

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей
Кафедра электронных вычислительных машин
Дисциплина: Схемотехника

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту
на тему

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО ОХРАНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ
ТОРГОВЛИ

БГУИР КП 1-40 02 01 020 ПЗ

Студент: группы 050541,
Савко А. А.

Руководитель: доцент каф. ЭВМ
Селезнев И. Л.

Минск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО ОХРАНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ	4
1.1 Структура устройства	4
1.2 Микроконтроллеры	4
1.3 Датчики движения	5
1.4 Датчики удара	5
1.5 Датчики открытия	6
1.6 Модули сигнализации	7
1.7 Устройство отображения информации	7
1.8 Устройства управления	8
2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА ОХРАНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ	9
2.1 Постановка задачи	9
2.2 Определение компонентов структуры устройства	9
2.3 Взаимодействие компонентов устройства	10
3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА ОХРАНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ	11
3.1 Структура устройства	11
3.2 Обоснование выбора микроконтроллеров	11
3.3 Обоснование выбора датчика движения	12
3.4 Обоснование выбора датчика удара	12
3.5 Обоснование выбора датчика открытия	13
3.6 Обоснование выбора модулей сигнализации	13
3.7 Обоснование выбора устройства отображения информации	14
3.8 Обоснование выбора устройств управления	14
4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА	15
4.1 Расчёт мощности элементов схемы	15
4.2 Расчёт нагрузки светодиодов	16
4.3 Микроконтроллеры	16
4.4 Датчик движения	17
4.5 Датчик удара	17
4.6 Датчик открытия	17
4.7 Модуль сигнализации	17
4.8 Устройство отображения информации	17
5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	19
5.1 Требования к разработке программного обеспечения	19
5.2 Блок-схема алгоритма	19
5.3 Исходный код программы	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	23
ПРИЛОЖЕНИЕ А	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	27
ПРИЛОЖЕНИЕ В	28
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	29
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	35
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	36

ВВЕДЕНИЕ

Темой данного курсового проекта является разработка микропроцессорного устройства охраны предприятия торговли на базе микроконтроллера.

Для эффективного обеспечения охраны и препятствию несанкционированного доступа на объект охраны в составе микропроцессорного устройства будут использованы модуль датчика движения, пьезоэлектрический датчик удара и модуль герметизированного магнитоуправляемого контакта. Датчик движения позволит обнаружить злоумышленника во время перемещения по охраняемому объекту. пьезоэлектрический датчик удара будет установлен на окне и позволит определить попытку несанкционированного доступа путем разбития стекла. А модуль герметизированного магнитоуправляемого контакта позволит определить несанкционированное открытие дверей и окон охраняемого предприятия.

Разработка курсового проекта будет происходить поэтапно. В первую очередь необходимо подобрать элементы устройства, учитывая их надежность, стоимость, функциональность и размеры. Затем необходимо собрать устройство и разработать программное обеспечение для корректной обработки информации и поддержания связи между элементами схемы. В конце устройство подлежит тестированию, чтобы проверить правильность сборки и исключить сбои при эксплуатации.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО ОХРАНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ

1.1 Структура устройства

Разрабатываемое микропроцессорное устройство выполняет функцию охраны предприятия торговли. Устройство переводится в режим охраны при помощи модуля управления, контроль несанкционированного проникновения осуществляется при помощи датчика движения, датчика удара и датчика открытия дверей и окон. При обнаружении проникновения устройство посылает сигнал для включения светозвуковой сигнализации. Для решения этих задач в состав устройства должны входить:

- микроконтроллер
- датчик движения
- датчик удара
- датчик открытия
- модуль сигнализации
- устройство отображения информации
- светодиоды для индикации
- устройства управления

1.2 Микроконтроллеры

Для успешной реализации устройства микроконтроллеры должны осуществлять постоянный мониторинг состояний датчиков. Необходимым условием быстрогодействия является тактовая частота процессора не менее 16 МГц и оперативная память не менее 1 Кб. Для сравнения были выбраны микроконтроллеры ATmega328P, ATmega168-20U, stm32f103rbt6 [4, 5, 6]. Результаты сравнения приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Сравнение микроконтроллеров

Параметры сравнения	ATmega328P	ATmega168-20U	stm32f103rbt6
Архитектура	AVR	AVR	ARM
Входное напряжение	1,8 – 5,5 В	2,7 – 5,5 В	2-3,6 В
Флэш-память	32 Кб	16 кб	128 Кб
ОЗУ	2 Кб	1 Кб	20 Кб
Тактовая частота	20 МГц	20 МГц	72 МГц
Разрядность	8 бит	8 бит	32 бит
EEPROM	1кб	512 байт	-
Встроенные интерфейсы	i2c, spi, uart	i2c, spi, uart	can, i2c, irda, lin, spi, uart, usb

Продолжение таблицы 1.1

Рабочая температура	от -40 до +85 °С	от -40 до +85 °С	от -40 до +85 °С
Корпус	tqfp-32(7x7)	tqfp-32(7x7)	lqfp-64(10x10)
Вес	1.9 г	1.2 г	1.2 г

