

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Схемотехника

К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ

_____ И. Л. Селезнёв

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту
на тему

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО ОХРАНЫ АВТОПОЕЗДА

БГУИР КП 1-40 02 01 018 ПЗ

Студент

П. В. Талалуев

Руководитель

И. Л. Селезнёв

МИНСК 2023

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

УТВЕРЖДАЮ
Заведующей кафедрой ЭВМ

(подпись)

«_____» _____ 2023 г.

З А Д А Н И Е
по курсовому проектированию

Студенту Талалуеву Павлу Валерьевичу
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта Микропроцессорное устройство охраны автопоезда

2. Срок сдачи студента законченного проекта с 13.10.2023 по 22.11.2023

3. Исходные данные к проекту:
 1. Микроконтроллер общего назначения: 8 и более программируемых входов/выходов, интерфейсы: I2C, UART, SPI, 1-Wire

 2. Источник питания – напряжение 12 В, максимальный выходной ток не менее 1 А.

 3. Сенсор открытия дверей/концевой выключатель – номинальное напряжение 12 В, количество циклов срабатывания 1000000 раз.

 4. Модуль питания, 3-элементный (12в), литий-ионный для проверки автономной работы.

 5. Блок индикаторов, светодиодный трехцветный RGB (Красный, Зеленый, Синий).

 6. Инфракрасный датчик движения/наличия людей – напряжение питания 4.5 – 20 В, интервал обнаружения 3 – 7 метров.

 7. Тумблер или кнопка для переключения режимов работы устройства – максимальный ток нагрузки – 3А, максимальное напряжение 250 В.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов).
Введение.

 1. Обзор литературы по теме микропроцессорного устройства охраны автопоезда.

 2. Разработка структуры микропроцессорного устройства охраны автопоезда.

3. Обоснование выбора элементов функциональной схемы микропроцессорного устройства охраны автопоезда.

4. Разработка принципиальной электрической схемы микропроцессорного устройства охраны автопоезда.

5. Разработка программного обеспечения микропроцессорного устройства охраны автопоезда.

Заключение .

Литература.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Структурная схема микропроцессорного устройства охраны автопоезда (формат А3).

2. Функциональная электрическая схема микропроцессорного устройства охраны автопоезда (формат А3).

3. Принципиальная электрическая схема микропроцессорного устройства охраны автопоезда (формат А3).

6. Консультант по проекту (с назначением разделов проекта) И.Л. Селезнёв.

7. Дата выдачи задания 02.06.2023

8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с назначением сроков исполнения и трудоемкости отдельных этапов):

разделы 1.2 к 28.09 – 20 %;

раздел 3 к 13.10. – 20%;

раздел 4 к 25.10. – 25 %;

раздел 5 к 09.11. – 25%;

оформление пояснительной записки и графического материала к 13.11 – 10%;

защита курсового проекта с 22.11 по

РУКОВОДИТЕЛЬ _____ доцент каф. ЭВМ Селезнёв И.Л.

(подпись)

Задание принял к исполнению 02.06.2023

(дата и подпись студента)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Обзор литературы.....	7
1.1 Структура разрабатываемого устройства.....	7
1.2 Микроконтроллеры.....	7
1.3 Датчики наличия людей.....	8
1.4 Датчики состояния дверей.....	8
1.5 Устройство индикации.....	9
1.6 Орган управления.....	9
1.7 Устройство воспроизведения звука.....	10
1.8 Автономный источник питания.....	10
2 Разборка структуры устройства.....	11
2.1 Постановка задачи.....	11
2.2 Определения компонентов структуры устройства.....	11
2.3 Взаимодействие компонентов устройства.....	12
3 Обоснование выбора узлов, элементов функциональной схемы устройства.....	13
3.1 Обоснование выбора микроконтроллера.....	13
3.2 Обоснование выбора датчика наличия людей в кабине.....	14
3.3 Обоснование выбора датчика состояния дверей.....	16
3.4 Обоснование выбора устройства индикации.....	17
3.5 Обоснование выбора устройства воспроизведения звука.....	17
3.6 Обоснование выбора органа управления.....	17
4 Разработка принципиальной электрической схемы устройства.....	19
4.1 Расчет потребляемой мощности элементов схемы.....	19
4.2 Расчет резисторов.....	19
4.3 Датчик сцепного устройства.....	20
4.4 Микроконтроллер Arduino NANO.....	20
4.5 Разработка принципиальной электрической схемы и печатной платы.....	21
5 Разработка программного обеспечения.....	23
5.1 Требования к разработке программного обеспечения.....	23
5.2 Блок-схема алгоритма программы.....	24
5.3 Исходный текст программы.....	24
Заключение.....	26
Список использованных источников.....	27
Приложение А (обязательное) Схема структурная.....	29
Приложение Б (обязательное) Схема функциональная.....	30
Приложение В (обязательное) Схема принципиальная.....	31

Приложение Г (обязательное) Схема программы.....	32
Приложение Д (обязательное) Исходный текст программы.....	33
Приложение Е (обязательное) Перечень элементов.....	35
Приложение Ж (обязательное) Ведомость документов.....	36

ВВЕДЕНИЕ

Темой данного курсового проекта является разработка микропроцессорного устройства для обеспечения безопасности и сохранности груза/автопоезда. Для реализации было выбрано устройство, предотвращающее попытку взлома и угона автопоезда. Данная тема актуальна, так как большинство автосигнализаций рассчитаны на работу с легковыми автомобилями. Под устройством понимается малогабаритное устройство, осуществляющее контроль наличия водителя в кабине, состояние замка сцепки, закрытие дверей. Так как данное устройство выполняет функцию охраны, ему необходимо свой автономный источник питания, рассчитанный на длительную стоянку.

Основные задачи разработки автосигнализации для автопоездов включают создание эффективной системы контроля состояния автопоезда, передачу сигналов и данных о текущем состоянии автомобиля, а также обеспечение оперативного реагирования на различные ситуации.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Структура разрабатываемого устройства

Разрабатываемое микропроцессорное устройство охраны автопоезда, предназначено для улучшения безопасности автопоезда и груза, обеспечивая надежный мониторинг и контроль во время долгих стоянок. Для решения этой задачи в состав устройства должны входить:

- микроконтроллер;
- датчик наличия людей в кабине;
- датчик состояния дверей;
- устройство индикации;
- орган управления;
- устройство воспроизведения звука;
- автономный источник питания.

