



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ

Информатика и системы управления (ИУ)

КАФЕДРА

Проектирование и технология производства электронной аппаратуры (ИУ4)

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

НА ТЕМУ:

***«Разработка, моделирование и экспериментальное
исследование устройства получения данных о
положении энкодера через последовательный
порт»***

Студент группы ИУ4-61Б

Фан К.

(подпись, дата)

Руководитель курсовой работа

Гладких А. А.

(подпись, дата)

Москва, 2021

АННОТАЦИЯ

В рамках данной работы было разработано устройство получения данных о положении энкодера через последовательный порт. Описаны принципы работы устройства. Спроектирована топология печатной платы и сборочный чертеж устройства. Проведено моделирование выполнения алгоритма разработанной программы на отладочной плате STM32F103C8T6 Blue Pill. В результате работы разработана полностью работоспособная принципиальная схема устройства, собран макетный образец, проведены экспериментальные исследования его функциональных параметров и сравнение параметров работы устройства с параметрами, полученными при моделировании.

Ключевые слова: UART, энкодер, микроконтроллер.

ABSTRACT

During this project work device for obtaining data on the position of the encoder through the serial port was designed. Principles of device working were described. The topology of the printed-circuit board and an assembly drawing of the device is designed. Modeling of execution of the device was performed on STM32F103C8T6 Blue Pill debug board. As the result of the work working device was gotten, a model was done, experimental researches were performed. Results of experiment and theory were compared. Process of making documentation was described.

Keywords: UART, Morse code, microcontroller.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ, ОБОЗНАЧЕНИЙ И ТЕРМИНОВ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 .СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА«УСТРОЙСТВА ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О ПОЛОЖЕНИИЭНКОДЕРА ЧЕРЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ»	8
1.1 Разработка электрической структурной схемы (Э1)	8
1.2 Разработка электрической принципиальной схемы (Э3).....	9
1.3 Выбор элементной базы устройства	11
1.3.1 Защитный диод 5В SP0503 (DA1)	11
1.3.2 Контроллер интерфейса CP2102 (DD1).	11
1.3.3 Микроконтроллер STM32F103C8T6 (DD2).....	12
1.4 Разработка перечня элементов ПЭЗ устройства	13
1.5 Моделирование на отладочной плате STM32F103C8T6 Blue Pill.....	14
Вывод	15
2 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА «УСТРОЙСТВО ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О ПОЛОЖЕНИИ ЭНКОДЕРА ЧЕРЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ».....	16
2.1 Разработка топологии печатной платы	16
2.2. Анализ общего сборочного состава изделия.....	20
2.3 Разработка спецификации изделия (СП)	22
2.4 Разработка алгоритма работы устройства (ПДЗ).....	24
Вывод	25
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА.....	26
«ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О ПОЛОЖЕНИИ ЭНКОДЕРА ЧЕРЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ»	26
3.1. Разработка схемы экспериментального стенда.....	26
3.2. Разработка методики проведения измерений характеристик изделия устройства	27
3.3 Экспериментальное исследование характеристик изделия устройства	27

Вывод	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	29
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	31
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	33

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ, ОБОЗНАЧЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

ГОСТ	– Государственный стандарт
ЕСКД	– Единая система конструкторской документации
ИЭТ	– Изделие электронной техники
КМО	– Компоненты, монтируемые в отверстия
КМП	– Компоненты, монтируемые на поверхность
МК	– Микроконтроллер
ВПО	– Внутреннее программное обеспечение
ДПП	– Двухсторонняя печатная плата
ПП	– Печатная Плата
СБ	– Сборочный чертеж
СП	– Спецификация
ТУ	– Техническое условие
УГО	– Условное графическое обозначение
ЭРЭ	– Электрорадиоэлементы
TX	– Transmitter (передатчик)
USART	– Universal synchronous and asynchronous receiver-transmitter (универсальный синхронный и асинхронный приемник-передатчик)
USB	– Universal serial bus (универсальная последовательная шина)

ВВЕДЕНИЕ

Энкодер (Encoder) (от англ. encode - преобразовывать) - это устройство (прибор, датчик) для преобразования угловых положений или линейных перемещений в аналоговый или цифровой сигнал. Другими словами энкодер - это датчик угловых или линейных перемещений. Принцип работы энкодерного датчика заключается в преобразовании механического перемещения в электрические сигналы. Измеряемыми параметрами могут быть: скорость вращения, угловое положение по отношению к нулевой метке, направление вращения. Фактически энкодер является датчиком обратной связи, на выходе которого цифровой сигнал меняется в зависимости от угла поворота. Этот сигнал обрабатывается и далее подается на устройство индикации или на привод.

Энкодеры широко применяются в промышленном оборудовании в ситуациях, когда необходима точная информация об объекте, который вращается или перемещается. Это может быть лента транспортера с какими-либо деталями или грузами, система измерения длины и проч. Энкодер позволяет цифровым способом узнать точную позицию детали или угол её поворота.

Целью работы является разработка устройства получения данных о положении энкодера через последовательный порт, разработка комплекта конструкторской документации, а также экспериментальное исследование устройства для выявления его пригодности к эксплуатации.

Для достижения поставленных целей в работе был решен следующий комплекс задач:

- Разработка схемы электрической структурной;
- Разработка схемы электрической принципиальной;
- Моделирование работы с помощью отладочной платы;
- Разработка конструкции ;
- Сборка опытного образца ;
- Экспериментальное исследование.

Исходными данными для работы являются:

- задание на выполнение курсовой работы;
- календарный план выполнения курсовой работы.

Результатами работы являются:

- схема электрическая структурная (Э1);
- схема электрическая принципиальная (Э3);
- полнофункциональная модель на отладочной плате STM32F103C8T6 Blue Pill;
- чертеж печатной платы;
- сборочный чертёж;
- разработанный опытный образец;
- схема измерительного стенда (ПД1) ;
- плакат демонстрационный сравнения результатов моделирования и эксперимента и алгоритмы (ПД2 и ПД3);
- расчётно-пояснительная записка (РПЗ).

Структура и объём работы. Работа состоит на 3 глав.

1.СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА«УСТРОЙСТВА ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О ПОЛОЖЕНИИЭНКОДЕРА ЧЕРЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ»

Схемотехнический этап выполнения курсовой работы включает:

- моделирование схемы выбранного устройства;
- разработка схемы электрической структурной Э1 устройства;
- разработка схемы электрической принципиальной Э3 устройства;
- моделирование разработанной схемы на отладочной плате STM32F103C8T6 Blue Pill;
- подбор элементной базы устройства;
- разработка перечня элементов ПЭЗ устройства.

1.1 Разработка электрической структурной схемы (Э1)

Разработка схемы электрической структурной (Э1) предполагает первоначальную оценку работы и выделение основных структурных частей, из которых состоит устройство. Разработанная схема электрическая структурная (Э1) представлена на рисунке 1.1.1, а также на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 Э1.

Структурная схема устройства была разработана согласно ГОСТ 2.701- 2008 и ГОСТ 2.702-2011 в графическом редакторе «Autodesk AutoCAD 2018».