1.3 Датчики движения

Для надежного обнаружения несанкционированного проникновения угол наблюдения датчиков движения должен быть не менее 90°, а дальность обнаружения не менее 4 метров. Учитывая эти условия для сравнения, были выбраны три наиболее подходящих датчика (HC-SR501, PIR-SB312, Grove - PIR Motion Sensor) [8, 9, 10]. Результаты полученного сравнения приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 — Сравнение датчиков движения

Параметры сравнения	HC-SR501	PIR-SB312	Grove - PIR Motion Sensor
Интервал обнаружения	3-7м	3-5м	1 - 6 м
Угол наблюдения	до 120°	до 100°	до 120°
Напряжение питания	4,5 – 20 В	2,7 – 12 В	3 – 5 В
Потребляемый ток	до 50 мкА	до 100 мкА	до 150 мкА
Время задержки	5-300 с	2 с	1 – 25 с
Время блокировки	2,5 с	2 с	2 с
Рабочая температура	от -20 до +50 °С	от -20 до +60 °С	от -20 до +50 °С

1.4 Датчики удара

Для определения удара по поверхности целесообразно использовать датчики вибрации. Ключевым параметром является наличие цифрового выхода, а также возможность настройки чувствительности. Учитывая эти условия для сравнения, были выбраны три наиболее подходящих датчика (Logo sensors v1.5, 140C001, TZT 5V) [11,12]. Результаты полученного сравнения приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.3 — Сравнение датчиков удара

Параметры сравнения	Logo sensors v1.5	140C001	TZT 5V
Напряжение питания	3 – 5 В	3 – 5 В	5 В
Потребляемый ток	5 мА	4 мА	5 мА
Регулировка чувствительности	есть	есть	есть
Цифровой выход	нет	есть	есть
Аналоговый выход	есть	есть	есть
Рабочая температура	от -20 до +50 °С	от -20 до +60 °С	от -10 до +70 °С
Габариты	10x45x15 мм	16x38x8 мм	20x20x5 мм

1.5 Датчики открытия

Для определения открытия целесообразно использовать датчики на основе герметизированного магнитоуправляемого контакта. Ключевым параметром является возможность настройки чувствительности. Учитывая эти условия для сравнения, были выбраны три датчика модуль магнитного поля на чипе LM393, модуль KY-021, геркон KMS-30-B [13, 14, 15]. Результаты полученного сравнения приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.4 — Сравнение датчиков открытия

Параметры сравнения	Модуль магнитного поля LM393	KY-021	KMS-30-B
Дальность срабатывания	10 – 30 мм	10мм	10мм
Регулировка чувствительности	есть	нет	нет
Напряжение питания	3.3 – 5 В	3.3 – 5 В	-
Рабочая температура	от 0 до +70 °С	от -40 до +85 °С	от -25 до +85 °С
Потребляемый ток	10 мА	8 мА	-
Тип выходного сигнала	цифровой	цифровой	цифровой
Габариты	32x14x5 мм	20x15x8 мм	28x20x5 мм

1.6 Модули сигнализации

Для оповещения о проникновении наиболее целесообразно использовать светозвуковую сигнализацию. В качестве звуковой сигнализации можно применить пьезоэлектрические динамики. Для сравнения были выбраны три наиболее подходящих динамика (активный пьезодинамик ТМВ-12А05[16], пассивный пьезодинамик 56С-6[17], пьезодинамик SCS-24Р10[18]). Результаты сравнения приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.5 — Сравнение пьезоэлектрических динамиков

Параметры сравнения	Пьезодинамик ТМВ-12А05	Пьезодинамик 56С-6	Пьезодинамик SCS-24Р10
Частота звукового излучения	2300-2500 Гц	2000-5000 Гц	1000-8000 Гц
Тип	активный	пассивный	активный
Интенсивность звука	82 дБ	88 дБ	94 дБ
Напряжение питания	3.3 - 5 В	3.3 - 5 В	5 – 30 В
Потребляемый ток	30 мА	20 мА	25 мА
Рабочая температура	от -30 до +85 °С	от -20 до +70 °С	от -40 до +85 °С
Габариты	9,5х9,5х10 мм	12х12х13мм	11х11х12мм

1.7 Устройство отображения информации

Для информирования пользователей о текущих режимах работы необходимо предусмотреть вывод информации на дисплей устройства. Для сравнения были выбраны LCD дисплеи LCD 1602[19], LCD 2004[20] и OLED дисплей OLED 128х64[21]. LCD дисплеи предоставляют возможность вывода только символьной информации, OLED также способен выводить графическую информацию. Ниже, в таблице 1.5, приведены их сравнительные характеристики.