1.2 Микроконтроллеры

Микроконтроллеры – это специализированные интегральные микросхемы, предназначенные для управления электронными системами и устройствами. На сегодняшний день существует огромное множество различных микроконтроллеров, различающихся по размеру, архитектуре и функциональным возможностям. В таблице 1.1 перечислены наиболее распространенные на рынке микроконтроллеры, которые в большей степени отвечают задачам проектирования устройства [3, 4, 5].

Таблица 1.1 – Характеристики микроконтроллеров

Микроконтроллер	ATmega328PB	STM8S003F3P6	ATmega2560
Напряжение питания	1,8 – 5,5 В	2,95 – 5,5 В	4,5 – 5,5 В
Флэш-память	32 Кб	8 Кб	256 Кб
Разрядность	8 бит	8 бит	8 бит
Макс. тактовая частота	20 МГц	16 МГц	16 МГц
RAM	2 Кб	1 Кб	8 Кб
EEPROM	1 Кб	0,128 Кб	4 Кб
Архитектура	AVR	STM8	AVR
Количество входов/выходов	27	16	86

Рабочая температура	От -40 до +105 °С	От -40 до +85 °С	От -40 до +85 °С
---------------------	-------------------	------------------	------------------

АТmega328РВ применяется в разработке средств автоматизации и промышленных устройствах, обладает низким энергопотреблением. Широко используется в Arduino-сообществе. STM8S003F3P6 применяется в встраиваемых системах промышленности и управлении периферийными устройствами. АТmega2560 широко применяется в робототехнике, обладает множеством портов ввода и вывода.

1.3 Датчики наличия людей

Датчиками наличия людей в кабине автопоезда могут выступать такие датчики, как:

- инфракрасные датчики движения;
- датчики в виде кнопок, регистрирующих давление на кресло;
- датчики постороннего шума;
- датчики вибраций.

Таблица 1.2 – Характеристики инфракрасного датчика движения

Параметры	Значения
Напряжение питания:	4.5-20 В
Ток потребления:	50 мА
Напряжение на выходе	OUT: HIGH – 3,3 В, LOW – 0 В
Интервал обнаружения:	3-7 м
Длительность задержки после срабатывания:	5 — 300 сек
Угол наблюдения	до 120
Время блокировки до следующего замера:	2.5с
Рабочая температура от	-20 до +80С
Габариты	32x24x18 мм

Для получения информации о рассмотренных датчиках наличия людей использовались источники [6, 7, 8].

1.4 Датчики состояния дверей

Датчики состояния дверей – это устройства, предназначенные для определения физического состояния дверей: открыто/закрыто. В качестве датчиков состояния дверей могут выступать как:

- механические концевые выключатели;
- оптические концевые переключатели (щелевые оптопары);

– датчики на эффекте Холла.

Таблица 1.3 – Характеристики датчика состояния дверей.

Параметры	Значения
Рабочее напряжение	12В
Номинальный Ток	5А
Количество циклов срабатывания	1000000 раз
Клас защиты	IP67

Для получения информации о рассмотренных датчиках температуры использовались источники [12, 13, 14].

1.5 Устройство индикации

Для устройства индикации будет достаточно обычного светодиода любого цвета. Светодиоды широко используются для создания индикаторов, указателей и сигнальных устройств. В зависимости от их цвета, они могут передавать различные виды информации.

Таблица 1.4 – Характеристики устройства индикации

Параметры	Красный	Зеленый	Синий
Ток	20 мА	20 мА	20 мА
Длина волны	625 нм	522 нм	463 нм
Напряжение питания	2,3 В	3,3 В	3,3 В
Световой поток	30 люм	70 люм	25 люм

1.6 Орган управления

Для органа управления может быть достаточно пары кнопок, энкодера, галетного переключателя, либо же нескольких тумблеров.

Одна кнопка – это минимальный элемент управления, который может использоваться для выполнения определенных действий или функций. В контексте электроники и устройств управления, одна кнопка может быть простым механическим выключателем, который при нажатии или удержании выполняет определенное действие. Например, кнопка может использоваться для включения или выключения устройства, выбора режима работы устройства.

Галетный переключатель — это тип переключателя, который используется для выбора одного из нескольких положений контактов. Он состоит из диска с выступами (галетами), которые перемещаются и устанавливают контакты в нужные положения при повороте переключателя. Галетные переключатели широко применяются в электронике,

радиоаппаратуре, а также в других устройствах, где требуется выбор определенного режима или настройки.

1.7 Устройство воспроизведения звука

Устройство воспроизведения звука позволяет микроконтроллеру воспроизводить звук или аудиофайлы. Если необходимо простое и недорогое устройство для воспроизведения коротких и простых звуковых сигналов, то следует использовать зуммер. Зуммер бывает активным и пассивным. Активный зуммер обычно включает в себя встроенный источник звука, такой как колеблющаяся мембрана или пьезокерамический элемент. Пассивные зуммеры используются для воспроизведения простых звуковых тональностей или гудков. Главное отличие активного зуммера от пассивного заключается в том, что активный зуммер генерирует звук самостоятельно, пассивный же зуммер требует источника сигнала. Модули воспроизведения звука представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Характеристики модулей воспроизведения звука

Модуль	Активный зуммер ТМВ-12А05	Пассивный зуммер КРТ- G2260	DFPlayer mini
Напряжение питания	4 – 7 В	1,5 – 12 В	3,3 – 5,5 В
Потребляемый ток	До 30 мА	До 30 мА	До 250 мА
Диапазон температур	От -20 до +60 °С	От -20 до +70 °С	От -40 до +80 °С

Для получения информации о рассмотренных датчиках температуры использовались источники [15, 16, 17].