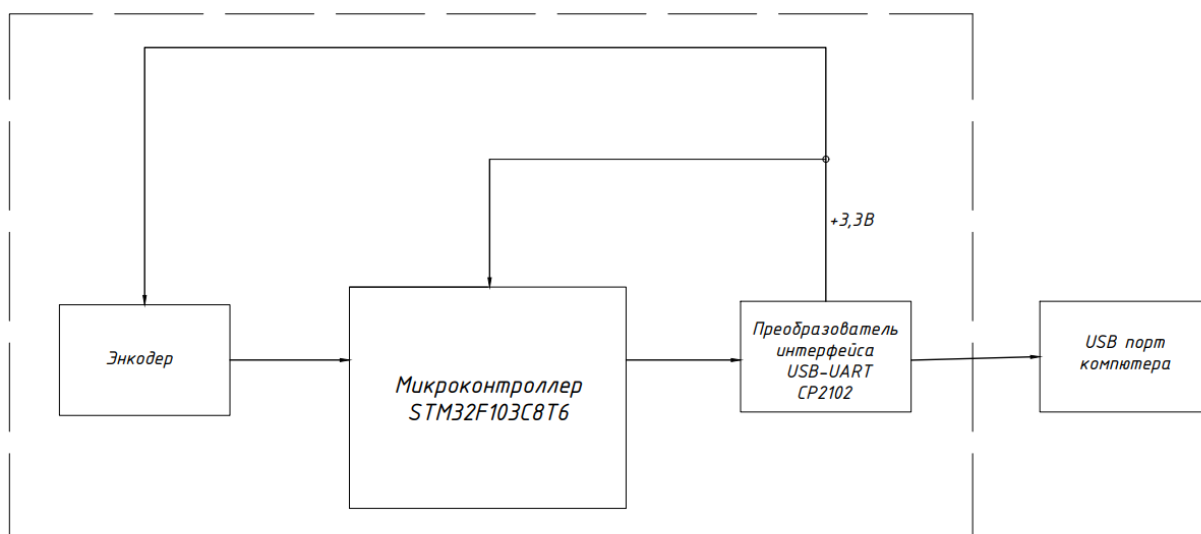


Рисунок 1.1.1 – Схема электрическая структурная (Э1)

Устройство можно разделить на несколько основных частей:

- Модуль интерфейса UART и питания;
- Микроконтроллер STM32F103C8T6;
- Энкодер

Импульсные сигналы с энкодера будут передаваться на STM32F013C8T6 через разъем. Затем данные будут передаваться на CP2102, а затем на COM-порта компьютера через порт mini USB.

Источник питания 5 В снимается с контакта mini-USB.

1.2 Разработка электрической принципиальной схемы (Э3)

Схема электрическая принципиальная (Э3) устройства была разработана согласно ГОСТ 2.701-2008 и ГОСТ 2.702-2011 на основе анализа электрической структурной схемы (Э1) (рисунок 1.1.1.). Разработанная схема электрическая принципиальная (Э3) пробника представлена на рисунке 1.2.1 и на чертеже

ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.003 Э3.

В качестве среды разработки была выбрана программа «Altium Designer 21.0.8».

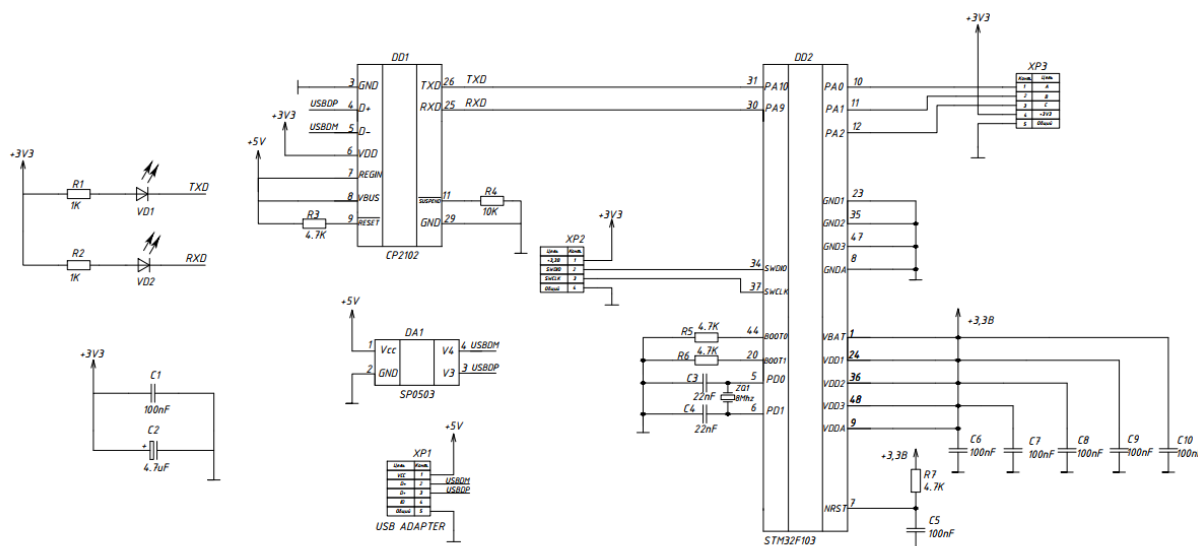


Рисунок 1.2.1 – Схема электрическая принципиальная (ЭЗ)

Преобразователь CP2102 преобразует напряжение от 5В до 3,3В. Источник питания 5 В снимается с контакта mini-USB, а напряжение 3,3В подается на микроконтроллер STM32 и на энкодер для работы. Конденсаторы C1, C2 используются для фильтрации выходных сигналов. Импульсные сигналы с энкодера будут передаваться на STM32F013C8T6 через разъем XP3. Микроконтроллер STM32F103C8T6 подключается к CP2102 через 2 вывода PA9 и PA10(соответствует функции USART1 на микроконтроллере). Данные из STM32F013C8T6 будут передаваться на CP2102 , а затем на COM-порта компьютера через порт mini USB.. Когда данные передаются, светодиод VD2 будет мигать в соответствии с приемом данных по нему. Защитный диод SP0503 используется чтобы защитить переданные данные.

1.3 Выбор элементной базы устройства

1.3.1 Защитный диод 5B SP0503 (DA1)

Защитный диод SP0503 используется защитить чувствительные цифровые или аналоговые входные цепи данных, сигналов или линий управления с уровнями напряжения до 5 VDC. Типовое рабочее напряжения 5.5В. Максимальное напряжение фиксации – 8.5В.

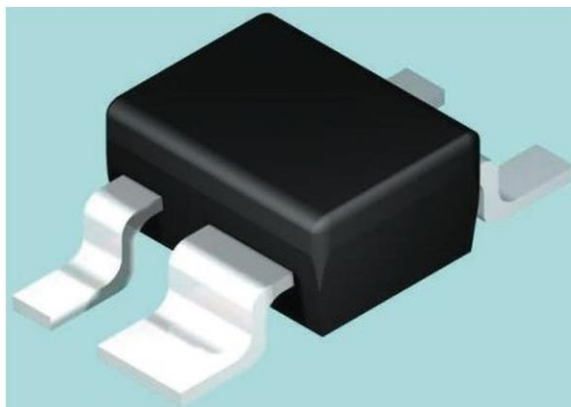


Рисунок 1.3.1 – Защитный диод 5B SP0503 (DA1)

1.3.2 Контроллер интерфейса CP2102 (DD1).

Микросхема CP2102 представляет собой универсальный асинхронный приемопередатчик (UART) и является высокоинтегрированным последовательным интерфейсом USB-COM.

С помощью FT232RL можно легко организовать обмен данными между любым внешним устройством на микроконтроллере и компьютером через USB-порт последнего, используя минимум дополнительных компонентов (понадобится только USB-разъем и несколько резисторов). CP2102 содержит встроенный генератор на 48 МГц, контроллер UART с поддержкой всех модемных сигналов, буферы на прием и передачу, USB 2.0 (скорость до 12Мбит/сек) контроллер и EEPROM для хранения настроек. Внешний вид контроллера интерфейса CP2102 показан на рисунке 1.3.2



Рисунок 1.3.2 – Контроллер интерфейса CP2102 (DD1)

Эта микросхема была выбрана потому, что это простое и дешевое, использующее UART для связи с микроконтроллером.