Таблица 1.6 — Сравнение устройств отображения информации

Параметры сравнения	LCD 1602	LCD 2004	OLED 128х64
Тип дисплея	LCD	LCD	OLED
Угол обзора	180°	180°	160°
Разрешение	32 символа	80 символов	128х64
Рабочая температура	от -20 до +70 °С	от -20 до +70 °С	от -20 до +70 °С
Напряжение питания	4.5 - 5В	4.5 - 5В	3.3 - 5В

1.8 Устройства управления

Для постановки и снятия с охраны предприятия торговли необходимо предусмотреть устройство управления. В качестве устройства управления целесообразно рассмотреть матричную клавиатуру.

Использование матричной клавиатуры вместо отдельных кнопок позволяет экономить пространство, так как каждая клавиша представляется не отдельным элементом, а частью матрицы, а также матричные клавиатуры используют общие линии для нескольких клавиш, что позволяет экономить количество необходимых электрических контактов.

Для сравнения были выбраны модули RC522, CV3600A(T)-X, PN532[22, 23, 24]. Результаты сравнения представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.7 — Сравнение устройств управления

Параметры сравнения	Мембранная клавиатура 3x4	Мембранная клавиатура 4x4	Механическая клавиатура 3x4
Количество клавиш	12	16	12
Тип клавиш	Тактильные	Тактильные	Тактильные
Время дрожания контакта	Не более 5 мс	Не более 5 мс	Не более 6 мс
Количество выводов	7	8	7
Рабочая температура	от 15 до +35 °C	от 15 до +35 °C	от -25 до +40 °C
Размер	76x68x1,5 мм	76x69x1,5 мм	70x60x6 мм

2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА ОХРАНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ

2.1 Постановка задачи

Для того, чтобы составить структуру разрабатываемого устройства, необходимо выделить функции, которые будет выполнять устройство, затем определить компоненты и связь между ними исходя из данных функций. Результаты можно посмотреть на структурной схеме, представленной в приложении А.

В рамках данного курсового проекта необходимо разработать микропроцессорное устройство охраны предприятия торговли. Были выделены следующие функции, которые должно выполнять данное устройство:

- постановка устройства в режим охраны
- управление с помощью матричной клавиатуры.
- получение информации о движении на охраняемом объекте.
- получение информации об открытии дверей и окон предприятия.
- получение информации о нанесении удара по стеклу окна охраняемого объекта.
- светозвуковое оповещение о проникновении на территорию предприятия торговли.
- световая индикация о состоянии.
- вывод информации о состоянии на устройство отображения информации.

2.2 Определение компонентов структуры устройства

Компоненты структуры устройства выбираются исходя из функций, определенных в постановке задачи. Проанализировав выделенные функции, были определены следующие компоненты, представленные ниже.

1) Микроконтроллер — ключевой компонент всей схемы. Выполняет функцию обработки поступающей информации и выдает управляющие сигналы.

2) Модуль питания — стабилизатор напряжения и источник питания схемы.

3) Модуль управления — матричная клавиатура, которая управляет режимами работы устройства.

4) Модуль сигнализации — модуль, который оповещает о проникновении на территорию предприятия торговли посредством светозвукового сигнала.

5) Модуль индикации — светодиоды, которые выполняют функцию индикации состояния устройства.

6) Датчик движения — датчик, который обнаруживает движение на территории предприятия.

7) Датчик открытия — датчик, считывающий информацию о положении окон и дверей охраняемого объекта.

8) Датчик удара — датчик, который обнаруживает нанесение удара по стеклу окон предприятия торговли.

9) Устройство отображения информации – ЖК-дисплей, с помощью которого выводится текстовая информация о текущем режиме работы.

2.3 Взаимодействие компонентов устройства

Устройство последовательно считывает информацию со всех датчиков, затем эти данные передаются на контроллер, который их анализирует.

Пользователь взаимодействует с устройством посредством матричной клавиатуры. Пользователь может включать и отключать режим охраны.

Информация о текущем состоянии режима работы передается модулю индикации, который включает соответствующие светодиоды и выводит текстовую информации на ЖК-дисплей.

Когда режим охраны включен, контроллер анализирует данные с датчика движения. При обнаружении движения на охраняемом предприятии торговли контроллер передает сигнал модулю сигнализации, который включает светодиоды и динамик, реализующие светозвуковое оповещение о проникновении на охраняемый объект.

Следующим анализируются данные с датчика открытия. При несанкционированном открытии двери или окна на охраняемом предприятии торговли контроллер передает сигнал модулю сигнализации, который включает светодиоды и динамик, реализующие светозвуковое оповещение о проникновении на охраняемый объект.

Далее анализируются данные с датчика удара. При обнаружении удара по стеклу окна на охраняемом предприятии торговли контроллер передает сигнал модулю сигнализации, который включает светодиоды и динамик, реализующие светозвуковое оповещение о проникновении на охраняемый объект.

Модуль питания взаимодействует со всеми элементами схемы напрямую или через контроллер, благодаря ему осуществляется питание всех необходимых элементов.

