

Министерство образования и науки Российской Федерации
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Инфокоммуникационных технологий»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ С.Н. Даровских
_____ 2018 г.

Контроллер сбора параметров работы рефрижератора

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ
ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ**

Руководитель проекта:

_____ В.В. Новиков
_____ 2018 г.

Автор проекта:
студент группы КЭ-479

_____ С.Е. Кошляк
_____ 2018 г.

Нормоконтроллер:

_____ В.Д. Спицына
_____ 2018 г.

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускной квалификационный проект 41 с.,
4 ч., 23 рис., 3 табл., 7 источников.

В ходе выполнения выпускного квалификационного проекта была разработан контроллер сбора параметров работы рефрижератора.

Были подобраны блоки и компоненты для передачи параметров в систему мониторинга за состоянием рефрижератора.

- 1 Микропроцессорное устройство STM32F303RCT6.
- 2 Модуль Bluetooth на микросхеме PAN1322.
- 3 Блок USB MUBRS1-05S-TR.
- 4 Контактная площадка для подключения программатора PLS-10.
- 5 Приемопередатчики для интерфейса RS-232 на микросхеме ADM3101EACPZ.
- 6 Приемопередатчики для интерфейса СФТ на микросхеме SN65HVD234D.
- 7 Схема радиочастотной идентификации NTAG на микросхеме NT3H1x01.
- 8 Приемопередатчик для интерфейса RS-485 на микросхеме SN65HVD1781DR.

В рамках проекта была подробно описана роль каждого блока в устройстве.

					ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Котляк С.Е.				Лит.	Лист	Листов
Проверил	Новиков В.В.				Д	3	41
Н. Контр.	Смышляк В.Д.				ЮУрГУ Кафедра ИКТ		
Утв.	Даровских С.Н.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Анализ технического задания	10
2. Структурная схема устройства	13
3. Функциональная схема устройства	18
4. Описание блоков принципиальной схемы устройства.....	20
4.1 Микропроцессорное устройство(MCU).....	20
4.2 Схема управления сбросом процессора.....	22
4.3Модуль Bluetooth.....	23
4.4Блок USB	26
4.5Блок индикации	29
4.6Контактная площадка для подключения программатора	31
4.7Схема управления загрузчиком(Bootloader).....	32
4.8Приемопередатчики для интерфейса RS-232.....	33
4.9Приемопередатчик для интерфейса CAN.....	35
4.10Схема радиочастотной индикации NTAG.....	36
4.11Приемопередатчики для интерфейса RS-485.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	40
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	41

ВВЕДЕНИЕ

Перевозка скоропортящихся продуктов является одной из самых ответственных деятельностей в сфере грузоперевозок, и на сегодняшний день требования к перевозчикам стали жестче. Учитывая, что в прицепе стоимость перевозимого груза может достигать до нескольких миллионов, требования весьма справедливы.

Суть их заключается в постоянном контроле состояния рефрижераторной установки для своевременного принятия мер.

В данный момент, с помощью системы IQFreeze отслеживание режимов работы холодильной установки стало простым и информативным.

Контроллеры сбора параметров в изделиях производственного и культурно-бытового назначения позволяют улучшить технико-экономические показатели изделия (затраты на обслуживание, потребляемые ресурсы и т.д.), повысить качество выпускаемой продукции и проконтролировать правильность выполнения работы. Продукт приобретает принципиально новые потребительские качества (расширенные функциональные возможности, модифицируемость, адаптивность и т.д.).

iQFreeze — это специализированное устройство для получения данных о заданных и фактических условиях перевозки, параметрах работы и диагностических сообщениях рефрижератора, состоянии узлов и агрегатов установки, и передачи этой информации в систему спутникового мониторинга транспорта.

Транспортные средства, осуществляющие перевозку скоропортящихся пищевых продуктов, должны соответствовать требованиям международного соглашения СПС. По условиям соглашения транспортные средства должны быть оборудованы температурным регистратором — бортовым устройством, осуществляющим измерение, запись и хранение информации о температуре воздуха при перевозке скоропортящихся пищевых продуктов. Любая перевозимая

					ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

продукция должна обеспечиваться всеми надлежащими для хранения условиями. Если перевозятся продукты – должны поддерживаться определенные температурные рамки, чтобы их не испортить. При перевозке цветов нужно учитывать уже не только температуру, но и влажность воздуха внутри кузова рефрижератор. Когда транспортируются вакцины, то любое, даже самое малое отклонение по температуре, может испортить их – а это уже, в свою очередь, может привести к нанесению вреда людям, для которых предназначались эти лекарства и к огромным затратам на производство новой продукции.

Рефрижераторы потребляют много ресурсов на свою работу. В основном – дизельное топливо на поддержание нужной температуры внутри отсека хранения. Для снижения лишних расходов на разные погрешности в виде человеческого фактора (когда водители сливают часть оставшегося после поездки топлива) или неисправность какой-либо системы, был реализован контроллер сбора параметров рефрижератора, анализирующий собираемую статистику о состоянии системы и груза в течение поездки.

Выгоды от использования

Заказчик перевозки / страховщик перевозки:

- объективный непрерывный контроль состояния климатических параметров перевозки груза водителем, диспетчером, заказчиком перевозки;
- возможность оперативного реагирования на возникшие проблемы при перевозке, во избежание потерь груза и денег;
- ускорение приемки груза – не надо печатать отчет с регистратора.

Владелец транспорта:

- контроль режима работы установки, соответствие фактического режима работы и заданного;
- учет моточасов работы двигателя установки;
- информация о техническом состоянии рефрижераторной установки;

					<i>ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- соблюдение необходимого режима перевозки;
- оптимизация расхода топлива;
- предотвращение незапланированных простоев транспорта.

Водитель:

- отображение в удобном привычном виде состояния груза и установки для водителя;
- оповещения и предупреждения;
- удобство работы водителя;
- смартфон в кабине вместо осмотра полуприцепа.

Отличительные от других решений особенности:

– устройство осуществляет сбор, обработку и передачу информации о состоянии груза и рефрижератора в режиме реального времени, в отличие от устройств класса «температурный регистратор»;

– стоимость существенно ниже устройств класса «температурный регистратор», поскольку iQFreeze разработан и производится в России;

– iQFreeze получает информацию непосредственно от контроллера рефрижераторной установки, что обеспечивает полный набор контролируемых данных в отличие от решений с дополнительными датчиками.

Функционирование Изделия в режиме реального времени позволяет обеспечивать оперативное, а не отложенное, реагирование на нарушения условий перевозки.

Преимущества Изделия в сравнении с обычными Датчиками температуры, основные технические характеристики и обрабатываемые параметры рефрижераторной установки приведены в таблицах 1, 2 и 3 соответственно.

					<i>ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

Таблица 1 – Сравнение iQFreeze с другими решениями на базе датчиков температуры

iQFreeze	ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ
МЕТОД ПОДКЛЮЧЕНИЯ	
К контроллеру рефрижераторной установки без дополнительного оборудования	Требуется установка дополнительного оборудования, технологические отверстия, провода
ПАРАМЕТРЫ	
Температура окружающей среды	-
Температура внутри фургона/трейлера	Температура внутри фургона/трейлера
Заданная температура груза	-
Состояние дверей	При наличии дополнительного датчика
Режимы работы реф. установки	-
Моточасы и обороты двигателя	-
Диагностические данные установки	-
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ	
Диспетчеру системы мониторинга	Диспетчеру системы мониторинга
На мобильное приложение водителя	-

Таблица 2 – Основные технические характеристики iQFreeze

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Интерфейс связи с ПК	USB 2.0
Интерфейс RS485	1
Интерфейс RS232	2
Интерфейс CAN	1
Количество аналоговых входов	2
Количество дискретных входов	2
Количество выходов типа ОК	2
Модуль беспроводной связи	Bluetooth 2.0
Технология бесконтактной идентификации устройства	NFC
Напряжение электропитания, В	от 7,5 до 60
Максимальный потребляемый ток, мА	Не более 50
Рабочий температурный диапазон, °С	от -40 до +85
Средний срок службы, лет	8

Таблица 3 – Обрабатываемые параметры рефрижераторной установки

ПАРАМЕТРЫ РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК, ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ iQFreeze	
Температура окружающей среды	Градусы
Температура груза	Градусы
Заданная температура груза (setpoint)	Градусы
Состояние дверей фургона	Открыто / закрыто
Режим работы ХОУ	Cont / Cycle-Sentry / Defrost
Моточасы	час
Напряжение, ток аккумуляторной батареи ХОУ	В, А
Режим работы двигателя ХОУ	повышенные / пониженные обороты
Сообщения об ошибках/предупреждения (alarms)	Коды ошибок

1 Анализ технического задания

1.1 Требования к передаваемым данным по Bluetooth интерфейсу

Регистратор не оборудован GSM модулем, поэтому в Изделии должен использоваться Bluetooth для связи с водителем через мобильное приложение iQFreezeMobile, чтобы была возможность отслеживания климатических параметров и прошивки устройства без вмешательства в установочную конструкцию устройства внутри ХОУ.

Передача данных должна быть доступна только при вводе ключа авторизации. Должна быть возможность передачи информации о температуре без лишних данных о местоположении для меньшей нагрузки на систему. Возможность работы с мобильным устройством должна позволять работать только с одним пользователем.

1.2 Требования к программному обеспечению (ПО)

ПО должно выполнять функциональные требования к устройству, регистрировать параметры в любом режим энергопотребления, должна быть возможность ограничения регистрации параметров в конкретном режиме, позволять осуществлять конфигурацию устройства до и после монтажа, иметь возможность калибровать измерительную часть.