1.8 Автономный источник питания

Автономный источник питания — это устройство или система, которая обеспечивает энергию для работы других устройств или систем независимо от внешних источников электропитания. Он может быть основан на различных технологиях, таких как аккумуляторы, солнечные батареи, генераторы или топливные элементы. Автономные источники питания широко используются в различных областях, включая электронику, телекоммуникации, медицину, автомобильную промышленность и другие, где непрерывное питание является необходимостью.

В контексте задачи автосигнализации, автономный источник необходим, когда бортовой аккумулятор может быть отключен, в том числе – злоумышленниками.

2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА

2.1 Постановка задачи

Для того, чтобы составить структуру устройства контроля безопасности автопоезда и сцепки, необходимо выделить функции, которые будет выполнять устройство, затем определить компоненты, необходимые для реализации этих функций.

Функции, которые должно выполнять устройство:

- определять наличие человека в кабине;
- определять состояние дверей: открыты/закрыты;
- следить за тем, чтобы сцепка не была отсоединена;
- оповещать окружающих светозвуковым сигналом в случае взлома;
- выводить необходимую информацию на светодиодную панель в рамках работы устройства.

2.2 Определение компонентов структуры устройства

Проанализировав функции, которое должно выполнять устройство, определены следующие компоненты, необходимые для работы устройства:

1) Микроконтроллер – это ключевой компонент в электронном устройстве, отвечающий за обработку событий в реальном времени и управление внешними устройствами.

2) Аккумуляторный блок питания отвечает за обеспечение необходимого питания для правильной работы микроконтроллера и всех подключенных к нему компонентов, предоставляет стабильное напряжение.

3) Органы управления необходим для регулирования и управления различными аспектами работы устройства. В рамках проекта это необходимо для установки режима работы устройства.

4) Устройство индикации необходимо для визуального отображения информации или состоянии устройства. Например, мигание светодиода с определенной частотой при запуске устройства или предупреждение об неисправности или режима работы.

5) Устройство воспроизведения звука необходимо для воспроизведения звукового сигнала - сирены. В рамках проекта, устройство воспроизведения звука будет, указывать режим работы или оповещать окружающих о попытке несанкционированного доступа.

6) Датчик движения инфракрасный необходим для отслеживания людей в кабине.

7) Датчик в виде концевого выключателя – отслеживание положения дверей.

Структурная схема представлена в приложении А.

2.3 Взаимодействие компонентов устройства

При подключении питания устройство считывает состояние органов управления, которыми являются наши тумблеры. Если тумблер в положении «выкл», то светодиод отображает, что на устройство подается питание и работает исправно. Далее, тумблер в положении «под охраной» включает необходимый цвет светодиода, сигнализирующий, что сигнализация включена, и устройство последовательно считывает информацию со всех датчиков, затем эти данные передаются на контроллер, который их анализирует. Контроллер сравнивает допустимые значения и полученные значения со всех датчиков: датчиков дверей, инфракрасного датчика движения и датчика сцепки в виде делителя напряжения на двух резисторах, и, при логических сигналах с дискретных датчиков, или при превышении сопротивления или понижении с датчика сцепки - подает сигнал на модуль оповещения, который включает звуковой сигнал, а также включается светодиодная индикация.

Дополнительно: подается дискретный сигнал с цифрового порта, который можно подключить, для управления реле, которое бы размыкало или замыкало цепь, включающее клаксон или дополнительные стробоскопические огни или аварийку для привлечения внимания. Модуль питания взаимодействует со всеми элементами схемы через встроенный на саму плату Arduino линейный стабилизатор напряжения AMS1117-5.0 [13], который преобразует входное напряжение 6-12в в 5в и осуществляется питание всех необходимых элементов.

3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

3.1 Обоснование выбора микроконтроллера

Рассматривая микроконтроллеры, представленные в таблице 1.1, можно сделать вывод, что ATmega328PB является хоть и менее доступным вариантом по сравнению с ATtiny85, так как имеет более высокую стоимость. ATtiny85 в свою очередь является менее мощным и функциональным по сравнению с ATmega328PB и STM8S003F3P6. Однако в рамках проекта он является чересчур слабым и подходит для менее сложных проектов, которые требуют меньше вычислительной мощности, менее объемной памяти и меньшего количества периферийных устройств.

ATmega328PB основан на архитектуре AVR и имеет тактовую частоту до 20 МГц, STM8S003F3P6 основан на архитектуре STM8 и имеет тактовую частоту до 16 МГц, что может потребовать более тщательной оптимизации кода в некоторых случаях. ATmega328PB широко используется в Arduino – совместимых платформах, что обеспечивает обширное сообщество для поддержки и множество библиотек, которые будут полезны во время разработки программного обеспечения. STM8S003F3P6, конечно, тоже имеет свои инструменты разработки, однако они менее распространены и доступны.

Учитывая всё вышесказанное, самым оптимальным вариантом будет микроконтроллер ATmega328PB, изображенный на рисунок. 3.1.



Рисунок 3.1 – Внешний вид ATmega328PB

Как и говорилось ранее, ATmega328PB широко используется в Arduino-совместимых платформах. Среди таких платформ можно выделить Arduino Nano и Arduino Uno, так как они оба используют ATmega328PB. Arduino Nano имеет меньший размер, что важно для небольшого прототипа и скрытного монтажа, поэтому для разработки устройства выбрана платформа Arduino NANO, изображенная на рис 3.2. Подробные характеристики платы в таблице 3.1.