1.3.3 Микроконтроллер STM32F103C8T6 (DD2)

Семейство высокопроизводительных микроконтроллеров STM32F103xx включает в себя 32-разрядное RISC-ядро ARM Cortex-M3, работающее на частоте 72 МГц, а также имеет высокоскоростную встроенную память (флэш-память до 128 КБ и SRAM до 20 КБ), периферийные устройства, подключенные к двум шинам APB. Данные микроконтроллеры имеют два 12-разрядных АЦП, три 16-разрядных таймера общего назначения и один ШИМ-таймер, а также стандартные и усовершенствованные интерфейсы связи: до двух I²C и SPI, три USART, USB и CAN. Внешний вид стабилизатора напряжения MT3608 показан на рисунке 1.3.3.



Рисунок 1.3.3 – Микроконтроллер STM32F103C8T6 (DD2)

Этот микроконтроллер был выбран потому, что имеет малый корпус, достаточное количество выводов и необходимые интерфейсы.

1.4 Разработка перечня элементов ПЭЗ устройства

После выбора элементной базы был составлен перечень элементов схемы (ПЭЗ) согласно ГОСТ 2.701-2008.

Перечень элементов (ПЭЗ) представлен на рисунке 1.4.1 а также документом ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 ПЭЗ, который расположен на схеме электрической принципиальной ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.003 ЭЗ.

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				
		<u>Кварцевый резонатор</u>		
	ZQ1	HC-49S 8MHz, ф. Vishay (США)	1	
Справ. №		<u>Конденсаторы</u>		
	C1,C5-C10	GRM188R71H104K, 50B - 100нФ ±10%	7	
		ф. Murata (Япония)		
	C3,C4	GRM216R71H223K, 50B - 22нФ ±10%	2	
		ф. Murata (Япония)		
	C2	TECAP, 50B - 22нФ±10% (Китай)	1	
		<u>Микросхемы цифровые</u>		
	DD1	CP2102, Преобразователь USB-UART (Silicon Labs)	1	
	DD2	STM32F103C8T6TR, 32-Бит, Cortex-M3, 72МГц (STMicroelectronics)	1	
Подп. и дата				
		<u>Разъемы</u>		
	XP1	1734035-1, mini-USB, ф. Tyco Electronics (США)	1	
	XP2	PLS-4, ф. KLS Electronic (Китай)	1	
Инв. № дубл.	XP3	PLS-5, ф. KLS Electronic (Китай)	1	
		<u>Резисторы</u>		
№	R1,R2	0.125Вт 0805 1к0м, ±5% (Китай)	2	

Рисунок 1.4.1 – Часть перечень элементов (ПЭЗ)

Необходимые данные об элементах записываются в «Наименование». Туда указываются наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, межгосударственный стандарт, стандарт Российской Федерации, стандарт организации, технические условия); - для функциональной группы – наименование.

Связь перечня с УГО элементов осуществляется через графу «Поз. Обозначения». Та, в свою очередь, в ПЭЗ проставляется на основе схемы ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.003 ЭЗ

В графе "Примечание" рекомендуется указывать технические данные элемента (устройства), не содержащиеся в его наименовании.

1.5 Моделирование на отладочной плате STM32F103C8T6 Blue Pill

Моделирование работы устройства было проведено на отладочной плате STM32F103C8T6 Blue Pill. Модель создавалась на основе схемы электрической принципиальной ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.003 ЭЗ

Рабочее поле программы со схемой устройства представлено на рисунке

1.5.1.

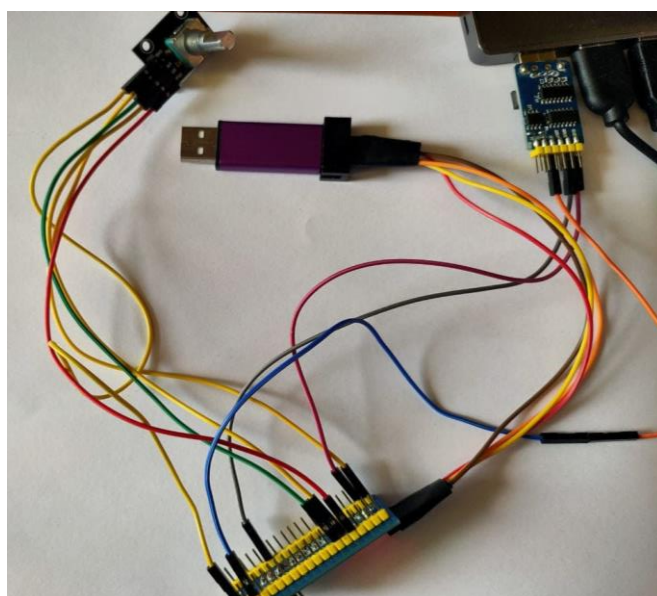


Рисунок 1.5.1 – Модель устройства на отладочной плате STM32F103C8T6 Blue Pill

На рисунке 1.5.2 изображена диаграмма RX интерфейса UART при угле энкодера 90. Мы легко можем видеть, что результирующий сигнал, полученный в RX интерфейса UART, соответствует сообщению: “R:90”.

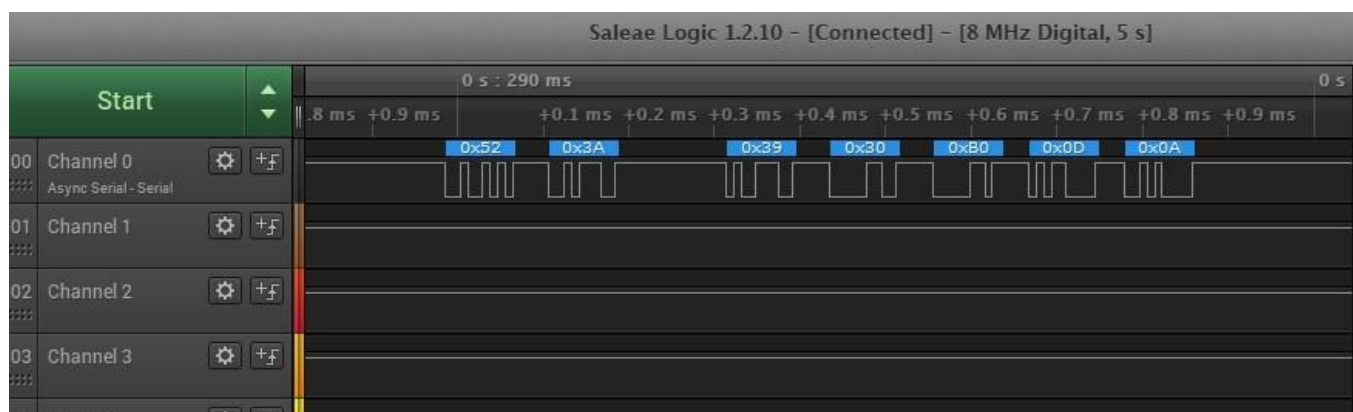


Рисунок 1.5.2– Диаграмма RX интерфейса UART при угле энкодера 90.

Вывод

В главе проведено схемотехническое проектирование изделия устройства получения данных о положении энкодера через последовательный порт. Была разработана схема электрическая структурная (Э1) устройства, в которой были выделены основные структурные узлы устройства. Данная схема представлена на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 Э1, а также на рисунке 1.1.1. После, последовала разработка схемы электрической принципиальной (Э3) устройства, в которой подробно описаны соединения всех ИЭТ устройства и благодаря условным графическим обозначениям однозначно определяется функционал каждого ИЭТ, а также обоснован выбор каждого ИЭТ. Данная схема представлена на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.003 Э3, а также на рисунке 1.2.1. Заключительным этапом схемотехнической разработки стало моделирование работы устройства для получения теоретической импульсной диаграммы RX интерфейса UART.