1.3 Требования к интерфейсам

Устройство должно иметь набор интерфейсов:

- RS-232 (2 шт.). Один для подключения к бортовому устройству системы мониторинга транспорта, второй может использоваться для передачи данных между рефрижераторной установкой и микропроцессорным устройством;
- RS-485 (1 шт.) и CAN (1 шт.). Могут использоваться для передачи данных между рефрижераторной установкой и микропроцессорным устройством, так же

					ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

как и RS-232. Выбор интерфейса для подключения зависит от конфигурации подключаемого устройства и набора его интерфейсов;

- USB 2.0. Интерфейс должен использоваться для программирования и конфигурирования Изделия;
- Bluetooth 2.1. Используется для подключения к смартфону и передачи данных в мобильное приложение iQFreeze;
- NFC. Через этот интерфейс осуществляется загрузка стартовой прошивки на устройство непосредственно перед выпуском с производства.

1.4 Допуски и ограничения

Для данного изделия не устанавливается обязательное следование директиве RoHS, ограничивающей содержание вредных веществ.

Изделие должно иметь сертификаты: ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств», Сертификат Средства измерения.

Изделие должно иметь декларацию о соответствии ГОСТ Р 56940-2016, устанавливающий технические и функциональные характеристики регистраторов температуры воздуха, предназначенных для оснащения средств, используемых для транспортирования, хранения и распределения охлажденной, замороженной пищевой продукции, продукции глубокой/быстрой заморозки и мороженого. Настоящий стандарт устанавливает методы контроля, используемые для определения соответствия регистраторов температуры (далее по тексту регистраторы) требованиям к эксплуатационным характеристикам и пригодности к применению. Положения настоящего стандарта относятся ко всему регистратору в целом, включая датчик(и) температуры. Датчик(и) температуры может (могут) быть интегрирован(ы) в регистратор или отделен от него.

					ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.5 Требования к конструкции изделия

Регистратор температуры выполнен в корпусе со степенью защиты IP 20, но должен быть установлен в корпус со степенью защиты IP 55 и более. Такую степень защиты может обеспечить только установка в герметичный блок внутри специально отведенного отсека рефрижератора.

Степень защиты оболочкой должна соответствовать IP 20 по ГОСТ 14254-2015.

1.6 Требования к эксплуатации изделия

Условия использования должно соответствовать различным диапазонам температур для исправной работы оборудования в большей части мест земного шара. Условия эксплуатации должны соответствовать ГОСТ 15150-60 – для эксплуатации в нерегулярно отапливаемых помещениях(пространствах).

					<i>ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>12</i>

2 Структурная схема устройства



Рисунок 1 – Структурная схема устройства

На рисунке 1 представлена структурная схема устройства, далее перейдем к рассмотрению компонентов схемы.

Рефрижераторная установка – это холодильно-отопительная установка (ХОУ), монтируемая на изотермический фургон объемом от 2 м³ до 120 м³ и служащая для поддержания внутри него температуры в интервале от минус 30°С до плюс 12°С. В данном проекте рассматривается рефрижератор с приводом от собственного дизельного двигателя (автономный ХОУ).



Рисунок 2 – Рефрижераторная установка

На рисунке 2 можно видеть внешний вид рефрижераторной установки.

Система мониторинга транспорта – система мониторинга подвижных объектов, построенная на основе систем спутниковой навигации, оборудования и технологий сотовой и/или радиосвязи, вычислительной техники и цифровых карт. Используется для решения задач транспортной логистики в системах управления перевозками и автоматизированных системах управления автопарком.

На рисунке 3 поедставлен принцип работы системы мониторинга транспорта.



Рисунок 3 – Схема работы системы мониторинга транспорта

Мобильное приложение iQFreezmobile – это специально разработанное приложение для мобильных устройств с операционной системой Android (на данный момент уже ведется работа над приложениями для других операционных систем, таких как iOS), предназначенное для оперативной установки обновлений без демонтажа устройства из блока рефрижератора и просмотра информации о собранных параметрах.

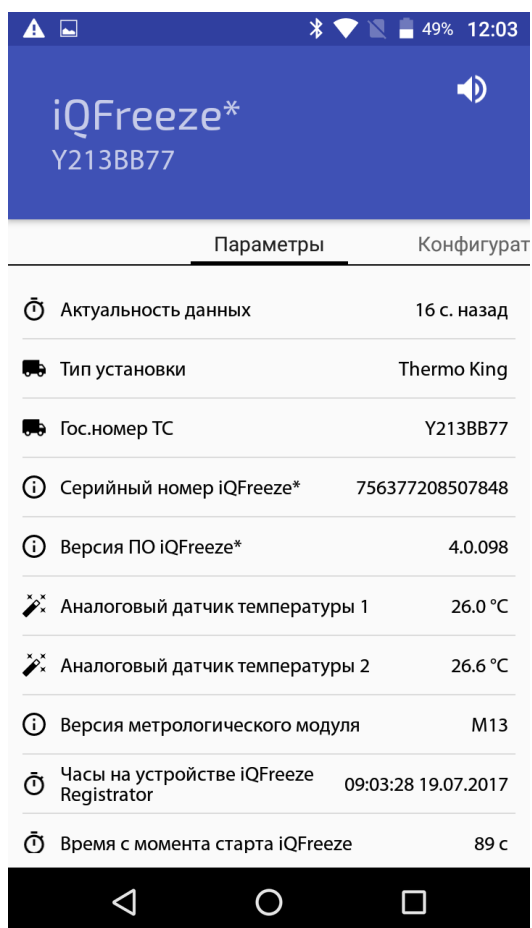


Рисунок 4 – Интерфейс мобильного приложения iQFreeze mobile

Если взглянуть на рисунок 4, то можно увидеть, что на смартфон приходит вся информация с Изделия, такая как:

- актуальность данных;
- температура с датчиков 1 и 2 (до 6 штук);
- время на устройстве, чтобы данные были всегда актуальными и время из записей было сопоставимо с действительным временем;
- версия прошивки;
- время с момента старта устройства.

iQFreeze – поверенный температурный регистратор для скрытого монтажа, позволяющий осуществлять непрерывный контроль функционирования рефрижераторной установки и условий перевозки режимного груза, контролировать режим работы и состояние ХОУ, транслировать эти данные в систему мониторинга транспорта.

Контроль рефперевозок



Рисунок 5 – Схема работы системы iQFreeze

На рисунке 5 показан принцип работы всей системы в целом.

На основании взаимодействия системы, перейдем к рассмотрению функциональной схемы изделия отдельно.

3 Функциональная схема устройства

Функциональная схема работы регистратора температуры показана на рисунке 6.

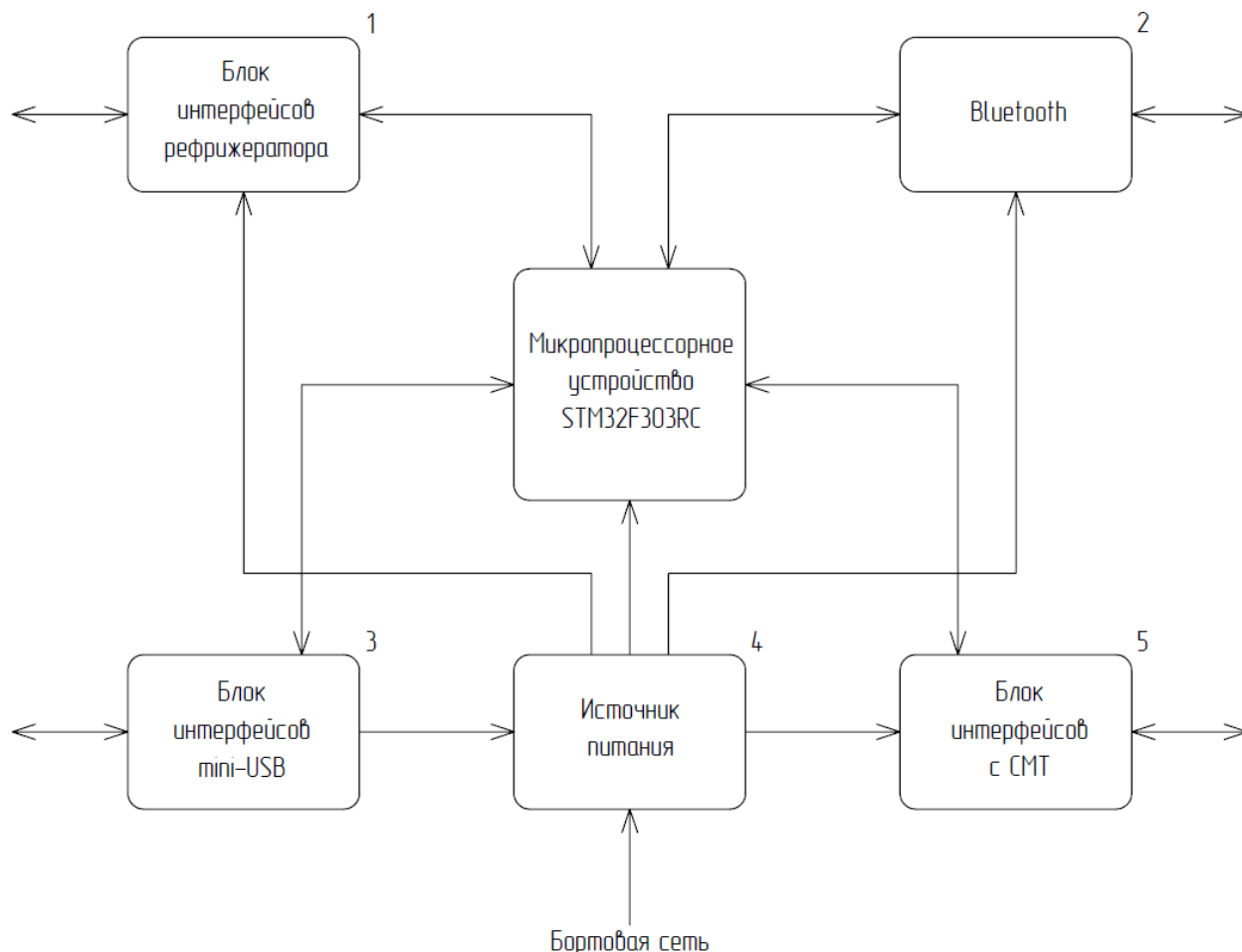


Рисунок 6 – Функциональная схема работы регистратора температуры

iQFreeze подключается к контроллеру рефрижераторной установки штатным способом и получает данные непосредственно от блока управления установкой, без использования дополнительных датчиков/сенсоров. Обработанная информация передаётся в бортовое устройство системы мониторинга транспорта.