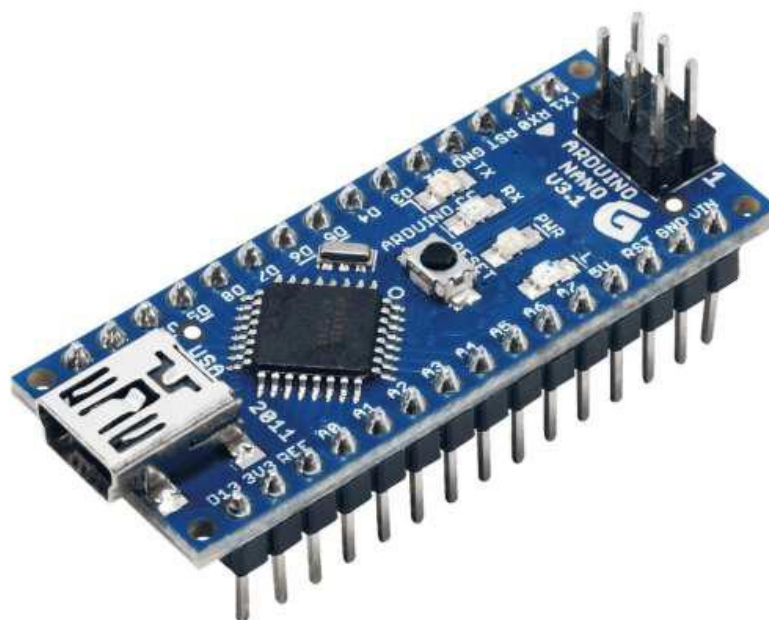


Рисунок 3.2 – Внешний вид Arduino NANO

Таблица 3.1 – Характеристики микроконтроллера Arduino NANO

Параметры	Значения
Рабочее напряжение	5 В
Входное напряжение	От 7 до 12 В
Цифровые входы/выходы	14 (6 из которых могут быть ШИМ)
Аналоговые входы	8
Ток на выводе I/O	40 мА
Тактовая частота	16 МГц
Таймеры	3 (1 x 16-битный, 2 x 8-битных)

3.2 Обоснование выбора датчика наличия людей в кабине

Рассматривая типы предоставленных датчиков, можно сделать вывод, что инфракрасные датчики движения, являются оптимальным выбором для определения людей в кабине. Т.к. прочие типы датчиков: датчики шума, или

давление на сидение – могут не сработать, из-за того, что, злоумышленники будут работать без шума или не оказывать давление на сидение.

Инфракрасные датчики движения работают на основе обнаружения изменений в инфракрасном излучении, испускаемом живыми объектами или другими источниками тепла. Вот как они обычно функционируют:

1. Излучение и прием: Инфракрасный датчик имеет эмиттер, который испускает инфракрасное излучение, и фотодиод или фототранзистор, который принимает отраженное или прошедшее через объект излучение.

2. Детектирование движения: когда объект, такой как человек, попадает в область действия датчика, он изменяет распределение инфракрасного излучения вокруг себя. Датчик реагирует на это изменение.

3. Сигнальная обработка: Датчик анализирует изменения в получаемом инфракрасном излучении и генерирует соответствующий электрический сигнал.

4. Выходной сигнал: Электрический сигнал от датчика может быть использован для активации других устройств или систем, таких как системы безопасности, автоматические двери, освещение и т. д.

Инфракрасные датчики движения обычно используются в системах безопасности, автоматическом освещении и энергосберегающих устройствах. Они обладают хорошей чувствительностью к движущимся объектам, но могут быть подвержены ложным срабатываниям от изменений окружающей среды, таких как изменения температуры или движение животных. На рисунке 3.3. показан принцип работы инфракрасного датчика движения.

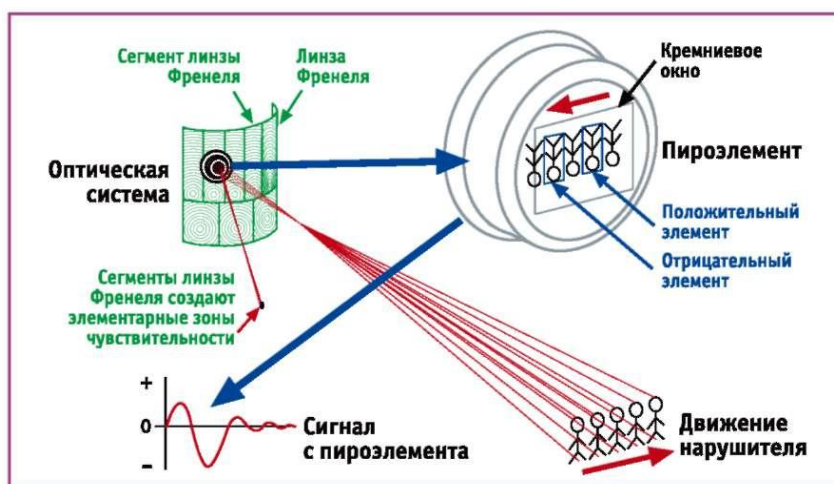


Рисунок 3.3 – Принцип работы инфракрасного датчика движения

Для микропроцессорного устройства охраны автопоезда выбран инфракрасный датчик движения HC-SR501, который изображён на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Инфракрасный датчик движения HC-SR501.

3.3 Обоснование выбора датчика состояния дверей

Рассматривая типы датчиков положения, представленные в списке пункта 1.4, можно сделать вывод, что самым оптимальным является универсальный автомобильный концевой выключатель.

Концевой выключатель — это электрическое устройство, используемое для управления электрическими цепями или механизмами. Он обычно применяется для установки пределов перемещения или положения объекта. Когда объект достигает заданной точки, концевой выключатель срабатывает и изменяет состояние цепи, что может привести к остановке двигателя или активации других устройств. Концевые выключатели широко используются в автоматизированных системах и промышленных процессах для контроля положения и безопасности.

Универсальный автомобильный концевой выключатель изображён на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 – Внешний вид универсального автомобильного концевой выключателя

Универсальные автомобильные концевые выключатели обычно имеют стандартные спецификации и могут быть установлены в разных моделях и марках автомобилей. Они представляют из себя обычную механическую кнопку без фиксации, толкатель и пыльник.

3.4 Обоснование выбора устройства индикации

Для устройства индикации достаточно использовать один RGB светодиод. Так как устройство индикации необходимо для демонстрации:

- успешного запуска основного устройства,
- выбора режима работы: с прицепом или без,
- состояние сцепки и дверей.

3.5 Обоснование выбора устройства воспроизведения звука

Рассматривая устройства воспроизведения звука, представленные в таблице 1.5, можно сделать вывод, что DFPlayer mini является наименее подходящим вариантом. Он больше подходит для проектов, где необходимо воспроизведение конкретных аудиофайлов, а не просто генерация простых звуковых сигналов. Использование DFPlayer mini будет излишней тратой ресурсов.