2 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА «УСТРОЙСТВО ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О ПОЛОЖЕНИИ ЭНКОДЕРА ЧЕРЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ»

Конструкторско-технологический этап выполнения курсовой работы включает:

- разработку топологии печатной платы (ПП);
- разработку чертежа ПП;
- разработку сборочного чертежа (СБ);
- разработку спецификации на изделие;
- изготовление ПП;
- монтаж ЭРЭ на ПП.

2.1 Разработка топологии печатной платы

В качестве среды разработки была выбрана программа для трассировки печатных плат «Altium Designer 21.0.8», результат работы представлен на рисунках 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 и 2.1.4.

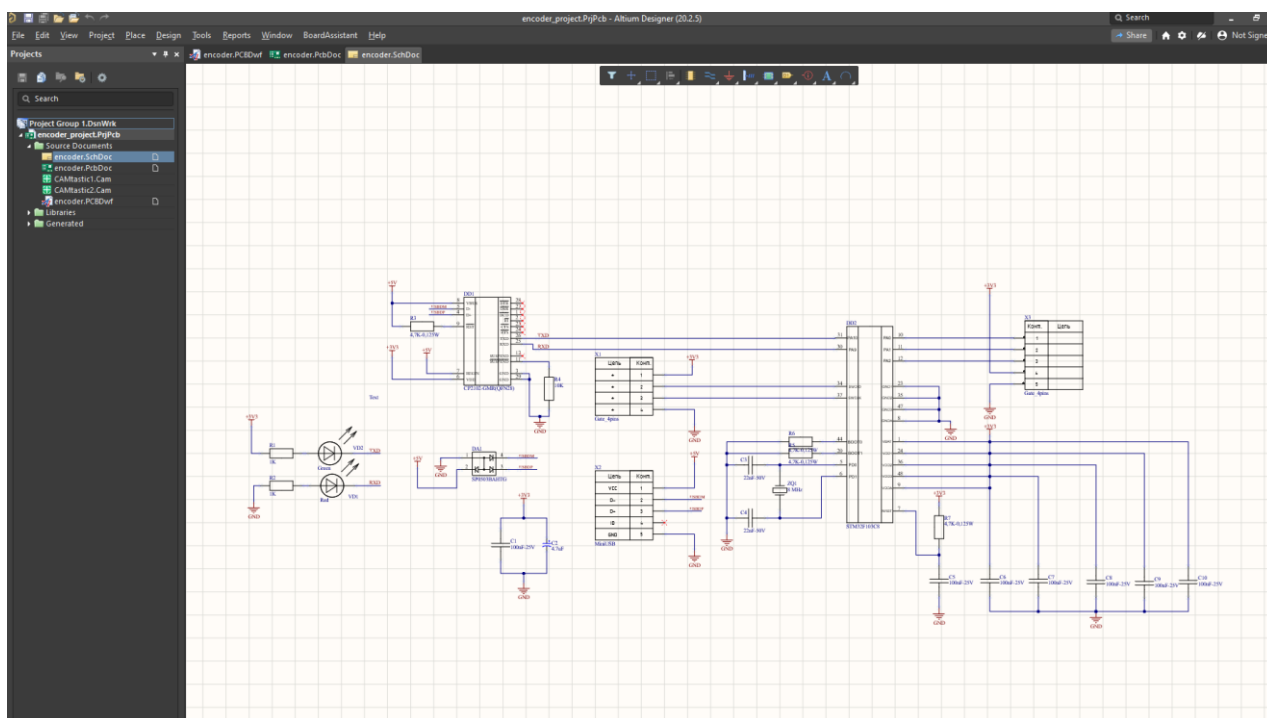


Рисунок 2.1.1 – Принципиальная схема в программе «Altium Designer 21.0.8»

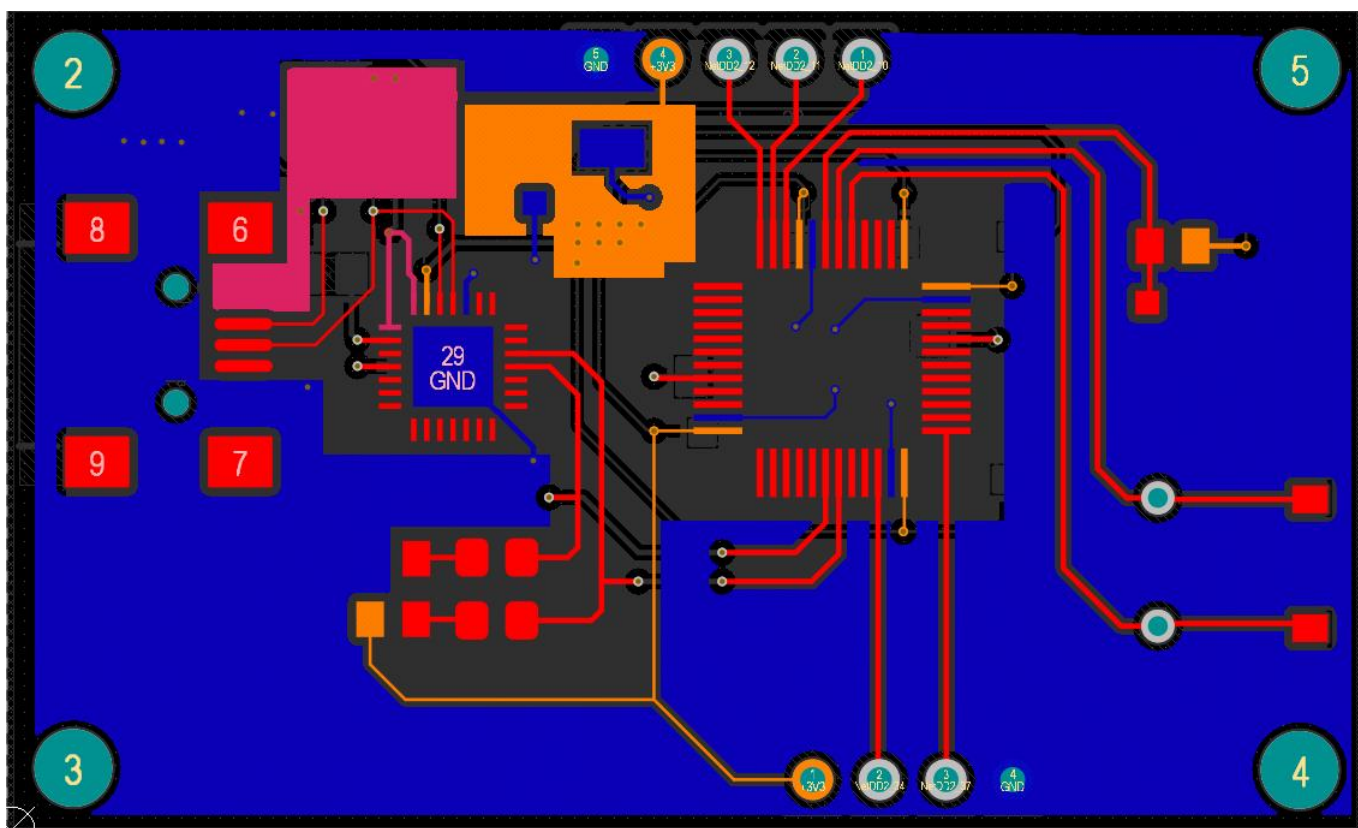


Рисунок 2.1.2 – Трассировка ПП (Top Layer)