Рекомендуется к применению на транспорте, оснащенный автономными ХОУ, совместно с системой спутникового мониторинга транспорта заказчика.

2.1 Передача данных между контроллером рефрижераторной установки и микропроцессорным устройством осуществляется через блок интерфейсов рефрижератора и обеспечивается стандартом RS-232, т.к. во всех рефрижераторах используется именно этот интерфейс, известный своей простотой программирования и неприхотливостью в эксплуатации.

2.2 Связь с мобильным устройством осуществляется посредством Bluetooth для оперативной прошивки без вмешательства в установочную конструкцию и просмотра состояния устройства.

2.3 Для настройки параметров и обновления прошивки устройство подключается в компьютеру посредством последовательного интерфейса USB 2.0.

2.4 Согласно требованиям ГОСТ, Источник питания получает напряжение от бортовой сети 14В, генерируемое двигателем внутреннего сгорания установки. С Источника питания напряжением в 3.3В питается микропроцессорное устройство.

2.5 iQFreeze подключается к бортовому устройству системы мониторинга транспорта по одному из трех интерфейсов: Шина CAN / Интерфейс RS-232 / Интерфейс RS-485.

Исходя из взаимодействия системы, перейдем к подробному рассмотрению принципиальной схемы устройства.

					<i>ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>19</i>

4 Описание блоков принципиальной схемы устройства

4.1 Микропроцессорное устройство (MCU)

Для решения поставленной задачи, прежде всего, необходимо выбрать микроконтроллер. Для выбора микроконтроллера необходимо чтобы он обладал следующими техническими характеристиками:

- наличие достаточного количества портов ввода-вывода;
- наличие достаточного количества Flash-памяти;
- поддержка нужных интерфейсов RS-485 / RS-232 / CAN;
- наличие достаточного количества оперативной памяти RAM;
- архитектура устройства Cortex-M4 с модулем операций FPU.

Для выбора микроконтроллера к сравнению были представлены следующие устройства от разных производителей:

- LPC4072FET80 от компании NXP;
- ATSAM4LC2BA-MU от компании Microchip;
- ATSAM4S4AA-MU от компании Atmel;
- STM32F303RC от компании ST Microelectronics.

На основании вышеперечисленных требований, микроконтроллер от компании ST Microelectronics является наиболее удовлетворяющим все требования вариантом и наиболее выгоден в экономическом плане, относительно своих конкурентов.

					<i>ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>20</i>

Микроконтроллер STM32F303RC компании ST Microelectronics удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, и подходит для реализации поставленной задачи. Он является аналогом микроконтроллеров на архитектуре Cortex-M3, с которой он совместим программно и аппаратно, но имеет более развитую структуру, включающую модуль операций с плавающей запятой, позволяющий производить более быструю обработку математических операций.

Схема включения MCU показана на рисунке 7.

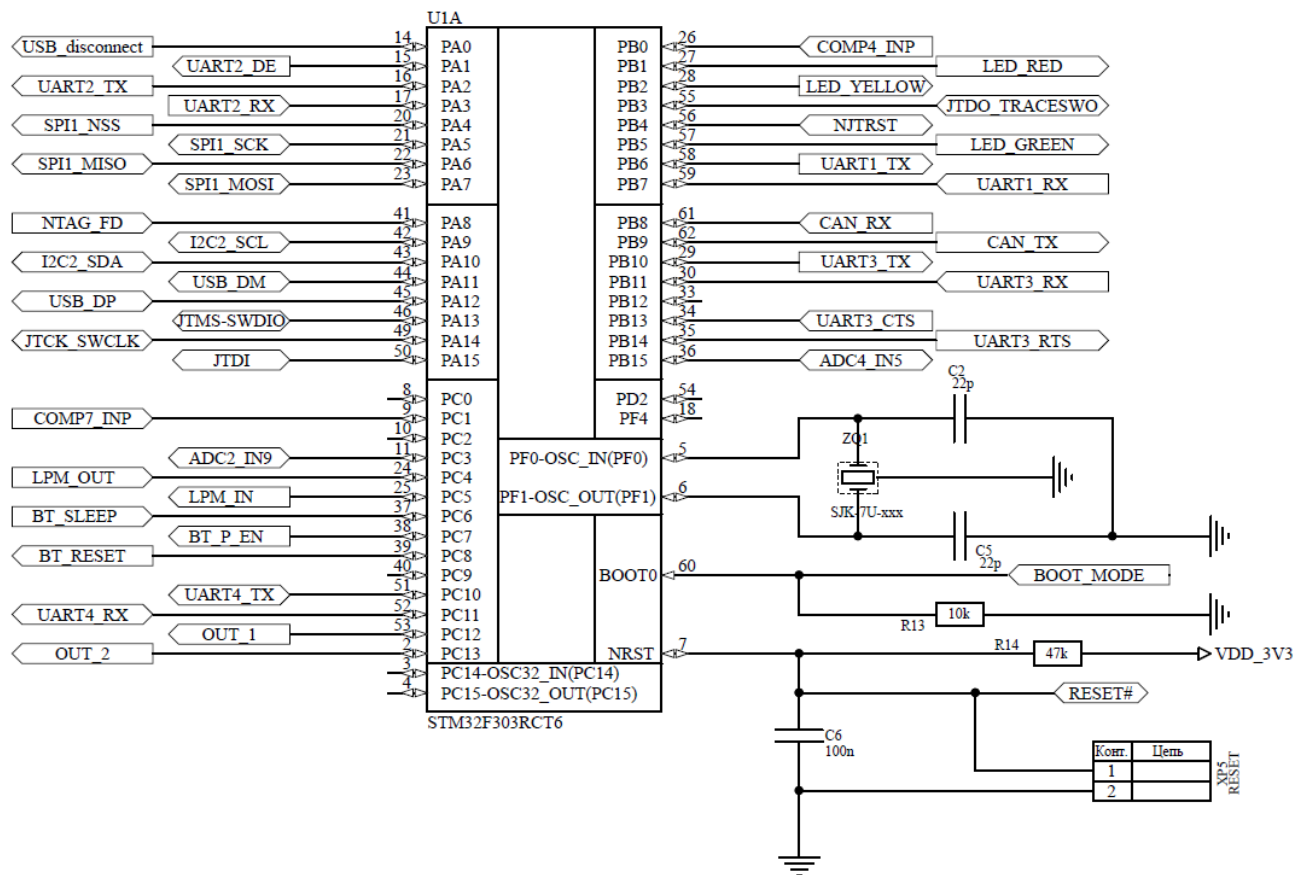


Рисунок 7 – Принципиальная схема микропроцессорного устройства

STM32F303RCT6 – это 32-разрядный микроконтроллер STM32 серии F3, который включает в себя высокопроизводительное ядро ARCCortex-M4 RISC, работающее на частоте до 72 МГц, и внедрение модулей с плавающей точкой (FPU), высокоскоростных встроенных модулей памяти (флэш-память до 256кБ и 48кБ SRAM), а также расширенный диапазон усовершенствованных

входов / выходов и периферийных устройств, подключенных к двум шинам APB. Устройство оснащено быстрыми 12-разрядными АЦП, семью компараторами, четырьмя операционными усилителями, двумя каналами ЦАП, пятью 16-разрядными таймерами общего назначения, одним 32-разрядным таймером общего назначения, а также стандартными и расширенными коммуникационными интерфейсами - двумя I²C , три SPI, два I²S, три USART, два UART, CAN и устройство USBFS[1].

Данный контроллер реализован в виде одноплатного модуля, имеющего в своем составе не только буферные элементы, но и внешнее ОЗУ, в которое производится загрузка программы с персонального компьютера.

Схема микроконтроллера реализована согласно рекомендации производителя этого компонента.

4.2 Схема управления сбросом процессора

Для мониторинга за состоянием источника питания в микроконтроллере и цифровых системах используется микропроцессор LM809. Он обеспечивает стабильность работы во время включения питания, отключения питания и скачков напряжения. Функция LM809 заключается в мониторинге питания VCC и управлением сигналом спроса МЦУ каждый раз, когда это напряжение ниже заводского запрограммированного порога сброса [2].

					<i>ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Схема управления сбросом процессора приведена на рисунке 8.

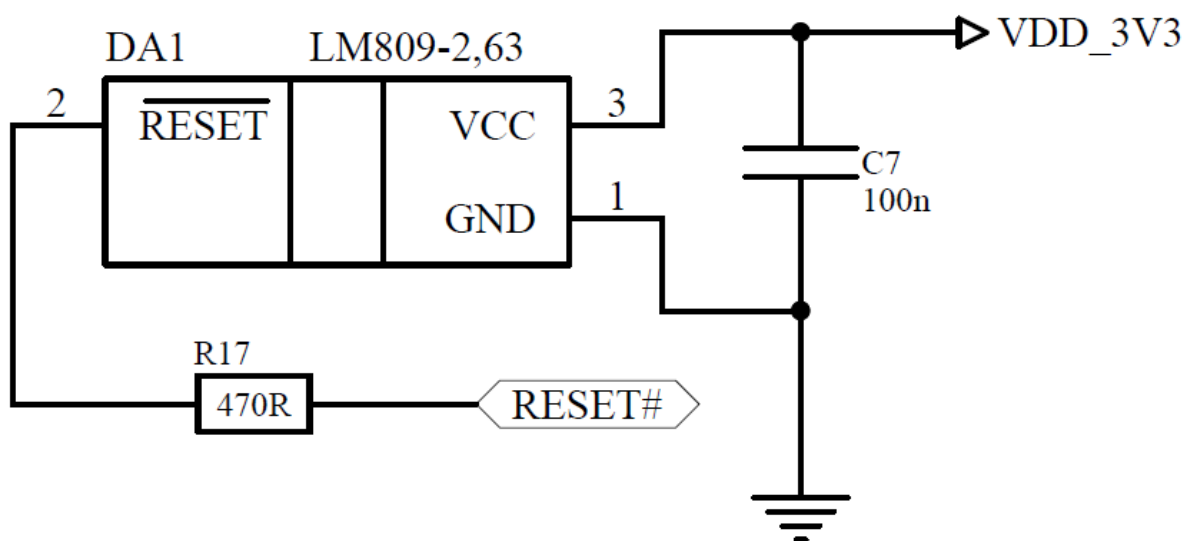


Рисунок 8 - Схема управления сбросом процессора

В этом элементе для настройки доступны шесть стандартных вариантов напряжения сброса, подходящих для контроля напряжения питания: 5В, 3.3В, 3В. Имея низкий ток питания, LM809 идеально подходит для использования в переносном оборудовании.