Выбирая между пассивным и активным зуммером, выбор падает на пассивный зуммер, потому что пассивный зуммер более гибкий и позволяет создавать различные звуки за счет управления длительностью и частотой звуковых сигналов. Пассивный зуммер KPT-G2260 изображен на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 – Звукоизлучатель пьезоэлектрический KPT-G2260

3.6 Обоснование выбора органа управления

Рассматривая органы управления, представленные в разделе 1.6, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным вариантом будет двух тумблеров.

Тумблер – это переключатель или выключатель, часто используемый для управления электрическими устройствами или системами. Он обычно имеет два или более положений, которые позволяют включать и выключать различные функции или режимы работы.

Т.к. не будет осуществляться переключение больших нагрузок, достаточно двух небольших микротумблеров, например Микротумблер MTS-102 / ON-ON. Внешний вид микротумблера MTS-102 изображён на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Внешний вид микротумблера MTS-102

4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

4.1 Расчёт потребляемой мощности элементов схемы

Потребляемая мощность разрабатываемого устройства равна сумме мощностей, потребляемых его элементами. Расчет мощности элементов схемы устройства и самого устройства представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расчёт мощности элементов схемы устройства

Блок	U, В	I, мА	Кол-во	P, мВт
Микроконтроллер Arduino nano V3	5	24	1	110
Датчик движения ИК	5	50	1	250
Светодиод строенный (RGB)	5	10 на канал	3	150
Пьезодинамик	5	30	1	150
Суммарная мощность, мВт				660

Потребляемая мощность одного элемента схемы устройства рассчитывается по формуле:

$$P = U \cdot I . \quad (4.1)$$

Таким образом, потребляемая мощность устройства равна:

$$P = 5 \cdot 24 + 5 \cdot 50 + 5 \cdot 10 \cdot 3 + 5 \cdot 30 = 660 \text{ мВт} . \quad (4.2)$$

Учитывая поправочный коэффициент в 20%, максимальная потребляемая мощность составит 792 мВт.

Рассчитаем потребляемый ток устройства:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{660}{5} = 0,132 \approx 0,14 \text{ А} . \quad (4.3)$$

4.2 Расчёт резисторов

В данном курсовом проекте используется 5мм RGB светодиод с общим катодом (минусом), подключенный к соответствующим пинам микроконтроллера на каждый канал. Максимальный ток через канал – 20мА. Каждый кристалл, имеет свое падение напряжения, однако для простоты выбран один номинал резистора. В схеме выбраны резисторы 270 Ом, что обеспечивает ток для зеленого светодиода в 11мА.

Для пьезодинамика резистор нужен, чтобы не спалить большим потребляемым током порт микроконтроллера АТМega328р макс 40мА, рекомендуемое – 20мА. Выбран номинал резистора 150 Ом, чтобы ток составлял ~30 мА.

Резисторы подтяжки кнопок – встроенные (~20кОм), резисторы делителя - 5кОм.

4.3 Датчик сцепного устройства

Датчиком сцепного устройства (рисунок 4.1) является делитель напряжения, в виде двух одинаковых резисторов, в механизм замка в чеку вставляется провод, в котором запаян резистор R2. В случае если злоумышленники захотят отсоединить, то измениться регистрируемое напряжение портом с АЦП: вместо 2.5В – будет ~5В. Делитель используется, чтоб было сложнее обмануть: если злоумышленники накинута перемычка и обойдут R2 – тогда мы увидим, что значения АЦП близко к 0В, что тоже вызовет срабатывание тревоги.

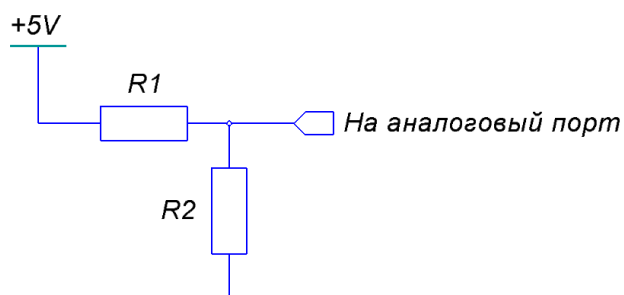


Рисунок 4.1 – Датчик сцепного устройства

4.4 Микроконтроллер Arduino NANO

Микроконтроллер Arduino NANO имеет 14 цифровых и 8 аналоговых входов и выходов, а также поддерживает следующие интерфейсы:

- Serial (UART) – встроенный серийный интерфейс UART, который используется для связи с компьютером и другими устройствами. Этот интерфейс обычно используется через USB-порт на плате.

- SPI – это быстрый серийный интерфейс, который позволяет устройствам общаться друг с другом. Arduino NANO предоставляет поддержку SPI через специальные выводы на цифровых контактах 10-13.

- I2C – это двухпроводной серийный интерфейс, используемый для связи между различными периферийными устройствами и микроконтроллером. На Arduino NANO эти контакты находятся на аналоговых входах A4 (SDA) и A5 (SCL).

- PWM – ШИМ (Широтно-импульсная модуляция) используется для управления аналоговыми устройствами, такими как светодиоды и сервоприводы, с помощью цифровых сигналов. Arduino NANO предоставляет ШИМ на нескольких цифровых выводах.

В таблице 4.2 представлены подробные характеристики микроконтроллера Arduino NANO.

Таблица 4.2 - Характеристики платы Arduino Nano

Параметры	Значения
Рабочее напряжение	5 В
Входное напряжение	От 7 до 12 В (ограничено лин. стаб-ом на плате)
Цифровые входы/выходы	14 (8 из которых могут быть ШИМ)
Аналоговые входы	6
Ток на выводе I/O	40 мА
Ток на 3,3 В выводе	50 мА
Тактовая частота	16 МГц
Таймеры	3 (1 x 16-битный, 2 x 8-битных)

4.5 Разработка принципиальной электрической схемы и печатной платы

Для разработки принципиальных электрических схем, а также ее трассировки используются специальные компьютерные программы – САПР.