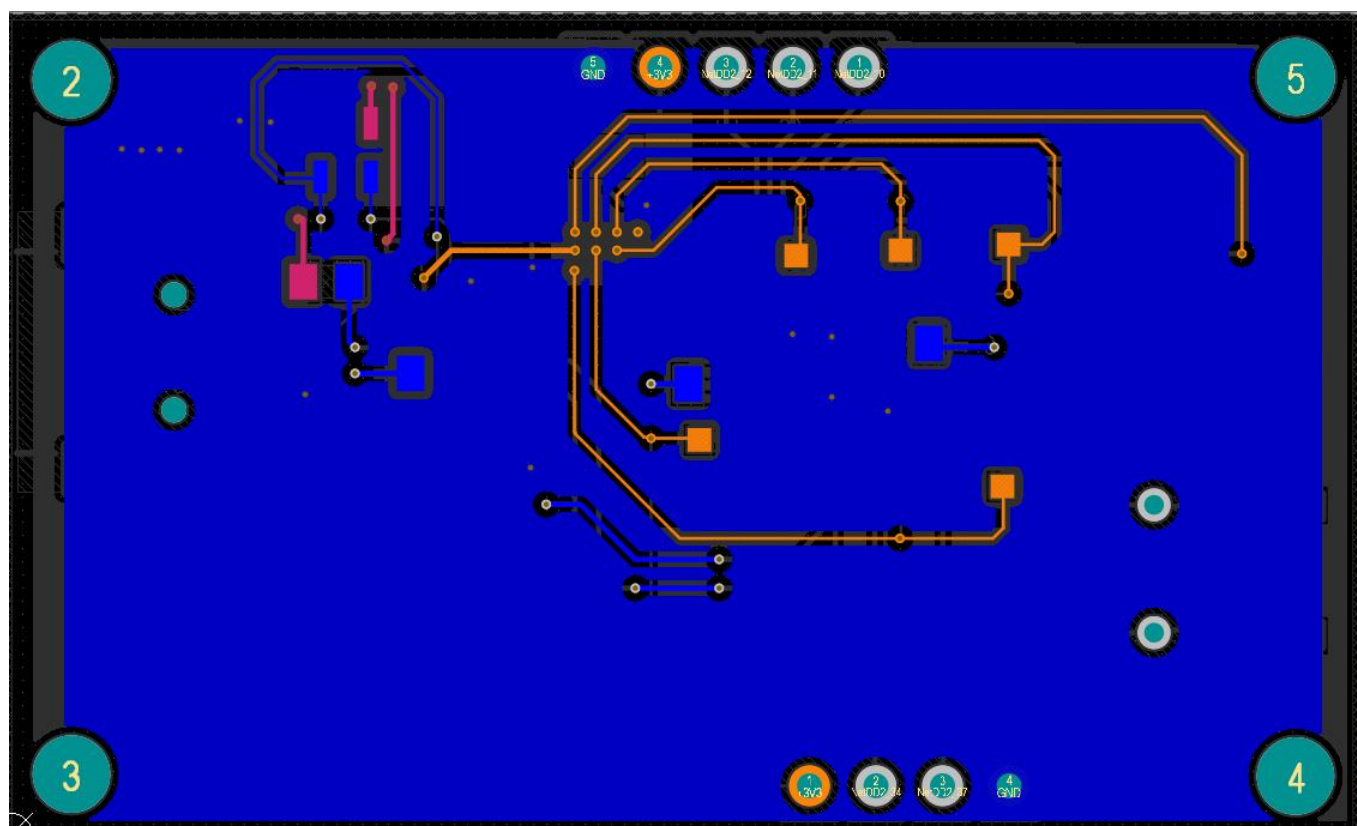


Рисунок 2.1.3 – Трассировка ПП (Bottom Layer)

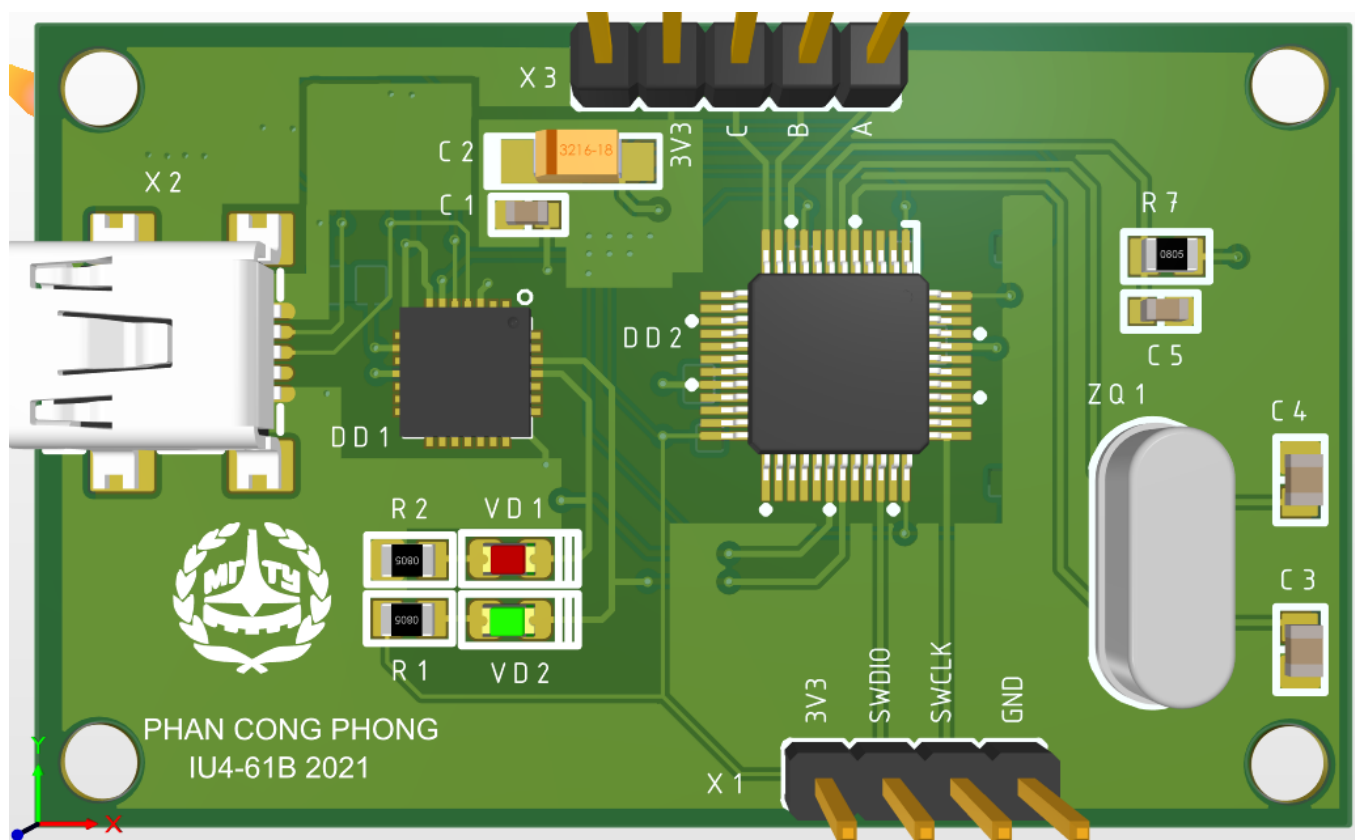






Рисунок 2.1.4 – 3D-модель схемы в программе «Altium Designer 20.2.5»

После трассировки был разработан чертеж ПП, который представлен на рисунке 2.1.5.