3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА ОХРАНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ТОРГОВЛИ

3.1 Структура устройства

Разрабатываемое микропроцессорное устройство выполняет функцию охраны предприятия торговли. Устройство переводится в режим охраны при помощи модуля управления, контроль несанкционированного проникновения осуществляется при помощи датчика движения, датчика удара и датчика открытия дверей и окон. При обнаружении проникновения устройство посылает сигнал для включения светозвуковой сигнализации. Для решения этих задач в состав устройства должны входить:

- микроконтроллер
- датчик движения
- датчик удара
- датчик открытия
- модуль сигнализации
- устройство отображения информации
- светодиоды для индикации
- устройства управления

3.2 Обоснование выбора микроконтроллеров

Рассмотрев сравнительные характеристики микроконтроллеров, представленных в таблице 1.1 обзора литературы, видно, что микроконтроллер stm32f103rht6 превосходит микроконтроллеры ATmega328P и ATmega168-20U по тактовой частоте, объему оперативной и флэш памяти, а также разрядность процессора у этого микроконтроллера значительно выше.

Однако наше устройство не требует больших затрат в памяти и мощности для корректной работы и ввиду более высокой стоимости микроконтроллера stm32f103rht6, принято решение выбирать микроконтроллер из двух микроконтроллеров ATmega328P и ATmega168-20U. Повторно рассмотрев характеристики в таблице 1.1, видно, что мощности микроконтроллера ATmega168-20U в некоторых режимах может быть недостаточно.

Исходя из вышеперечисленного в данном проекте используется микроконтроллер ATmega328P.

Для коммутации датчиков, органов управления, оповещения и отображения информации необходимы цифровые и аналоговые входы и выходы, а также подаваемое напряжение.

Для удобства разработки, программирования и сборки микропроцессорного устройства охраны предприятия торговли необходимо рассмотреть платы, построенные на базе микроконтроллера ATmega328P.

Для сравнения были выбраны платы Arduino UNO, Arduino Nano, Arduino LilyPad. Результаты сравнения приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 — Сравнение микроконтроллеров

Параметры сравнения	Arduino UNO	Arduino Nano	Arduino LilyPad
Микроконтроллер	ATmega328	ATmega328	ATmega328
Рабочее напряжение	5В	5В	5В
Максимальный ток с разъема ввода-вывода	40 мА	40 мА	40 мА
Цифровые входы/выходы	14 шт	14 шт	20 шт
Аналоговые входы/выходы	6 шт	6 шт	6 шт
Габариты	69х53 мм	30х18 мм	Ø 50 мм

Как видно из таблицы 3.1 характеристики микроконтроллеров на базе ATmega328 схожи. У платы Arduino LilyPad больше цифровых входов по сравнению с платами UNO и Nano.

Однако стоит учесть то, что Arduino LilyPad разработано для применение в переносных устройствах, имеет хрупкий корпус и в нем отсутствует регулятор напряжения. В свою очередь недостаток Arduino Nano заключается в отсутствии разъема для подключения внешнего питания.

Исходя из вышеперечисленного в данном проекте используется плата Arduino UNO так как она полностью подходит под поставленные задачи.

3.3 Обоснование выбора датчика движения

Рассмотрев сравнительные характеристики датчиков движения, представленных в таблице 1.2 обзора литературы, видно, что датчик HC-SR501 превосходит датчики PIR-SB312 и Grove - PIR Motion Sensor по дальности обнаружения, возможности регулировки чувствительности и времени задержки перед повторным срабатыванием. Также у HC-SR501 потребляемый ток меньше. Исходя из вышеперечисленного было принято решение выбрать датчик HC-SR501.

3.4 Обоснование выбора датчика удара

В таблице 1.3 обзора литературы приведены сравнения датчиков удара, основанных на принципе регистрации вибраций. В основе работы датчиков Logo sensors v1.5 и 140C001 лежит принцип механического изменения положения пружины, а в основе работы датчика TZT 5V лежит пьезоэлектрического керамического листа представляет собой процесс

обратного преобразования, в котором для генерации вибрации используется пьезоэлектрическая керамика. Как видно из сравнения, все они имеют схожие характеристики и отличаются типом выходного сигнала и потребляемым током, а также рабочей температурой. Для работы устройства подойдут диапазоны рабочей температуры всех датчиков так как само устройство не проектируется для работы в экстремальных условиях, поэтому данный параметр при выборе датчиков можно упустить. В данном проекте используется датчик TZT 5V так как он имеет как аналоговый, так и цифровой выходы, что может быть полезным при работе с данным модулем. Также данная модель датчика была выбрана по причине меньших габаритов и выносным измерительным модулем, что позволит качественно закрепить датчик на стекле окна охраняемого объекта.

3.5 Обоснование выбора датчика открытия

Рассмотрев сравнительные характеристики датчиков открытия, основанных на использовании герметизированного магнитоуправляемого контакта, представленных в таблице 1.4 обзора литературы, видно, что модуль магнитного поля на чипе LM393 превосходит модуль KY-021 и геркон KMS-30-B по дальности срабатывания и возможности регулировки чувствительности.

Возможность регулировки чувствительности является приоритетным преимуществом, так как значительно облегчит наладку микропроцессорного устройства охраны предприятия торговли.

Исходя из вышеперечисленного было принято решение выбрать модуль магнитного поля на чипе LM393.