САПР - это система автоматизированного проектирования. Это комплекс программных и аппаратных средств, предназначенных для автоматизации процессов проектирования различных объектов, таких как машины, электрические цепи, здания и другие. САПР используются в различных областях, включая машиностроение, электротехнику, архитектуру и другие технические дисциплины[14].

Разработанная принципиальная электрическая схема приведена в приложении В

После того разработки принципиальной электрической схемы, можно перейти к трассировке.

Трассировка печатной платы — это процесс проектирования электрических соединений на поверхности печатной платы (ПП). Трассировка включает в себя создание путей, называемых трассами, которые соединяют различные компоненты на печатной плате, такие как микросхемы, резисторы, конденсаторы и другие элементы. Вид оттрассированной платы представлен на рисунке 4.2

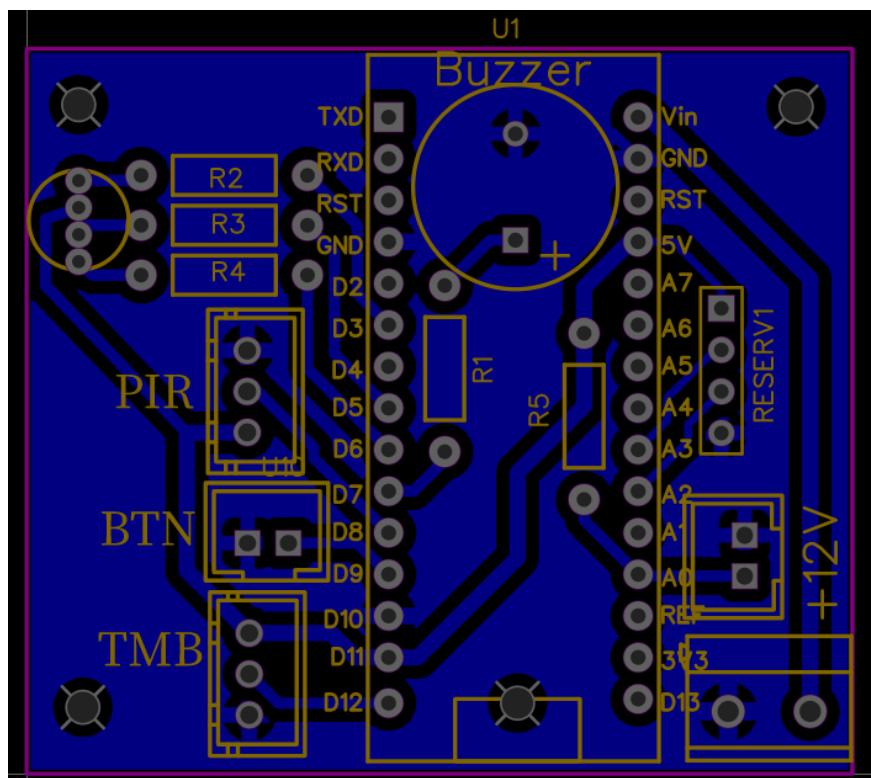


Рисунок 4.2 – Вид оттрассированной платы в EasyEDA.

Плата выполнена на одной стороне из элементов в отверстия, крупные дорожки - поэтому она легко подойдет для изготовления методом «ЛУТ».

ЛУТ – лазерно-утюжная технология (жаргонное название). Метод заключается в переносе рисунка с глянцевой бумаги, распечатанной на лазерном принтере, на фольгированный текстолит с помощью утюга и с последующим аккуратным удалением бумаги и травлением открытых участков меди раствором хлорного железа или перекиси водорода с кислотой. [16]. На рисунке 4.2 приведено изображение для переноса рисунка платы.

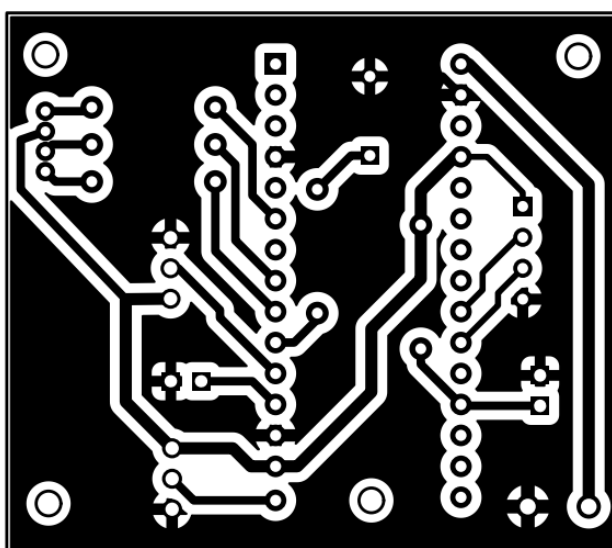


Рисунок 4.2. Чёрно-белое изображение для переноса

рисунка платы

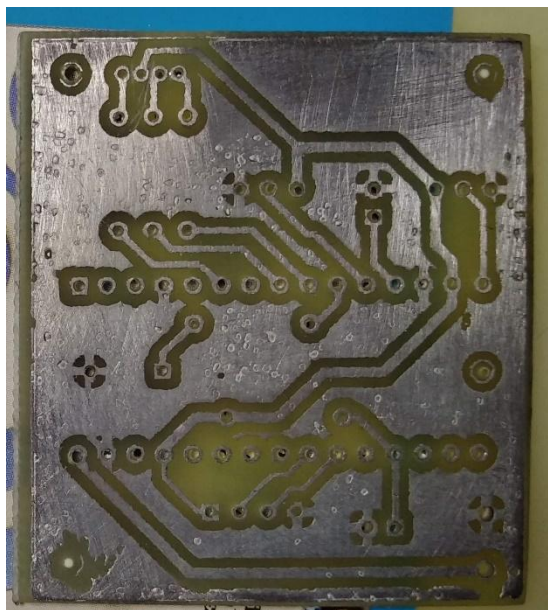


Рисунок 4.3 – Результат после травления и сверления
Отверстий

Для травления использовалась: перекись водорода 3% 100 мл, 50 грамм Лимонной кислоты в виде гранул и 10 грамм поваренной соли.[17]

5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

5.1 Требования к разработке программного обеспечения

Разработанное микропроцессорное устройство собирает информацию о трех датчиках: датчика открытия двери в виде концевого выключателя, инфракрасного датчика движения, и датчика состояния сцепного устройства, в виде резистивного делителя.