Таблица 2.1.1 – Таблица отверстий ПП

<i>Условное обозначение отверстий</i>	<i>Диаметры отверстий, мм</i>	<i>Диаметры контактных площадок, мм</i>	<i>Металлизация</i>	<i>Количество</i>
	<i>0,3</i>	<i>0,5</i>	<i>Да</i>	<i>45</i>
	<i>0,8</i>	<i>1,3</i>	<i>Да</i>	<i>2</i>
	<i>1</i>	<i>1,6</i>	<i>Да</i>	<i>11</i>
	<i>3</i>	<i>---</i>	<i>Нет</i>	<i>4</i>

Общее количество отверстий – 62 отверстия.

Исходя из вышеперечисленных требований печатная плата опытного образца изготавливалась комбинированным позитивным методом.

2.2. Анализ общего сборочного состава изделия

Сборочный чертеж представлен на рисунке 2.2.1 и на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 СБ.

Электромонтаж ИЭТ осуществляется согласно схеме ИУ4.11.03.03.21.06.61.21 003 ЭЗ.

2.3 Разработка спецификации изделия (СП)

Спецификация – основной документ курсового проекта. В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Спецификация на устройство была разработана согласно ГОСТ 2.106 в графическом редакторе «Autodesk AutoCAD 2021» и состоит из следующих разделов в соответствующей последовательности:

- документация;
- детали;
- прочие изделия;
- материалы.

Подобное содержание спецификации было определено специфицируемого изделия «Пробник цепей со световой индикацией». Первая страница СП представлена на рисунке 2.3.1 и непосредственно в самом документе спецификации ИУ4.11.03.03.21.06.61.22.001.

В раздел «Документация» внесены все документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия, кроме самой спецификации, а также документы основного комплекта записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей.

В раздел «Детали» была внесена деталь, непосредственно входящая в специфицируемое изделие – плата печатная.

Раздел «Прочие изделия» схож по наполнению с перечнем элементов (ПЭЗ), за исключением того, запись изделий в пределах каждой группы происходит в алфавитном порядке наименований изделий, а обозначение УГО элементов записываются в графу «Примечание».

В разделе «Материалы» внесена медная луженая проволока, играющая роль перемычки в Тестере, однако не являющаяся непосредственно изделием, как таковым, поэтому не вошедшая в ПЭЗ и в раздел «Прочие изделия» СП.

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Справ. №							
					Документация		
	A2			ИУ4.11.03.03.20.06.61.21.000 СБ	Сборочный чертеж	1	
	A3			ИУ4.11.03.03.20.06.61.21.001 З1	Схема электрическая	1	
					структурная		
	A1			ИУ4.11.03.03.20.06.61.21.003 ЗЗ	Схема электрическая	1	
					принципиальная		
	A4			ИУ4.11.03.03.20.06.61.21.001 ПЗЗ	Перечень элементов	1	
	A2			ИУ4.11.03.03.20.06.61.21.000 ПД1	Схема экспериментального	1	
					стенда		
	A2			ИУ4.11.03.03.20.06.61.21.000 ПД2	Экспериментальные	1	
				исследования			
			A2	ИУ4.11.03.03.20.06.61.21.000 ПДЗ	Плакат демонстрационный	1	
					(алгоритмы)		
Подп. и дата					Детали		
	A2	1		ИУ4.11.03.03.20.06.61.21.002	Плата печатная	1	
Инд. N дубл					Прочие изделия		
		2			GRM188R71H104K, 50B-100нФ ±10%	7	C1,C5-C10
					ф. Murata (Япония)		
Взам. инв. №		3			GRM216R71H223K, 50B-22нФ ±10%	2	C3,C4
					ф. Murata (Япония)		
		4			TECAP, 50B - 22нФ±10%	1	C2
					(Kumai)		
Подп. и дата							
Инд. № подл					ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001		
	Изм	Лист	N докум.	Подпись	Дата		
	Разраб.	Фан К.				Лит.	Лист
	Пров.	Гладких А.А.					Листов
							1
							2
	Н.контр.				МГТУ им. Н.Э.Баумана		
	Утв.	Гладких А.А.			Кафедра ИУ4		
					Группа ИУ4(И)-61Б		
Копировал							
Формат А4							

Рисунок 2.3.1 – Первая страницы спецификации изделия

2.4 Разработка алгоритма работы устройства (ПДЗ)

Алгоритм работы устройства показана на рисунке 2.4.1, а также на плакате ИУ4.11.03.03.21.06.61.22.000 ПДЗ. Алгоритм работы разработан согласно ГОСТ 19.701-90.

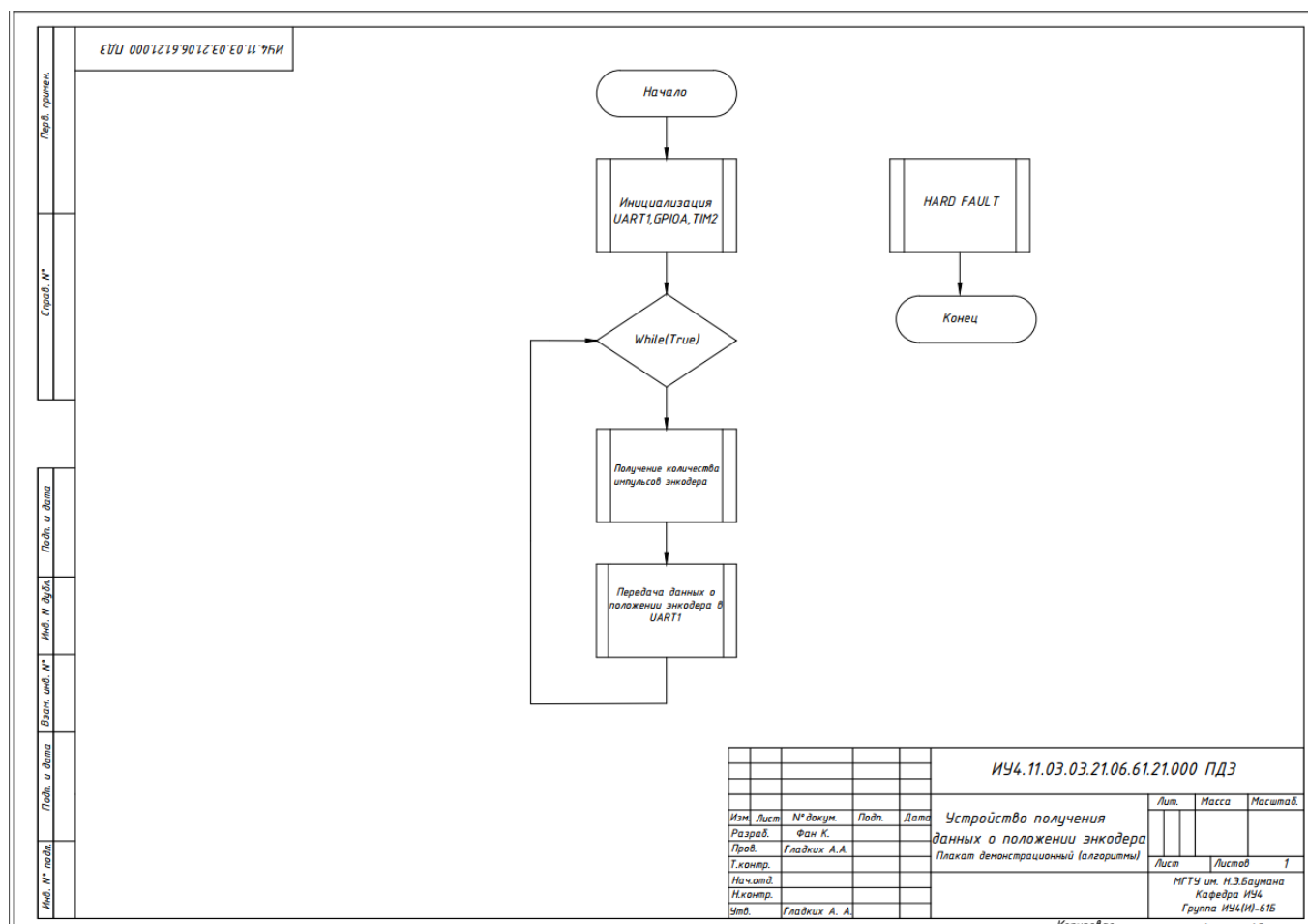


Рисунок 2.4.1 – Алгоритм работы устройство преобразования данных с UART в азбуку Морзе

При включении питания устройства происходит инициализация и первоначальная настройка МК: инициализация GPIOA, инициализация модуля UART2 и инициализация “Encoder Mode” TIM2. После этого , как получится количество импульсов энкодера , данные передаются на UART1, а затем на COM-порта компьютера через порт mini USB. Данные передаются непрерывно с задержкой 500 мс.