3.6 Обоснование выбора модулей сигнализации

Для выбора модуля сигнализации в виде пьезодинамика необходимо разобраться в чем отличие активного пьезодинамика от пассивного.

Пьезодинамики — это электромеханические устройства, которые используются для производства звуковых сигналов в различных электронных устройствах.

Активный пьезодинамик — это устройство, которое может самостоятельно произвести нужный звуковой сигнал при подключении к источнику питания. Он имеет свой встроенный генератор звука и не требует отдельного генератора или контроллера для работы.

Пассивный пьезодинамик, в отличие от активного, не содержит встроенного генератора звука. Он представляет собой простой электромеханический элемент, который обеспечивает звуковой сигнал только при подаче переменного тока на его выводы. Пассивные пьезодинамик

обычно требуют использования внешнего генератора или контроллера для производства звука.

Рассмотрев сравнительные характеристики пьезоэлектрических динамиков, представленных в таблице 1.4 обзора литературы и учитывая вышеперечисленное было принято решение использовать пьезодинамик ТМВ-12А05, так как для его использования необходимо подать только питание и нет необходимости в использовании внешнего генератора для производства звука, как в случае с пьезодинамиками 56С-6 и SCS-24P10.

3.7 Обоснование выбора устройства отображения информации

В таблице 1.6 обзора литературы приведены сравнения устройств отображения информации в виде дисплеев LCD 1602, LCD 2004, OLED 128x64. В рамках данного микропроцессорного устройства отсутствует необходимость вывода сложной графической информации, учитывая это и более высокую стоимость дисплея можно исключить дисплей OLED 128x64.

Проанализировав оставшиеся два дисплея (LCD 1602 и LCD 2004) было принято решение выбрать дисплей LCD 1602 из-за меньшего размера и отсутствия необходимости вывода более 32 символов в рамках реализации микропроцессорного устройства.

3.8 Обоснование выбора устройств управления

Рассмотрев сравнительные характеристики матричных клавиатур, представленных в таблице 1.7 обзора литературы, видно, что матричные клавиатуры обладают схожими характеристиками

В таблице 1.7 обзора литературы приведены сравнения следующий матричных клавиатур: мембранная клавиатура 3x4, мембранная клавиатура 4x4, механическая клавиатура 3x4. Как видно из сравнения, все они имеют схожие характеристики и отличаются количеством клавиш и диапазоном рабочей температуры. Для работы устройства подойдут диапазоны рабочей температуры всех клавиатур, так как само устройство не проектируется для работы в экстремальных условиях, поэтому данный параметр при выборе клавиатур можно упустить. Мембранная клавиатура 4x4 обладает излишним количеством клавиш, потребность в которых в данном проекте не предусмотрена. Механическая клавиатура 3x4 хоть и обладает большей надежностью, однако уступает мембранным клавиатурам в времени затухания дрожания клавиш и значительно превосходит по стоимости. Исходя из вышеперечисленного было принято решение выбрать мембранную клавиатуру 3x4.

4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

4.1 Расчёт мощности элементов схемы

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

Таблица 4.1 – Расчет мощности элементов схемы устройства

Блок	U, В	I, мА	Кол-во	P, мВт
Микроконтроллер Arduino UNO R3	5	22	1	110
Датчик движения HC-SR501	5	0.5	1	2.5
Датчик удара TZT 5V	5	5	1	25
Модуль магнитного поля LM393	5	10	1	50
Пьезодинамик ТМВ-12А05	5	30	1	150
Дисплей LCD 1602	5	45	1	225
Модуль управления I2C	5	6	1	30
Светодиод	5	20	3	300
Суммарная мощность, мВт				892,5

В реализованной схеме используются микроконтроллер Arduino UNO R3, датчик движения HC-SR501, датчик удара TZT 5V, модуль магнитного поля LM393, Пьезодинамик ТМВ-12А05, Дисплей LCD 1602, Модуль управления I2C и 3 светодиода.

Таким образом потребляемая мощность будет равна:

$P = 5 \cdot 22 + 5 \cdot 0.5 + 5 \cdot 5 + 5 \cdot 10 + 5 \cdot 30 + 5 \cdot 45 + 5 \cdot 6 + 5 \cdot 20 \cdot 3 = 892.5$ мВт.

Учитывая поправочный коэффициент в 20%, максимальная потребляемая мощность составит 1071 мВт.

Рассчитаем потребляемый ток:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1,071}{5} = 0.2142 \approx 0.22 \text{ А}$$

4.2 Расчёт нагрузки светодиодов

В данном курсовом проекте используется три светодиода различных цветов, подключенные к соответствующим пинам микроконтроллера (см. рисунок 4.2).