Устройство работает следующим образом: при подаче питания на нем загорается светодиод, который сигнализирует о том, что питание подключено. Устройство управляется микротумблером имеющим положение «под охраной» и «выкл».

При установке тумблера в положение «под охраной» в течении всего времени устройство анализирует показания с датчиков.

При получении информации о изменении сопротивления датчика сцепного устройства, или инфракрасного датчика движения, или открытия двери -включается пьезодинамик, который начинает издавать звук. Подаются сигналы на внешние модули реле, а светодиод загорается красным. Чтобы сбросить устройство – необходимо перевести тумблер в положение «выкл» и сбросить питание.

5.2 Блок-схема алгоритма программы

Рассмотрим блок-схему алгоритма программного обеспечения данного курсового проекта, представленную в приложении Г.

Первые три блока – это инициализация микроконтроллера при включении: создание переменных, установка нужных режимов работы пинов, вывод стартовых состояний. С четвертого блока начинается основной бесконечный цикл программы, в котором первое что мы опрашиваем – микротумблер, пятый блок. Если микротумблер не включен, то просто выводим световую индикацию подключенного питания – синий цвет и начинаем цикл заново: блоки 6 и 7.

Если же микротумблер в цикле окажется в режиме «вкл», то в блоке 8 проверяем был ли он включен раньше – это необходимо, чтобы понять, необходимо ли нам делать задержку? Блок 9: необходимо, чтобы водитель мог выйти из кабины и закрыть дверь не активировав тревогу – просто вводим задержку на 10 секунд. Блок 10 представляет из себя последовательный опрос всех датчиков на наличие срабатывания, блок 11 проверяет все ли показания сигнализируют о безопасности: и если да, то включается зеленая индикация – блок 12. Значит установка под охрану прошла успешно – не один из датчиков не вышел из строя или не был активирован, ставим флаг, чтобы при новом заходе в цикл не произвести еще раз паузу на 10 секунд – блок 13. Если же какой-то из датчиков при опросе сработает или окажется активирован – включиться звуковая и световая индикация – блоки 15 и 16, пока не будет сброшен тумблер.

5.3 Исходный текст программы

Исходный текст программы работы устройства написан с использованием языка программирования Arduino Wiring и приведен в приложении Д.

Для объявления распиновки используются строки 4-11. В строке 14 используется встроенная функция ардуино платформы `void setup()`. Строки 16-22 - установка режима работы входов/выходов. Строки 23-25 отвечают за короткий писк, заканчивающий инициализацию, сообщает нам что ардуино плата исправна.

Переходим в бесконечный цикл функции `void loop()` – строка 27. Строка 28 условие в котором сразу считывается состояние тумблера, тумблер ранее был подтянут внутренним программным резистором к плюсу питания (строка 16), поэтому логическая единица, тумблер «выкл» тогда когда контакта нет – если логическая единица, значит нет необходимости ставить под охрану, строка 30 просто включает синий светодиод для отображения состояния и 31 присваиваем 0 – т.е. снимаем флаг с охраны . И когда мы все же его переключаем на «вкл» – замыкаем на минус и получаем логический ноль. Далее строка 33 проверяет в условии был ли до этого

активирован тумблер ранее. Если нет, то функция `delay()` обеспечивает необходимую задержку для водителя, чтобы он мог успеть выйти и закрыть дверь до срабатывания сигнализации.

В строке 36 условие с логическими операторами ИЛИ, позволяющее нам опросить датчики и вывести результат. Если показания вне пределов допустимых нами значений – включаем тревогу нашей функцией `alarmTrevoga()` -строка 41. Если все хорошо– короткий писк, и в строке 51 присваиваем значение переменной, чтобы вновь зайдя в цикл не повторять, и далее по циклу будем опять заходить в оператор условия, но уже строка 55 (уже без короткого писка), датчики опрашиваются с логическим оператором И. Если же условие неверно, то со строки 62 включаем звуковую и световую индикацию и начинаем цикл заново.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над данным курсовым проектом было разработано работоспособное микропроцессорное устройство охраны автопоезда со своим программным обеспечением. Устройство работает в двух режимах: режиме охраны и режиме ожидания. В режиме охраны устройство отслеживает показания датчика движения, датчика сцепки и датчика открытия дверей. При обнаружении незаконного проникновения или отцепление сцепного устройства происходит включение светозвуковой сигнализации, которая будет работать до момента сброса тумблером. Данный проект был спроектирован в соответствии с поставленными задачами, весь функционал был реализован в полном объеме.

Разработанное микропроцессорное устройство обладает следующими достоинствами: относительно низкая стоимость, простота реализации и сборки и компактность.

В дальнейшем планируется усовершенствование данного курсового проекта. Одним из таких улучшений является разработка возможности оповещения владельца о проникновении посредством GSM-связи, или Zigbee возможности снятия и постановки объекта в охрану дистанционно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1]. Документация Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://docs.arduino.cc/>
- [2]. ATmega328P [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf – Дата доступа: 10.09.2023
- [3]. ATmega328P vs STM32F103 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://predictabledesigns.com/atmega-versus-stm32-which-microcontroller-is-best-for-your-application/> – Дата доступа: 12.11.2023
- [4]. stm32f103rbt6 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/201599/STMICROELECTRONICS/STM32F103RBT6.html> – Дата доступа: 10.09.2023
- [5]. Статья – Датчики присутствия [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://savesys.ru/umnyiy-dom/datchiki/datchiki-prisutstviya.html> Дата доступа: 11.09.2023
- [6]. HC-SR501 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.mpja.com/download/31227.pdf> – Дата доступа: 12.09.2023
- [7]. PIR-SB312 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/PIRSB312/resources/SB312.pdf> – Дата доступа: 12.09.2023
- [8]. Датчик Холла [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://se.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=ideas-and-advice/hall-effect-sensors-guide> – Дата доступа: 18.09.2021
- [9]. Концевые выключатели [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://sovet-ingenera.com/elektrika/rele/koncevoj-vyklyuchatel.html> / – Дата доступа: 18.09.2021
- [10]. Тумблеры в авто [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://investim.guru/faq/tumbler-pereklyuchatel-vidy-i-naznachenie?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- [12]. Обзор MP3 модуля DFPlayer [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://robotchip.ru/obzor-mp3-pleera-dfplayer/> – Дата доступа: 25.09.2023
- [13]. Datasheet на линейный стабилизатор ams1117 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/205692/ADMOS/AMS1117-5.0.html> – Дата доступа: 28.09.2023
- [14]. Что такое САПР? [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://seniga.ru/chto-takoe-sapr.html> – Дата доступа: 28.09.2023
- [15]. Популярные САПР для проектирования печатных плат [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://cxem.net/software/soft_PCB.php – Дата доступа: 01.10.2023