Вывод

В данной главе был описан процесс проектирования топологии печатной платы в САПР “Altium Designer 21.0.8” вместе с составлением 3D модели.

Разработанная топология ПП представлена на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.002. На основе же 3D модели платы разработан сборочный чертеж – ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 СБ. Была составлена спецификация изделия “Устройство получения данных о положении энкодера через последовательный порт ” – ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 – куда вошли все внутренности курсовой работы.

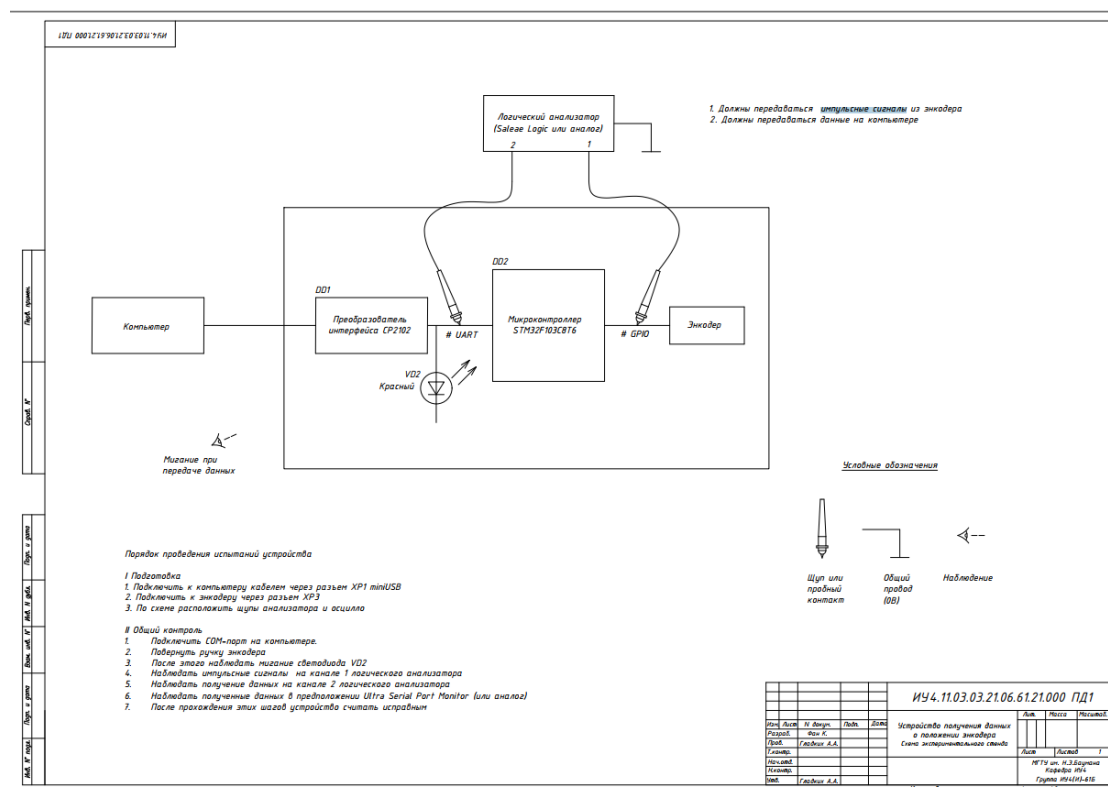
Процесс изготовления печатной платы изделия “Устройство получения данных о положении энкодера через последовательный порт ” является комбинированным позитивным методом. Помимо этого, дан технологический процесс сборки изделия, а именно – процесс монтажа ЭРЭ на готовую печатную плату. Наконец, схема алгоритма устройства была представлена на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.22.001 ПДЗ и проанализирована.

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА «ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ О ПОЛОЖЕНИИ ЭНКОДЕРА ЧЕРЕЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ»

В главе представлено экспериментальное исследование работоспособности опытного образца устройства получения данных о положении энкодера через последовательный порт. Разработана структурная схема измерительного стенда, описана методика проведения эксперимента, с помощью которой определяется работоспособность разработанного устройства. Проведено сравнение результатов, полученных на опытном образце устройства, и результатов компьютерного моделирования из 1 главы.

3.1. Разработка схемы экспериментального стенда

Для получения характеристик опытного образца пробника был разработан экспериментальный стенд. Схема экспериментального стенда представлена на рисунке 3.1.1, а также на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.000 ПД1.



Для сравнения модели и эксперимента были сняты показания на измерительном стенде. Внешний вид логического анализатора представлены на рисунках 3.1.2.



Рисунок 3.1.2 – Внешний вид логического анализатора

3.2. Разработка методики проведения измерений характеристик изделия устройства

- Подключить COM-порт на компьютере.
- Повернуть ручку энкодера
- После этого наблюдать мигание светодиода VD2
- Наблюдать импульсные сигналы на канале 1 логического анализатора
- Наблюдать получение данных на канале 2 логического анализатора

3.3 Экспериментальное исследование характеристик изделия устройства

Результаты измерения вывода каналов А и В при вращении ручки на четверть оборота и вывода RX (модуля UART) при угле энкодера 90 показаны на рисунках 3.3.1 и 3.3.2.

