rising_edge(clk) then
            cnt3 <= cnt3 + 1;
            if (cnt3 = "1011") then
                cnt3 <= "0000";
            end if;
        end if;
    else
        cnt3 <= "0000";
        clk10<='0';
    end if;
end process;
ENABLE <= en;
Q <= cnt3;
end pk3;

```


A2 – Листинг программы регистра сдвига для передатчика T.M.D.S.

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use ieee.std_logic_unsigned.all;

entity reg4 is
    port(clk, load: in std_logic;
         data:      in std_logic_vector(9 downto 0);
         output:    out std_logic
    );
end reg4;

architecture pk4 of reg4 is
    signal reg: std_logic_vector(9 downto 0);

begin
    process(clk, load)
    begin
        if load = '0' then
            if rising_edge(clk) then
                reg(9 downto 0) <= reg(8 downto 0) & '0';
            end if;
        else
            reg <= data;
        end if;
    end process;
    output <= reg(9);
end pk4;
```

A3 – Листинг программы блока coder2 для кодера T.M.D.S.

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use ieee.std_logic_unsigned.all;

entity coder2 is
    port(clk: in std_logic;
          data: in std_logic_vector(7 downto 0);
          C0: in std_logic;
          data2: out std_logic_vector(8 downto 0)
    );
end coder2;

architecture pk4 of coder2 is

    signal cnt: std_logic_vector(8 downto 0);

begin

    process(C0, cnt, data)
    begin
        if rising_edge(clk) then
            if C0 = '0' then
                cnt(0) <= data(0);
                cnt(1) <= data(0) XOR data(1);
                cnt(2) <= data(1) XOR data(2) ;
                cnt(3) <= data(2) XOR data(3);
                cnt(4) <= data(3) XOR data(4);
```

```

cnt(5) <= data(4) XOR data(5);
cnt(6) <= data(5) XOR data(6);
cnt(7) <= data(6) XOR data(7);
cnt(8) <= '1';
else
cnt(0) <= data(0);
cnt(1) <= data(0) XNOR data(1);
cnt(2) <= data(1) XNOR data(2);
cnt(3) <= data(2) XNOR data(3);
cnt(4) <= data(3) XNOR data(4);
cnt(5) <= data(4) XNOR data(5);
cnt(6) <= data(5) XNOR data(6);
cnt(7) <= data(6) XNOR data(7);
cnt(8) <= '0';
end if;
end if;
data2 <= cnt;
end process;
end;

```



```

signal h:          std_logic:= '0';

begin

process(clk, cntH, h)          -- счетчик младших бит и сигнал hsync

begin

    if not(cntH="100101101") then

        if rising_edge(clk) then

            cntH<= cntH+1;

        end if;

    else

        cntH<="000000000";

    end if;

    if cntH = "100101100" then

        h<='1';

    else

        h<='0';

    end if;

    hsync<=h;

    countH<=cntH;

end process;

process(clk, cntV, cntH, h) -- счетчик старших бит и сигнал vsync

```



```
with HV select
ref <= "1101010100" when "10",
      "0010101010" when "01",
      "1101010101" when "11",
      data when others;

output <= ref;

end pk4;
```

					<i>ЮУрГУ-Д.11.05.01.2019.292.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						106
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		