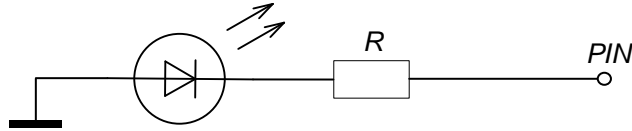


Рисунок 4.2 — Схема подключения светодиодов

Для ограничения тока светодиода используется резистор номиналом, рассчитываемым по следующей формуле:

$$R = \frac{U_{\Pi} - U_{\text{Д}}}{I_{\text{ПР}}},$$

где U_{Π} – напряжения питания, $U_{\text{Д}}$ – напряжение, падающее на светодиоде, $I_{\text{ПР}}$ – прямой ток светодиода.

В проекте используются светодиоды красного и зеленого цветов, со следующими параметрами: $I_{\text{ПР}} = 20$ мА. $U_{\text{Д}} = 1$ В.

Получаем:

$$R = \frac{5 - 1}{20 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ Ом.}$$

Следовательно, для того, чтобы светодиод не перегорел он должен быть подключён через резистор с сопротивлением не менее 200 Ом, однако если взять слишком большое сопротивление, то светодиод будет гореть очень слабо, поэтому в данном проекте светодиоды подключаются через резисторы сопротивлением 220 Ом.

4.3 Микроконтроллеры

Информация о выбранном микроконтроллере Arduino UNO представлена в пункте 3.2 раздела 3.

Микроконтроллер соединен со всеми модулями схемы через аналоговые или цифровые входы и выходы.

В схеме к аналоговым выходам А0 и А1 подключены светодиоды, датчик движения HC-SR501 подключен к цифровому входу D6, датчик удара TZT 5V подключен к цифровому входу D3, модуль магнитного поля LM393 подключен к цифровому входу D4, пьезодинамик TMB-12A05 подключен к цифровому выходу D5, дисплей LCD 1602 при помощи модуля управления

I2C подключен к аналоговым выходам SCL и SDA, светодиод сигнализации подключен к цифровому выходу D2, матричная клавиатура 3x4 подключена к цифровым входам микроконтроллера D7-D10 и цифровым выходам D11-D13. Данный микроконтроллер на схеме питается от напряжения 5 В.

4.4 Датчик движения

Информация о выбранном датчике движения MQ-5 представлена в пункте 3.3 раздела 3. Данный датчик подключен как к цифровому D6, через цифровой вход передается информация о обнаружении движения газа. Питается датчик от напряжения 5 В.

4.5 Датчик удара

Информация о выбранном датчике удара TZT 5V представлена в пункте 3.4 раздела 3. Данный датчик в схеме питается от напряжения 5 В. К цифровому входу D3 микроконтроллера подключен выход датчика D0, через который поступает информация об обнаруженном ударе.

4.6 Датчик открытия

Информация о выбранном модуле магнитного поля на чипе LM393 представлена в пункте 3.5 раздела 3. Данный модуль подключается к контроллеру с помощью выхода D0, в данной схеме он подключен к цифровому входу микроконтроллера D4. Питается датчик от напряжения 5 В.

4.7 Модуль сигнализации

Информация о выбранном пьезодинамике ТМВ-12А05 представлена в пункте 3.6 раздела 3.

На вход питания пьезодинамика поступает сигнал с цифрового выхода микроконтроллера D5.

4.8 Устройство отображения информации

Информация о выбранном дисплее LCD 1602 представлена в пункте 3.7 раздела 3. На вход VCC подается напряжение 5 В. Входы SDA и SCL подключаются к одноименным аналоговым выходам микроконтроллера при помощи модуль управления I2C, который управляется при помощи протокола передачи данных I2C.

4.9 Устройство управления

Информация о выбранной мембранной клавиатуре 3x4 представлена в пункте 3.8 раздела 3. Мембранная клавиатура подключается к цифровым входам микроконтроллера D7-D10 и цифровым выходам D11-D13. При нажатии клавиши замыкаются соответствующие вход и выход, что позволяет программно определить нажатую клавишу.

5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

5.1 Требования к разработке программного обеспечения

Разработанное микропроцессорное устройство собирает информацию о трех параметрах: наличии движения в охраняемом помещении, открытии двери в помещении и нанесении удара по окну.

Устройство работает следующим образом. При включении устройства загорается красный светодиод, который моргает пока не закончится инициализация датчиков, эта информация дублируется на дисплее. После окончания инициализации загорается зеленый светодиод, который сигнализирует о том, что устройство готово к работе. Когда пользователь нажимает клавишу «*» на матричной клавиатуре, устройство переходит в режим охраны и начинает считывать информацию с датчиков. При обнаружении движения, открытия двери или ударе по окну включается пьезодинамик, который начинает издавать звук и начинает моргать красный светодиод сигнализации. Сигнализация будет работать, до момента введения пользователем кода доступа и нажатия клавиши «#» на матричной клавиатуре. После этого сигнализация отключается и устройство переходит в режим ожидания.

5.2 Блок-схема алгоритма

Блок-схема — это схематичное представление процесса, системы или компьютерного алгоритма. Блок-схемы часто применяются в разных сферах деятельности, чтобы документировать, изучать, планировать, совершенствовать и объяснять сложные процессы с помощью простых логических диаграмм.