Модуль выполнен в корпусе с тремя выводами.

4.3 Модуль Bluetooth

Важнейшим требованием к модулю Bluetooth в проекте была поддержка SPP(SerialPortProfile) – профиля последовательного порта, позволяющего организовать "прозрачный" беспроводной канал между двумя устройствами, которые ранее были связаны проводным последовательным интерфейсом.

Встраиваемый Bluetooth-модуль с SPP осуществляет преобразование потока данных, поступающих по проводному асинхронному последовательному каналу.

Профиль последовательного порта включает в себя такие профили, как профиль удаленного доступа, fax-профиль, профиль гарнитуры, профиль доступа к локальной сети и др.

Профиль имеет зависимости от профиля, в котором он содержится - прямо и косвенно; он зависит от другого профиля, если он повторно использует части этого профиля, неявно или явно ссылаясь на него.

На рисунке 9 показана структура профиля доступа SPP в Bluetooth.

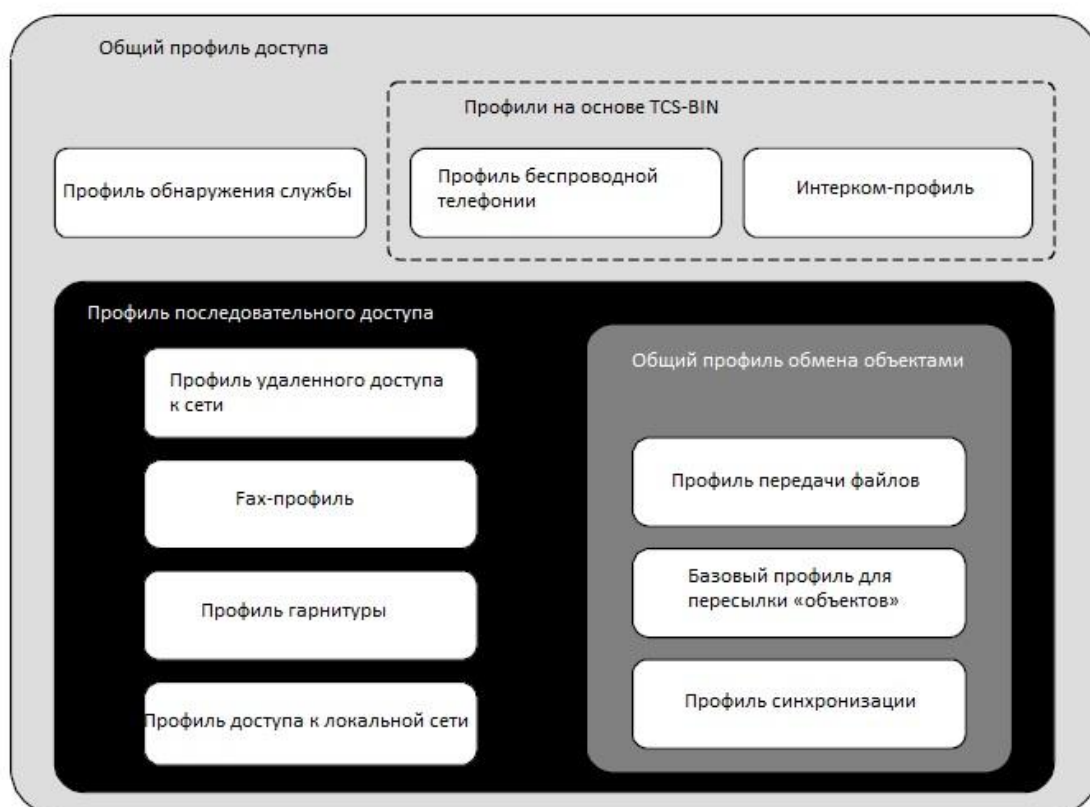


Рисунок 9 - Структура и зависимости профиля доступа SPP

В качестве модуля Bluetooth с поддержкой этого профиля был выбран PAN1322 компании PANASONICELECTRONICCOMPONENTS.

Подробная схема этого модуля представлена на рисунке 10.

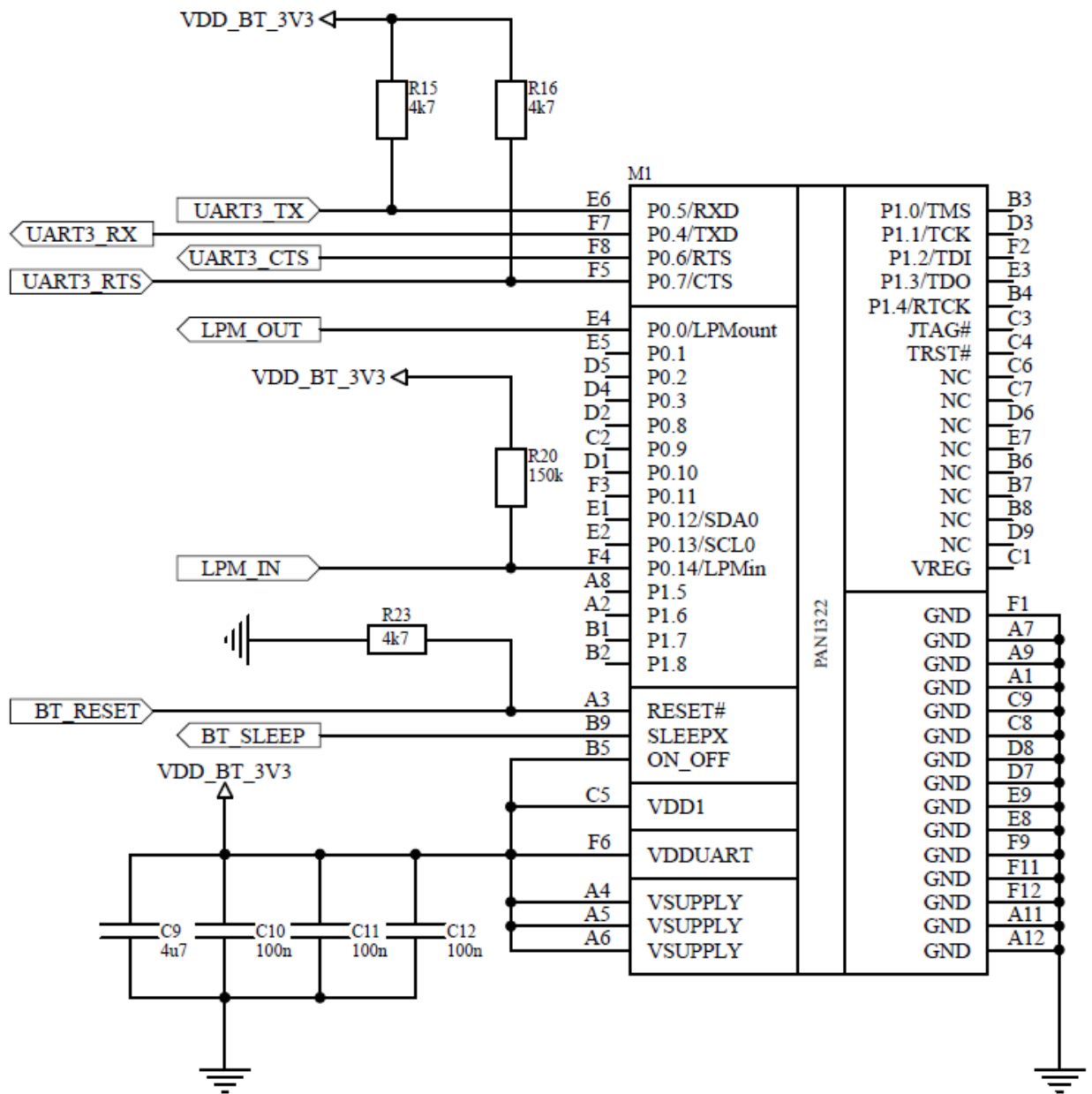


Рисунок 10 - Принципиальная схема модуля Bluetooth

PAN1322 – модуль Bluetooth 2.1 + EDR со встроенной антенной для промышленных приложений, не требующий никаких внешних компонентов, созданный на базе радиотрансивера IntelBluetoothPMB8754 [3].

Особенности PAN1322:

- интегрированная чип-антенна;
- интерфейс Bluetooth вер. 2.1 + EDR;
- SPP Device A и B, RFCOMM-профили;
- промышленный температурный диапазон от минус 40°C до плюс 85°C;
- не требует внешних компонентов;
- встроенный DC/DC преобразователь, $V_{IN}=2,7..3,6V$;
- процессор ARM7RDMI 32-Bit с w/PatchableEEPROM-памятью;
- подключение по 3.25 Mbaud UART;
- выводы GPIO w/Interrupt и Wake-Up.

4.4 Блок USB

На печатной плате располагается разъем USB-mini, использующийся для подключения устройства к ПК и программирования/конфигурации Изделия.

Схема включения блока USB в устройство показана на рисунке 11.