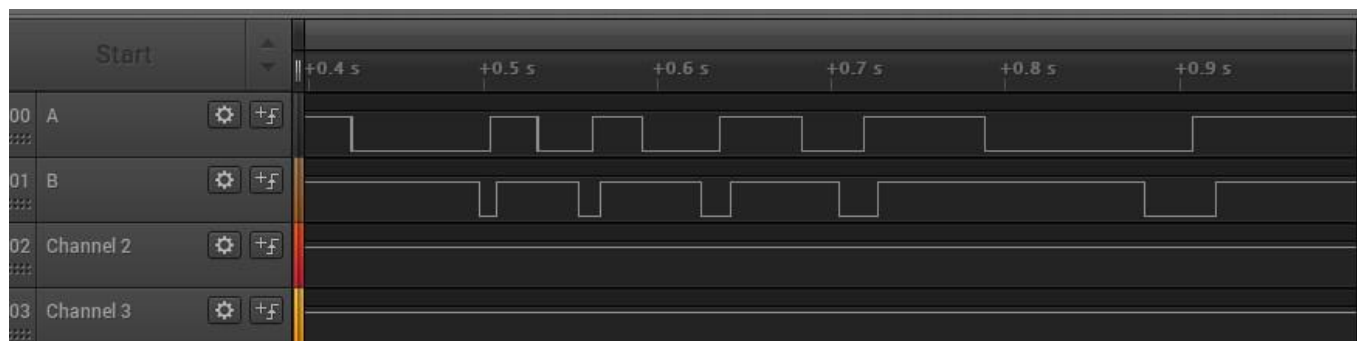


Рисунок 3.3.1. – Диаграмма каналов А и В энкодера

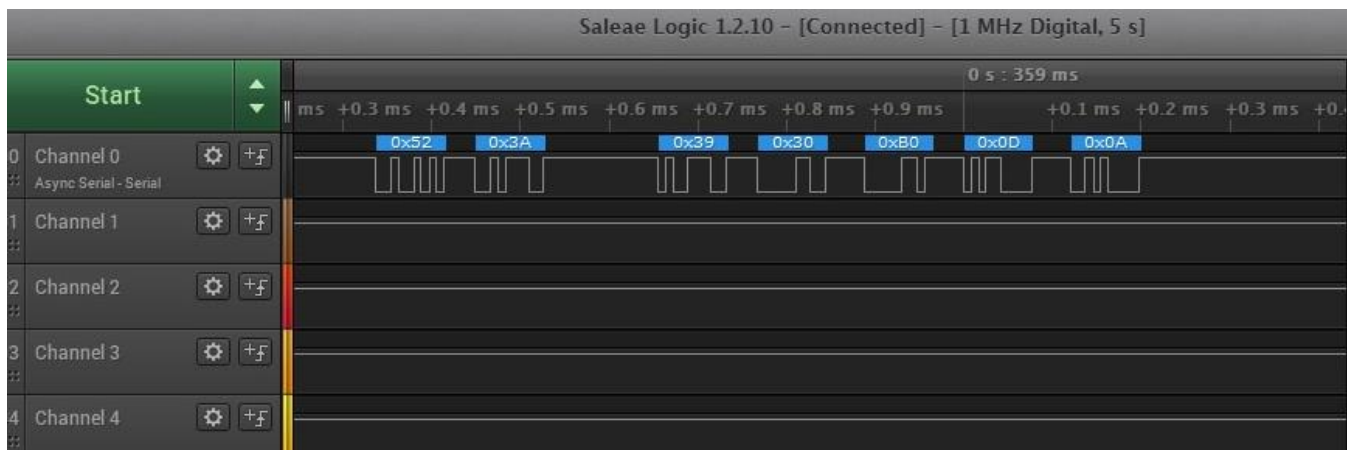


Рисунок 3.3.2- – Диаграмма RX интерфейса UART

На практике при исследовании свойств энкодера поворот ручки энкодера выполняется вручную, поэтому частота вращения не фиксируется. По результатам мы видим что на четверть оборота приходится 5 импульсов; следовательно на один оборот приходится 20 импульсов.

На практике диаграммы RX интерфейса UART совпадают с результатами моделирования.

Вывод

В заключительной главе курсовой работы был разработан измерительный стенд для снятия характеристик полученного опытного образца, а также разработана схема экспериментального стенда изделия ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.000 ПД1.

Была разработана методика проведения измерений характеристик изделия “Устройство получения данных о положении энкодера через последовательный порт”. Согласно этой методике, были произведены необходимые замеры и сняты соответствующие характеристики, описываемые в виде графиков.

Произведено сравнение графиков, полученных с модели и полученных экспериментально с опытного образца. В результате большинство требований технического задания оказалось выполнено и точность теоретической модели практически соответствует экспериментальной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате курсовой работы был проведен общетехнический обзор устройства “Устройство получения данных о положении энкодера через последовательный порт”.

На схемотехническом этапе разработки изделия “Устройство получения данных о положении энкодера через последовательный порт” была разработана схема электрическая структурная (Э1), в которой были выделены основные структурные узлы устройства. Данная схема представлена на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 Э1, а также на рисунке 1.1.1. После, последовала разработка схемы электрической принципиальной (Э3), в которой подробно описаны соединения всех ИЭТ устройства и благодаря условным графическим обозначениям однозначно определяется функционал каждого ИЭТ. Данная схема представлена на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.003 Э3, а также на рисунке 1.2.1. Помимо этого, был обоснован выбор каждого элемента изделия и на основе этого составлен перечень элементов ПЭЗ, представленный на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 ПЭЗ. Заключительным этапом схемотехнической разработки стало моделирование работы устройства для получения теоретической импульсной диаграммы RX интерфейса UART.

На конструкторско-технологическом этапе разработки изделия “Устройство получения данных о положении энкодера через последовательный порт” были выбран тип ПП, расположение печатных проводников, а также базовый материал ПП. В результате разработана топология ПП изделия, которая отображена на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.002 и на рисунке 2.1.4. На основе разработанной 3D модели устройства был составлен СБ, представленный на рисунке 2.2.1 и на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 СБ. Были выбраны варианты установки компонентов на плату, а в результате анализа электрических соединений был выбран припой для установки КМО на ПП. После этого был разработан и описан алгоритм для устройства.

На этапе экспериментального исследования устройства “Устройство получения данных о положении энкодера через последовательный порт” был

разработан экспериментальный стенд для изделия. В результате получена схема экспериментального стенда, представленная на рисунке 3.1.1, а также на чертеже ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 Э0. Разработана методика проведения эксперимента для выяснения работоспособности устройства. Согласно данной методике произведены экспериментальные измерения и получены графики работы изделия. Сделано сравнение результатов моделирования и экспериментального исследования, сделаны выводы о правильности работы устройства и о соответствии разработанного устройства требованиям технического задания.

В итоге проделанной работы можно сделать вывод, что разработанное изделие “ Устройство получения данных о положении энкодера через последовательный порт ” практически соответствует требованиям технического задания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.701-2008 «ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению (с Поправкой)».
2. ГОСТ 2.702-2011 «ЕСКД. Правила выполнения электрических схем».
3. ГОСТ 23752-79 «Платы печатные. Общие технические условия».
4. ГОСТ Р 53429-2009 «Платы печатные. Основные параметры конструкции».
5. ГОСТ 10316-78 «Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные. Технические условия».
6. ГОСТ 29137-91 «Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования».
7. ГОСТ 21930-76 «Припой оловянно-свинцовые в чушках. Технические условия».
8. ГОСТ 23592-96 «Монтаж электрический радиоэлектронной аппаратуры и приборов. Общие требования к объемному монтажу изделий электронной техники и электротехнических».
9. ГОСТ 18300-87 «Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия».
10. ГОСТ 24715-81 «Соединения паяные. Методы контроля качества».
11. ГОСТ 2.106-96 «ЕСКД. Текстовые документы».
12. Датчик угла поворота-Википедия
https://ru.wikipedia.org/wiki/Датчик_угла_поворота
13. Измеряя параметры вращения: энкодеры boumgs - Вячеслав Гавриков (г. Смоленск)
14. Энкодеры — датчики линейных и круговых перемещений - А.В. Горобец, «СВ Альтера», г. Киев

15. Modeling and Simulation of an Incremental Encoder Used in Electrical Drives -

János Jób Incze, Csaba Szabó, Mária Imecs

16. https://www.st.com/content/st_com/en/products/microcontrollers-microprocessors/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus/stm32-mainstream-mcus/stm32f1-series/stm32f103/stm32f103c8.html

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П.А.1 – Перечень документов

Децимальный номер	Наименование
–	Техническое задание
–	Календарный план
–	Расширенное техническое задание
ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 Э1	Схема электрическая структурная
ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.003 Э3	Схема электрическая принципиальная
ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001 ПЭ3	Перечень элементов
ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.002	Чертеж печатной платы
ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.000 СБ	Сборочный чертеж
ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.001	Спецификация на общую сборку
ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.000 ПД1	Схема экспериментального стенда
ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.000 ПД2	Экспериментальные исследования
ИУ4.11.03.03.21.06.61.21.000 ПД3	Плакат демонстрационный (алгоритмы)