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

Блоки 2 – 3 представляют собой подготовку программы для дальнейшей работы (инициализация переменных и определение модулей, подключенных к микроконтроллеру). В блоке 4 выполняется инициализация устройства. Ключевыми являются блоки 5 – 29, которые реализуют саму логику программы в бесконечном цикле. В блоках 7, 8 происходит считывание цифрового кода с клавиатуры и запись этого кода в переменную. В блоках 9 – 13 происходит считывание данных с клавиатуры и, если нажата клавиша *, устройство переводится в режим охраны и выводится соответствующая надпись на дисплей. В блоке 14 проверяется находится ли устройство в режиме охраны, если нет, то программа переходит к блоку 5. В блоке 15 происходит определение нажата ли клавиша «#». В блоках 16-23 происходит проверка введенного цифрового кода с сохранённым в памяти программы кодом доступа. В случае совпадения, устройство переводится в режим ожидания и выводится соответствующая надпись на дисплей. В блоках 24-27 считываются показания датчика движения, датчика удара и датчика открытия.

В случае поступления информации о нарушении от датчиков, в блоках 28-29 происходит включение светозвуковой сигнализации и вывод информации о нарушении на дисплей.

5.3 Исходный код программы

Устройство считывает показания с датчика движения, датчика удара, датчика открытия, а также с матричной клавиатуры, а затем обрабатывает данные и в зависимости от результатов переводит устройство в режим охраны или ожидания, включает или отключает светозвуковую сигнализацию и выводит информацию на дисплей. Исходный код программного обеспечения под данное устройство можно найти в приложении Д.

На строках 1-7 объявляются директивы препроцессора.

На строках 9-11 подключаются сторонние библиотеки для работы с матричной клавиатурой, дисплеем по интерфейсу I2C.

На строках 13-36 происходит объявление и инициализация переменных и массивов

Функция `void setup()` (строки 38 – 47) необходима для начальной настройки контроллера, здесь задаются входные и выходные пины, а так же другие настройки. В данном случае для датчиков (строки 39-41) настраиваются контакты микроконтроллера для считывания входного сигнала, а для светодиодов и пьезодинамика настраиваются контакты микроконтроллера для подачи выходного. На строке 46 происходит вызов функции `initialisation()`.

Функция `void loop()` (строки 50 – 100) является главной, циклической функцией и работает на протяжении всей работы микроконтроллера. Здесь задается основная логика работы микроконтроллера. На начальном этапе работы функции считываются данные с матричной клавиатуры и записываются в переменную `code` (строки 52-56). На строках 57-59 проверяется нажата ли кнопка «*». Если нажата то вызывается функция `check_oxrana()`. На строке 60 происходит проверка значения переменной состояния режима охрана. На строках 61- 91 выполняется программный код в случае нахождения устройства в режиме охраны. На этих строках (62-67) происходит проверка на нажатие кнопки «#» и проверка на длину цифрового кода. На строках 69-71 происходит запись данных с датчиков в переменные. На строках 73-91 происходит обработка данных с датчиков. Программный код на строках 93-97 выполняется если устройство находится в режиме ожидания. На этих строках происходит отключение питания устройств сигнализации и подача питания на светодиод, сигнализирующий о том, что устройство находится в режиме ожидания.

Функция `void check_oxrana()` (строки 101 – 111) присваивает значение 1 переменной `oxrana`, очищает дисплей и выводит текст `Security mode:ON!`, а также подает питание на красный светодиод и отключает питание зеленого светодиода.

Функция `void check_code()` (строки 113 – 134) проверяет соответствие введенного пользователем цифрового кода сохраненному в памяти программы коду доступа. В случае совпадения на строках 116-124 происходит присваивание нулевого значения переменной `oxrana`, очистка переменной, хранящей введенный пользователем цифровой код, очистка дисплея и вывод текста `Security mode:OFF!`, а также происходит отключение питания красного светодиода и подача питания на зеленый светодиод. В случае не соответствия введенного пользователем цифрового кода сохраненному в памяти программы коду доступа на строках 126-133 происходит очистка переменной, хранящей введенный пользователем цифровой код, очистка дисплея и вывод текста `Incorrect code!`.

Функция `void check_code_lenght()` (строки 136 – 144) производит очистку переменной, хранящей введенный пользователем цифровой код, очистку дисплея и вывод текста `Incorrect code!`.

Функция `void alarm()` (строки 145 – 155) проверяет сколько прошло миллисекунд с начала работы программы и сравнивает со значением переменной `currentTime`, если прошло больше 75 миллисекунд, то переменной `currentTime` присваивается текущее значение времени работы программы и меняется значение переменных `ledState` и `buzzerState` на противоположное. После этого на пьезодинамик, светодиод сигнализации и красный светодиод индикации подается или не подается питание в зависимости от значения переменных `ledState` и `buzzerState`. Что в свою очередь вызывает мерцающий сигнал с тактовой частотой 150мс.