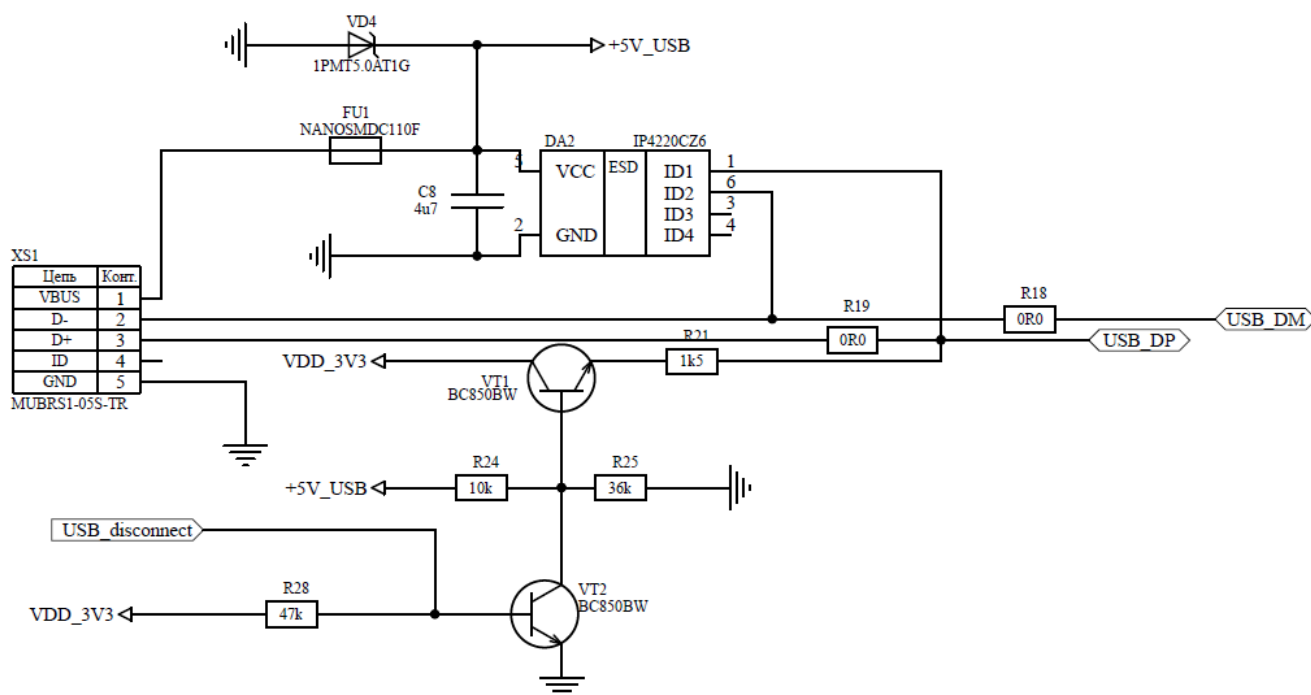


Рисунок 11 - Схема блока USB

В качестве разъема использовался MUBRS1-05S-TR фирмы Amtek Semiconductors, отвечающий требуемым характеристикам [4]:

- обработка контактов золотом для большей долговечности разъема;
- тип монтажа – на печатную плату;
- пятиконтактное подключение;
- относительно небольшая стоимость компонента.

На рисунке 12 можно видеть реальный макет разъема USB-mini.

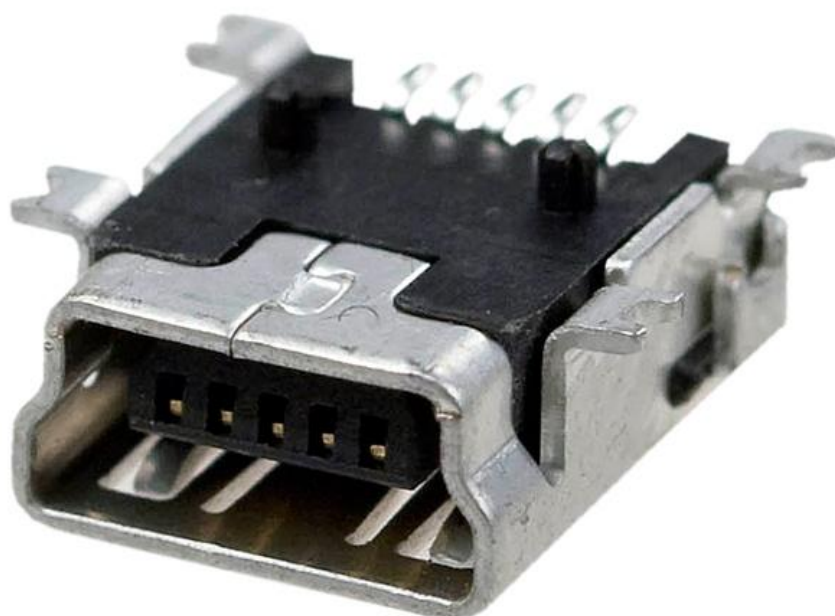


Рисунок 12 – Разъем MUBRS1-05S-TR USB-mini

Одним из направлений совершенствования интерфейса USB является повышение скорости передачи данных. В частности в стандарте USB 2.0 максимальная скорость передачи данных возросла до 480 Мбит/с. Повышение частоты при передаче данных не только повышает пропускную способность канала, но и повышает надежность соединения и улучшает такие показатели, как помехоустойчивость и ошибкоустойчивость. Однако при повышении скорости передачи данных размах сигналов на информационных линиях значительно уменьшается. Чем выше частота, тем меньше амплитуда сигнала. Таким образом, современные высокочастотные интерфейсы используют слаботочную, но более

чувствительную аппаратуру, для которой такие негативные факторы, как превышение напряжения и увеличение тока, могут иметь катастрофические последствия. Кроме того, последствия перенапряжений и токовых бросков могут воздействовать «скрытно», т.е. проявляться в виде неустойчивой связи, срывов при передаче данных, «зависаний» и т.п.

Основным источником выбросов тока и напряжения являются, конечно же, процессы подключения и отключения устройств. Но не стоит забывать и такое явление, как накопление на устройстве, или на человеке, производящем подключение устройства, статического электричества, воздействие которого на электронные компоненты может быть просто ужасающим.

В результате всего вышеизложенного, можно сделать вывод о необходимости организации в USB-устройствах защиты от двух типов событий:

- защиты от перенапряжений;
- защиты от превышения токов.

Причинами, по которым USB-устройство должно оснащаться защитой от перенапряжений могут являться следующие соображения:

– общим источником большинства случаев перенапряжения является электростатический разряд (ESD). Производители современных микросхем, предусматривая возможность воздействия ESD на чип, обеспечивают свою продукцию встроенной защитой. Большинство современных чипов имеет встроенную защиту от ESD, величиной до 2000В;

– человек достаточно легко может накопить на себе электростатический потенциал, величиной до 15 кВ. Естественно, что при подключении USB-устройства, этим высоковольтным разрядом может быть поврежден USB-порт. Причем встроенная ESD-защита чипа не сможет предотвратить разрушения микросхемы.

Для защиты линий ввода-вывода, чувствительных к емкостным нагрузкам, к которым относится USB 2.0 от повреждений из-за электростатического разряда ESD (electrostatic discharge), в модуле USB используется комбинированный супрессор диодного типа IP4220CZ6.

4.5 Блок индикации

Присутствует блок светодиодной индикации, оповещающий пользователя о состоянии устройства. Имеет несколько режимов работы, реагирующих на протекающие в устройстве процессы.

Схема включения блока светодиодной индикации показана на рисунке 13.

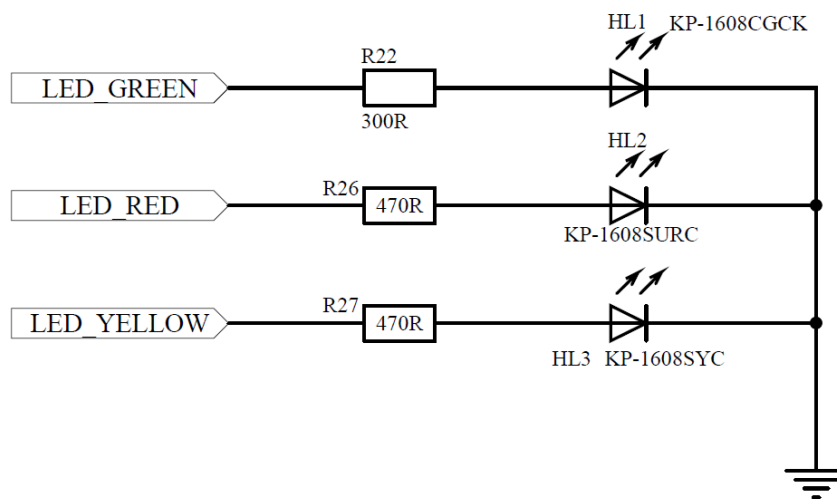


Рисунок 13 - Блок светодиодной индикации

Внешний вид и расположение светодиодов показано на рисунке 14.



Рисунок 14 - Расположение светодиодов
на панели индикации iQFreeze

В качестве примера риведены несколько примеров из широкого перечня режимов работы блока индикации:

- зеленый светодиодный индикатор переходит в положение логической единицы, когда устройство включается и в «0», когда выключается.
- при работе через Bluetooth, желтый индикатор меняет свою работу на пульсацию, что сообщает работе этого интерфейса.
- пульсация красного светодиода сообщает пользователю о наличии какой-либо ошибки в работе рефрижератора.
- остальные режимы работы.

4.6 Контактная площадка для подключения программатора

Для подключения программатора к устройству, используется 10-контактный штыревой соединитель PLS-10. Программатор подключается для загрузки программного кода (прошивки) во внутреннюю flash-память устройства, через режим загрузчика, в который заранее переводится регистратор.

Схема подключения разъема контактной площадки приведена на рисунке 15.