- [16]. Травление печатный плат в домашних условиях [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/451314/> – Дата доступа: 01.10.2023
- [17]. Травление в перекиси водорода [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://datagor.ru/practice/diy-tech/2647-travlenie-pechatnyh-plat-recept-s-limonnoy-kislotoy-i-perekisyu-vodoroda.html> – Дата доступа: 02.10.2023
- [18]. Программирование Ардуино [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://doc.arduino.ua/ru/prog/> – Дата доступа: 02.10.2023

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Схема структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Схема функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Схема принципиальная

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
Схема программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) Исходный текст программы

```
01  /* гр. 050541, Талалуев Павел Валерьевич
02     Проект: Микропроцессорное устройство охраны автопоезда
03  */
04  #define PIN_DOOR 9 // директива #define заменяет текст PIN_DOOR в программе на
05  9
06  #define PIN_PIR 8 // тем самым, не создавая лишн переменной сделать распиновку
07  #define PIN_KABEL A0 // быстрое ее менять
08  #define PIN_TUMBLER 12
09  #define PIN_LED_R 3
10  #define PIN_LED_G 5
11  #define PIN_LED_B 6
12  #define PIN_BUZZER 7
13  //Объявляем переменные
14  bool pod_ohr = false; // Булевая переменная,
15  void setup() { // Установка - выполняется один раз при начале программы
16      Serial.begin(9600); // Функция связи с ПК для отладки значений
17      pinMode(PIN_TUMBLER, INPUT_PULLUP); //внутр резистором 20кОм подтяжки к +5в
18      pinMode(PIN_DOOR, INPUT_PULLUP); //на ВХОД с внутр резистором подтяжки к +5в
19      pinMode(PIN_PIR, INPUT); //установка порта на ВХОД
20      pinMode(PIN_LED_R, OUTPUT); // Установка порта на выход
21      pinMode(PIN_LED_G, OUTPUT); // Установка порта на выход
22      pinMode(PIN_LED_B, OUTPUT); // Установка порта на выход
23      pinMode(PIN_BUZZER, OUTPUT); // Установка порта на выход
24      digitalWrite(PIN_BUZZER, HIGH); //Лог единица (пищим)
25      delay(100); // задержка 0.1с для короткого писка
26      digitalWrite(PIN_BUZZER, LOW); // Лог 0 - перестаем пищать
27  }
28  void loop() { //Бесконечный цикл, повторяем по кругу
29      if ( digitalRead(PIN_TUMBLER) == 1) //отрицательная логика: 0 - на охрану
30      {
31          digitalWrite(PIN_LED_B, 1); //зажгли синий
32          pod_ohr == false; //сняли с охраны
33      }
34      else if ( pod_ohr == false) // проверка, чтоб сработала только при первом
35      включении
36      {
37          delay(10000); // Задержка, чтобы успеть выйти из кабины и закрыть дверь
38          (10-30с)
39          if ((analogRead(PIN_KABEL) < 400) || (analogRead(PIN_KABEL) > 600) ||
40          (digitalRead(PIN_DOOR) == 0) || (digitalRead(PIN_PIR) == 1) )
41          {
42              // Serial.print("Trevoga!"); // для отладки на ПК
43              // Serial.print(digitalRead(PIN_DOOR));
44              // Serial.println(analogRead(PIN_KABEL));
45              alarmTrevoga(); // во всю шумим и светим красным
46          }
```

```

43     else if ( pod_ohr == false) // еще раз, чтобы пикнуть точно один раз
44     {
45         digitalWrite(PIN_LED_R, 0);
46         digitalWrite(PIN_LED_G, 1); // Вырубает, оставляем Зеленый
47         digitalWrite(PIN_LED_B, 0);
48         digitalWrite(PIN_BUZZER, HIGH); //Лог единица (пищим)
49         delay(100); // задержка 0.1с для короткого писка
50         digitalWrite(PIN_BUZZER, LOW);
51         pod_ohr = true;
52     } // конец блока, все в порядке
53 }
54 if (pod_ohr == true)
55     if ((analogRead(PIN_KABEL) > 400) && (analogRead(PIN_KABEL) < 600) &&
56     (digitalRead(PIN_DOOR) == 1) && (digitalRead(PIN_PIR) == 0))
57     { // Serial.print("ALL GOOD!");
58         digitalWrite(PIN_LED_R, 0);
59         digitalWrite(PIN_LED_G, 1); // Вырубает, оставляем Зеленый
60         digitalWrite(PIN_LED_B, 0);
61     }
62     else // если хоть кто-то не в нужных значениях
63         alarmTrevoга(); // во всю шумим и светим красным
64 } // конец цикла
65 void alarmTrevoга() // наша функция тревоги
66 {
67     digitalWrite(PIN_LED_R, 1); // Вырубает, оставляем красный
68     digitalWrite(PIN_LED_G, 0);
69     digitalWrite(PIN_LED_B, 0);
70     digitalWrite(PIN_BUZZER, HIGH); // прерывисто пищим
71     delay(300);
72     digitalWrite(PIN_BUZZER, LOW);
73     delay(300);
74 } // конец функции

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)
Перечень элементов

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)
Ведомость документов