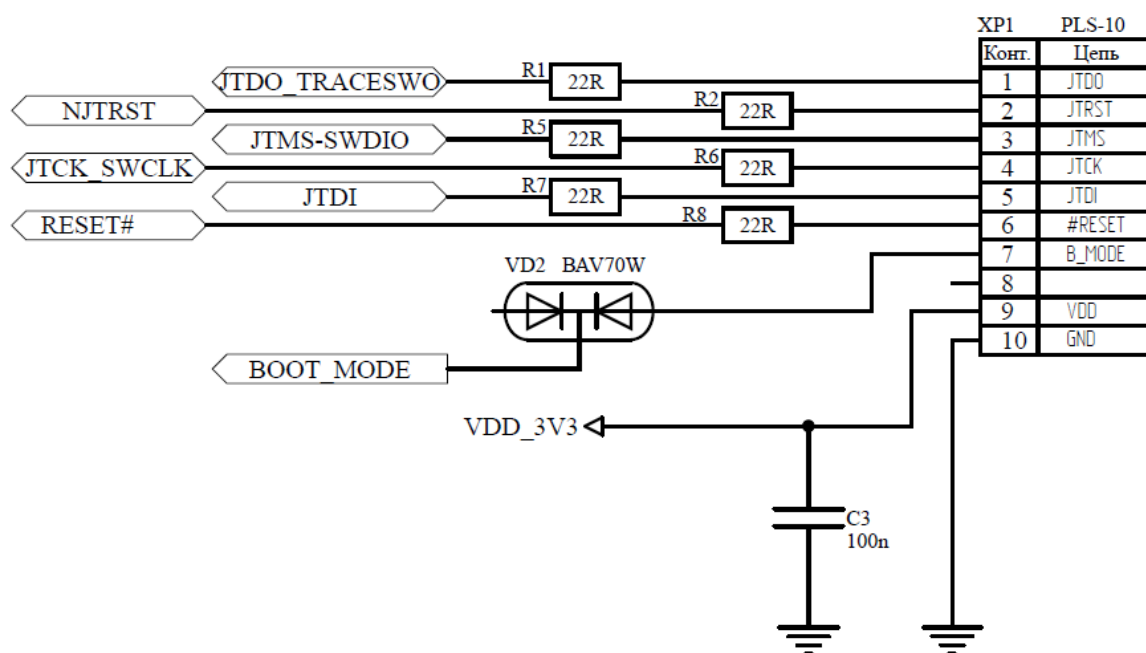


Рисунок 15 - Контактная площадка PLS-10 для подключения программатора

Внешний вид используемой в устройстве контактной площадки показан на рисунке 16.

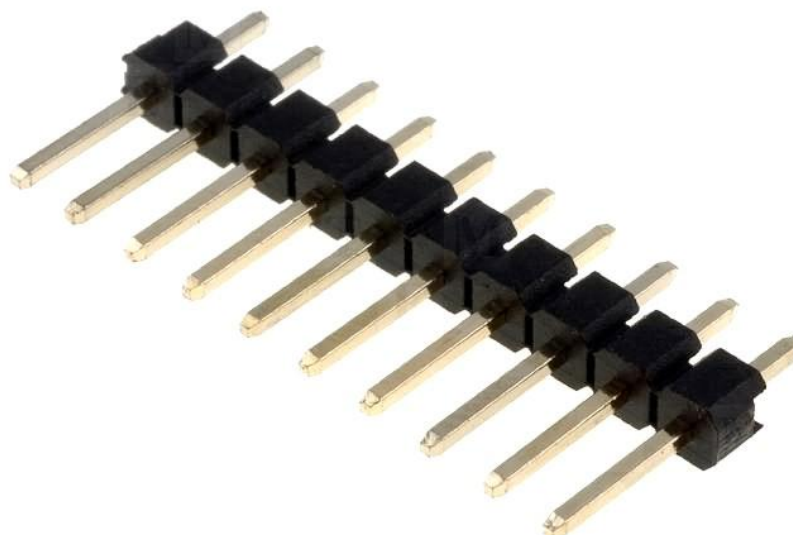


Рисунок 16 – Внешний вид контактной площадки PLS-10

4.7 Схема управления загрузчиком (Bootloader)

Имеется возможность вводить устройство в режим загрузчика (bootloader), используемый для управления прошивкой. Загрузчик является частью операционной системы устройства, которая обеспечивает загрузку системы непосредственно после включения компьютера и переводит системную программу, предназначенную для записи(загрузки) в оперативную память, если этот режим используется для прошивки. Кроме того, загрузчик осуществляет сборку исполняемой программы из нескольких отдельно приготовленных частей и производит необходимое согласование адресов, относящихся к разным частям.

Схема включения представлена на рисунке 17.

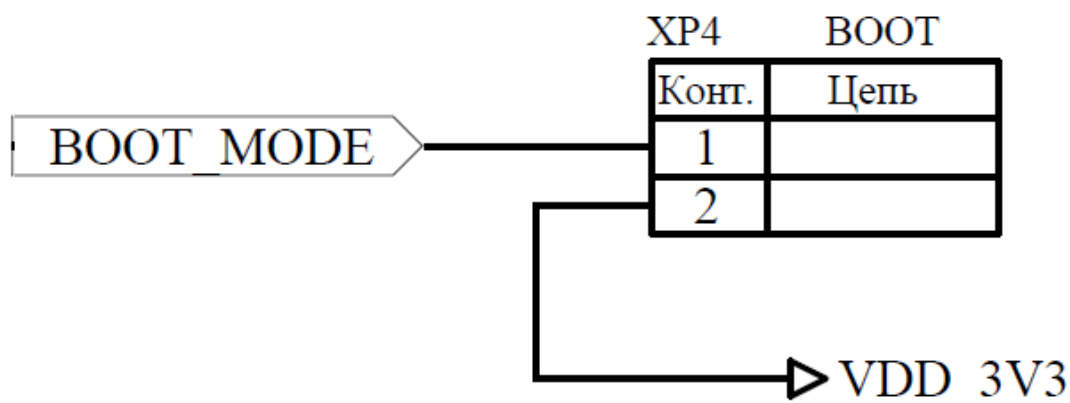


Рисунок 17 - Схема управления загрузчиком

4.8 Приемопередатчики для интерфейса RS-232

В проекте присутствуют два одноканальных линейных драйвера/приемника для интерфейса RS-232, которые реализованы на базе ADM3101EACPZ фирмы AnalogDevices, работающих от одного источника питания 3.3В.

Низкое энергопотребление делает ADM3101EACPZ идеальным для портативных приборов. Он работает со скоростью передачи данных до 460 Кбит / с. Все входы и выходы RS-232 и защищены от электростатических разрядов. Из-за $\pm 15\text{kVESD}$ -защиты штырей ввода / вывода, это устройство идеально подходит для работы в условиях жесткой окружающей среды или где кабели RS-232 часто подключаются и отсоединяются. Управление также контролируются в очень строгих пределах. CMOS technology используется, чтобы поддерживать рассеивание мощности до абсолютного максимума, позволяя максимально использовать время автономной работы. Четыре внешних конденсатора по 100 нФ используются для поддержания напряжения, позволяющего работать от одного источника питания 3,3 В [5].

Принципиальная схема включения устройства показана на рисунке 18.

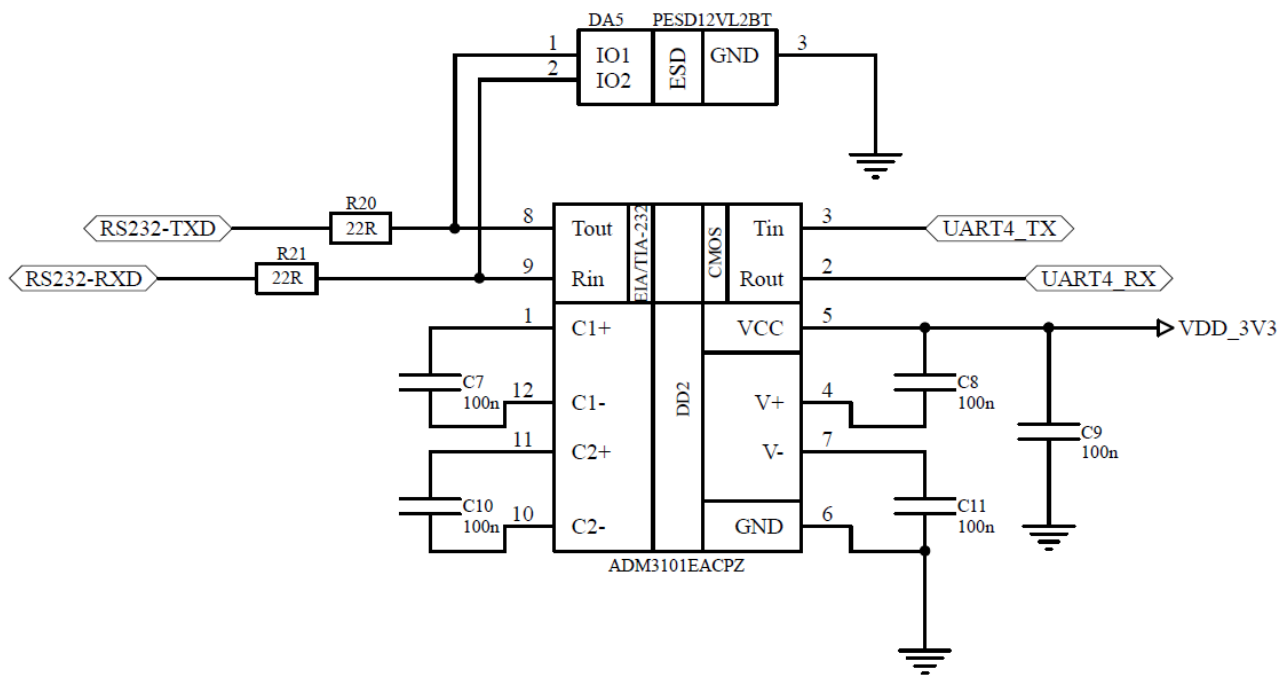


Рисунок 18 –Схема включения интерфейсаRS-232

Подключение через этот интерфейс обеспечивается 4 и 6-контактными разъемами MF-06MRA и MF-04MRA.

Схема подключения интерфейса к разъему приведена на рисунке 19.

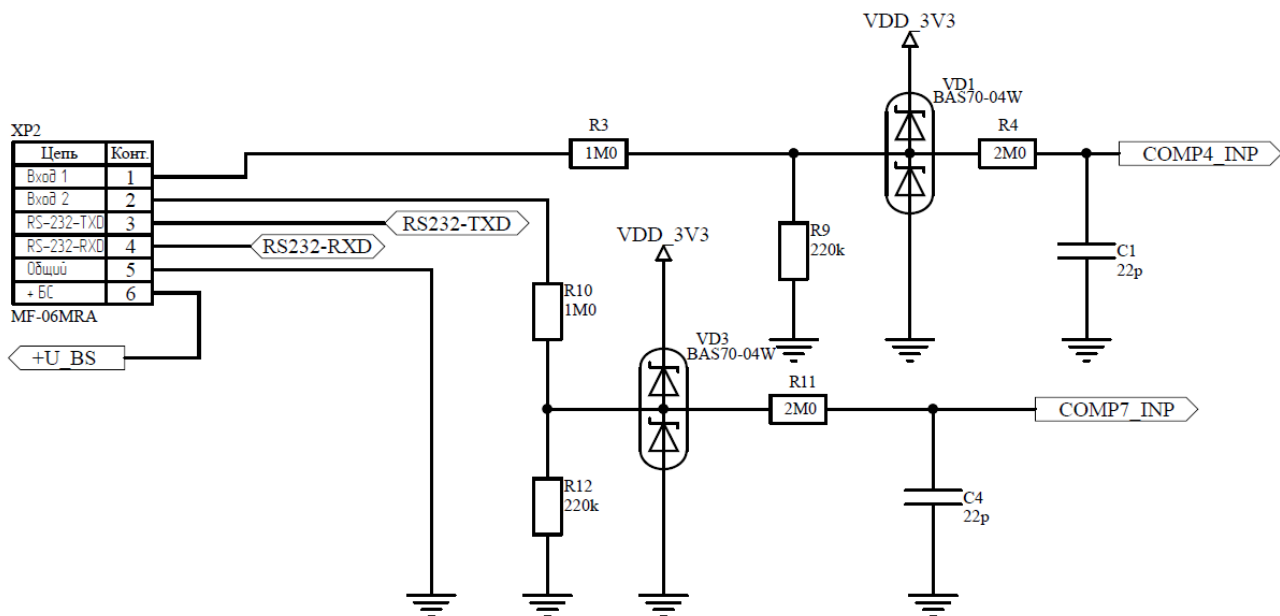


Рисунок 19 - Схема подключения к интерфейсу посредством 6-контактного разъема MF-06MRA

Внешний вид используемых в устройстве контактных разъемов показан на рисунке 20.

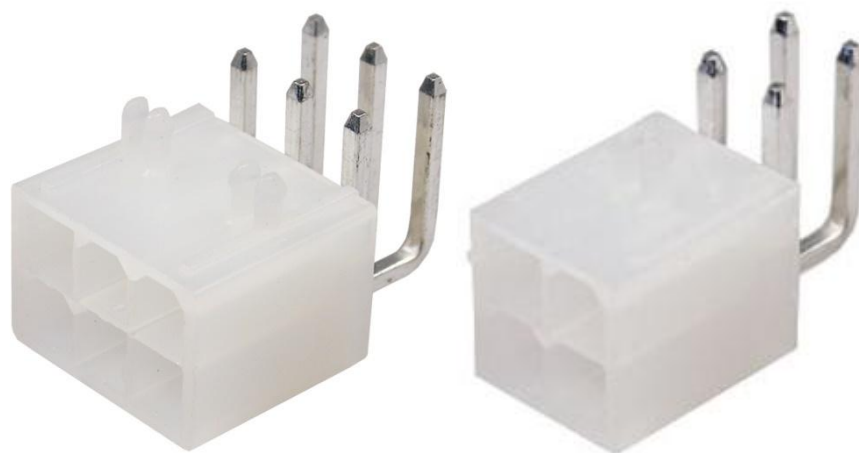


Рисунок 20 – 4 и 6-контактные разъемы MF-06MRA и MF-04MRA

Как MF-06MRA, так и MF-04MRA могут использоваться для передачи данных между рефрижератором и микропроцессорным устройством или для подключения к бортовому устройству системы мониторинга транспорта, в зависимости от конфигурации подключаемого устройства.

4.9 Приемопередатчики для интерфейса CAN

В проекте используется CAN (ControllerAreaNetwork) трансивер SN65HVD234D с режимом сверхнизкого тока в 8-контактном корпусе SOIC. Этот CAN-трансивер используется в приложениях, использующих физический уровень последовательной связи CAN в соответствии со стандартом ISO 11898-2. SN65HVD234D обеспечивает возможность передачи и приема между дифференциальной шиной CAN и CAN-контроллером со скоростью передачи сообщений до 1 Мбит/с. SN65HVD234D имеет защиту от перенапряжения до ± 36 В, защиту от потери заземления, защиту от перегрева (тепловое отключение) и защиту от переходных процессов в обычном режиме ± 100 В. Устройство работает в широком диапазоне от минус 7 до 12 В. SN65HVD234D переходит в

режим ожидания с низким током, в течение которого драйвер выключается, и приемник остается активным, если к штырю RS подается логическая единица. Это устройство переходит в режим сверхнизкого тока, в котором обе цепи драйвера и приемника деактивируются, если к штырю EN подается логический ноль [6].

На рисунке 21 показан схема включения интерфейса CAN.

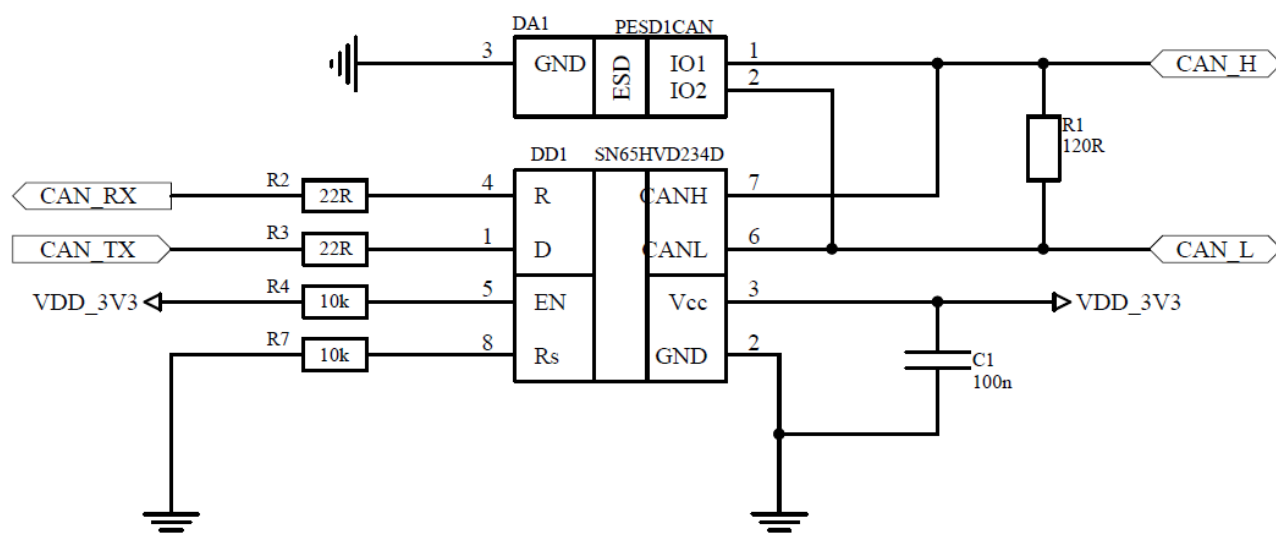


Рисунок 21 – Схема включения интерфейса CAN

Интерфейс CAN может быть использован для подключения к бортовому устройству системы мониторинга транспорта.

4.10 Схема радиочастотной идентификации NTAG

В устройстве реализована интегральная схема радиочастотной идентификации NTAG компании NXP, поддерживающая как беспроводной, так и проводной интерфейсы связи.

Помимо пассивного беспроводного интерфейса стандарта NFC (Near Field Communication), NT3N1x01 оснащён проводным последовательным интерфейсом I2C, который может поддерживать связь с микроконтроллером, если устройство работает от внешнего источника питания. Также при внешнем питании, внутренняя SRAM память может использоваться для быстрого обмена данными между проводным и беспроводным интерфейсами, без участия ограниченной по

циклом записи EEPROM памяти. Радиочастотная метка NTAG I2C имеет конфигурируемый вывод сигнала обнаружения электромагнитного поля для обращения к внешнему устройству в зависимости от обнаруженной активности. Помимо этого, NT3N1x01 может служить источником питания для внешних маломощных устройств (например, малопотребляющий микроконтроллер) благодаря встроенной схеме сбора и накопления энергии.

Радиочастотный интерфейс соответствует стандарту NFC Forum Type 2 с рабочей частотой 13.56 МГц. Включает в себя схему подавления помех, имеет скорость передачи данных 106 кбит/с и дальность действия до 100мм.

Технология NFC— это простое расширение стандарта бесконтактных карт (ISO 14443), которое объединяет интерфейс смарт-карты и считывателя в единое устройство. Устройство NFC может поддерживать связь и с существующими смарт-картами, и со считывателями стандарта ISO 14443, и с другими устройствами NFC и, таким образом, — совместимо с существующей инфраструктурой бесконтактных карт, широко используемых в обществе. В этом устройстве использование NFC нацелено прежде всего на быструю конфигурацию настроек изделия без использования проводного подключения (метка подносится к устройству и на нем устанавливаются заранее сконфигурированные в метке параметры) и считывание параметров.

В этом блоке реализована последовательная асимметричная шина для связи между интегральными схемами внутри электронных приборов – I2C. Использует две двунаправленные линии связи (SDA и SCL), применяется для соединения низкоскоростных периферийных компонентов с процессорами и микроконтроллерами [7].

Схема включения NTAG в устройство показана на рисунке 22.

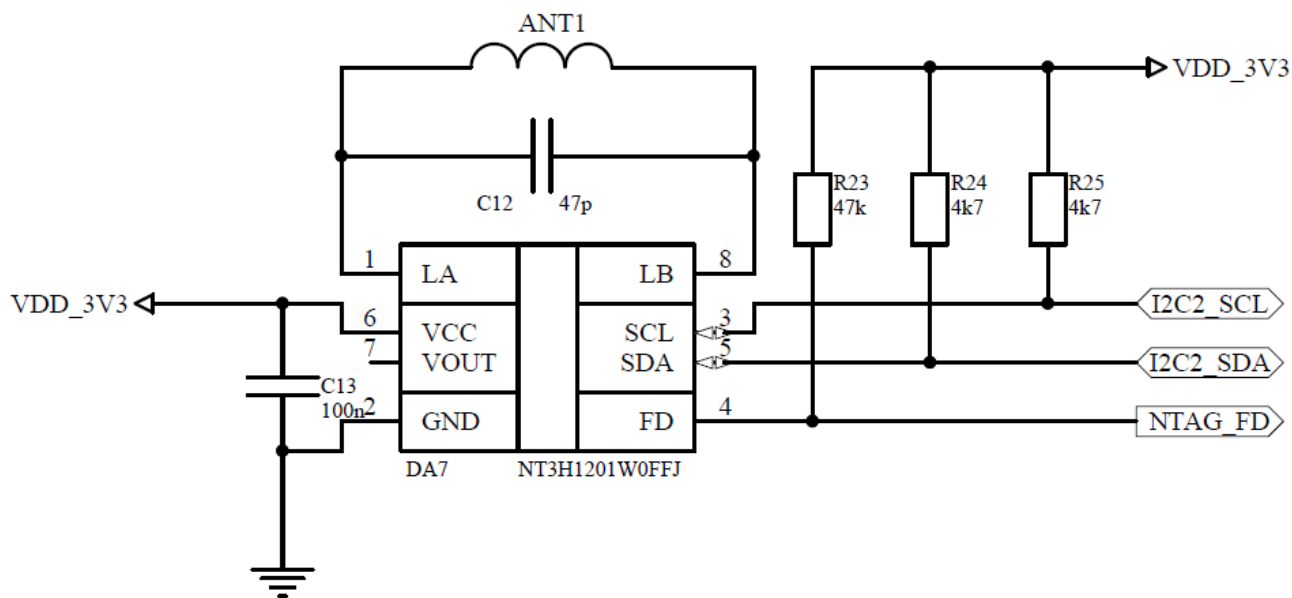


Рисунок 22 –Схема включения NTAGв устройство

4.11 Приемопередатчик для интерфейса RS-485

В проекте присутствует одноканальный линейный приемопередатчик для интерфейса RS-485, который реализован на базе SN65HVD1781DR фирмы TexasInstruments, работающий от одного источника питания 5 или 3.3В. Благодаря низкому энергопотреблению, SN65HVD1781DR является идеальным выбором для портативных приборов.

SN65HVD1781DR предназначен для предотвращения поломок в случае ошибок перенапряжения, таких как скачки по напряжению, ошибки при неправильном подключении, неисправности разъема, неправильное использование инструментов при монтаже/демонтаже и т.д. Сочетает в себе дифференциальный драйвер и дифференциальный приемник, которые работают от одного источника питания. Он работает со скоростью передачи данных до 1 Мбит / с. Все входы и выходы RS-485 также надежно защищены от электростатического разряда ESD.

Интерфейс RS-485, так же как RS-232 и CAN может использоваться в устройстве для обмена данными с системой мониторинга транспорта. Подключение осуществляется через внешний разъем, смонтированный на

печатной плате устройства, реализованный на базе 8-контактного соединителя MF-08MRA.

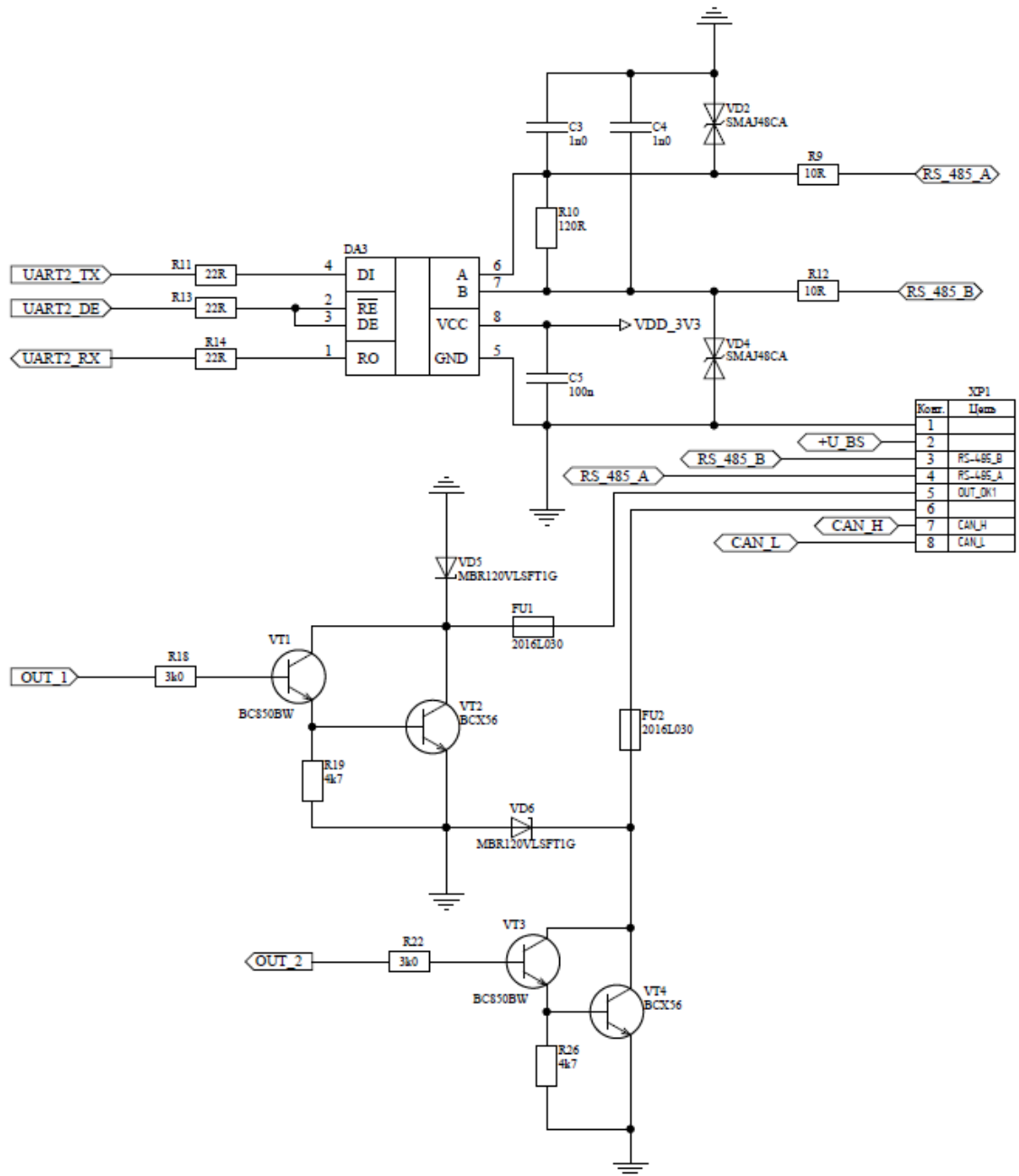


Рисунок 23 –Схема включения интерфейса RS-485

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускного квалификационного проекта было описано экономическое обоснование надобности самого проекта.

Согласно техническому заданию, ГОСТу Р 56940-2016 был разработан Регистратор температуры и для контроля данных с этого устройства и рефрижераторной системы в целом был создан Контроллер параметров работы рефрижератора, схемы которого приведены в содержании пояснительной записки.

При выборе компонентов устройства были рассмотрены требования к каждому из них и сделан оптимальный выбор на основе мнения программистов, ведущих инженеров проекта и экономической целесообразности использования каждого из модулей.

При описании элементов контроллера была рассмотрена работа всех используемых микросхем, их взаимодействие с другими микросхемами, назначение элементов, а также общая целесообразность применения каждого блока в контроллере параметров работы рефрижератора.

					<i>ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>40</i>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническая документация на микропроцессорное устройство STM32F303RC. – <http://www.st.com/en/microcontrollers/stm32f303rc.html>.
2. Техническая документация на микропроцессор сброса LM809. – <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm809.pdf>.
3. Техническая документация на модуль Bluetooth PAN1322. – https://www.mouser.com/pdfdocs/Panasonic_PAN1322_Brochure.pdf.
4. Техническая документация на блок USBMUBRS1-05S-TR. – <http://files.rct.ru/pdf/connectors/mubrs1-05s-tr.pdf>.
5. Техническая документация на драйвер для интерфейса RS-232 ADM3101EACPZ. – <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/161769/AD/ADM3101EACPZ.html>.
6. Техническая документация на CANтрансивер SN65HVD234D. – <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/185374/TI/SN65HVD234D.html>.
7. Техническая документация на радиочастотную NFCметку NT3H1x01. – <http://www.ebvnews.ru/technical/nxp/5620.html>.

					ЮУрГУ – Д.11.03.02.2018.200.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41