Функция `void display_alarm()` (строки 157 – 168) проверяет сколько прошло миллисекунд с начала работы программы и сравнивает со значением переменной `currentTimeLCD`, если прошло больше 5000 миллисекунд, то переменной `currentTimeLCD` присваивается текущее значение времени работы программы. После этого происходит очистка дисплея и вывод на дисплей текста `Attention Alarm!`. Что вызывает обновление данных на дисплее частотой 5 секунд.

Функция `void initialisation()` (строки 170 – 197) предназначена для инициализации устройства, в процессе которой при подаче питания датчики переходят в рабочий режим. В процессе выполнения функции происходит инициализация дисплея, включение подсветки и вывод текста `Initialization Please wait!`. После этого запускается цикл в процессе которого происходит пятикратное включение и выключение питания красного светодиода индикации с задержкой между переключением в одну

секунду. После окончания цикла происходит очистка дисплея, подача питания на зеленый светодиод индикации, сигнализирующий о том, что устройство находится в режиме ожидания и выводится текст на дисплей Initialization Completed. После задержки в одну секунду происходит очистка дисплея и вывод текста Security mode:OFF!.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над данным курсовым проектом было разработано работоспособное микропроцессорное устройство охраны предприятия торговли со своим программным обеспечением. Устройство работает в двух режимах: режиме охраны и режиме ожидания. В режиме охраны устройство отслеживает показания датчика движения, датчика удара и датчика открытия. При обнаружении незаконного проникновения на объект охраны происходит включение светозвуковой сигнализации, которая будет работать до момента ввода владельцем кода доступа. 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.

В дальнейшем планируется усовершенствование данного курсового проекта. Одним из таких улучшений является разработка возможности оповещения владельца о проникновении посредством GSM-связи, возможности снятия и постановки объекта в охрану при помощи RFID-меток, а также установки автономного источника питания

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1]. Вычислительные машины, системы и сети: дипломное проектирование (методическое пособие) [Электронный ресурс]: Минск БГУИР 2019. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_136308.pdf
- [2]. Документация Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://docs.arduino.cc/>
- [3]. Геддес, М. 25 крутых проектов с Arduino / М. Геддес; [пер. с англ. М. А. Райтмана]. – Москва: Эксмо, 2019. – 272 с.
- [4]. 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
- [5]. ATmega168-20U [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet/pdf/view/83753/ATMEL/ATMEGA168.html> – Дата доступа: 10.09.2023
- [6]. stm32f103rbt6 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/201599/STMICROELECTRONICS/STM32F103RBT6.html> – Дата доступа: 10.09.2023
- [7]. Статья – Датчики [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.electrolibrary.info/subscribe/sub_16_datchiki.htm – Дата доступа: 11.09.2023
- [8]. HC-SR501 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.mpja.com/download/31227.pdf> – Дата доступа: 12.09.2023
- [9]. PIR-SB312 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/PIRSB312/resources/SB312.pdf> – Дата доступа: 12.09.2023
- [10]. Grove - PIR Motion Sensor [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://robu.in/wp-content/uploads/2019/10/Grove-Mini-PIR-Motion-Sensor-User-Manual.pdf> – Дата доступа: 12.09.2023
- [11]. Датчик вибрации [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/datchik-vibracii-arduino/> – Дата доступа: 18.09.2021
- [12]. TZT 5V [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://estherjudina.blogspot.com/2019/08/tzt-5v-piezoelectric-film-vibration.html/> – Дата доступа: 18.09.2021
- [13]. Обзор модуля магнитного поля, геркон [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://robotchip.ru/obzor-modulya-magnitnogo-polya-gerkon/> – Дата доступа: 25.09.2023
- [14]. KY-021 Datasheet [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/1402032/Joy-IT/KY-021/1> – Дата доступа: 25.09.2023

[15]. KMS-30-B [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.chipdip.by/product0/8007035103> – Дата доступа: 25.09.2023

[16]. TMB-12A05 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://izotech.perm.ru/GoodsRes/100235_19931.pdf– Дата доступа: 28.09.2023

[17]. Пищалка – пьезодинамик Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://arduino-master.ru/uroki-arduino/pishhalka-pezdodinamik-arduino/> – Дата доступа: 28.09.2023

[18]. SCS-24P10, 24 мм, Пьезодинамик [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/product/scs-24p10>– Дата доступа: 01.10.2023

[19]. LCD 1602 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.waveshare.com/datasheet/LCD_en_PDF/LCD1602.pdf – Дата доступа: 01.10.2023

[20]. Specification For LCD Module 2004A [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://uk.betalayout.com/download/rk/RK-10290_410.pdf – Дата доступа: 02.10.2023

[21]. OLED 128x64 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.vishay.com/docs/37902/oled128o064dbpp3n00000.pdf> – Дата доступа: 02.10.2023

[22]. Мембранная клавиатура 4x4 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://components101.com/sites/default/files/Component_datasheet/4x4%20Keypad%20Module%20Datasheet.pdf /– Дата доступа: 02.10.2023

[23]. Мембранная клавиатура 3x4 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://cdn.sparkfun.com/assets/f/f/a/5/0/DS-16038.pdf>– Дата доступа: 02.10.2023

[24]. Механическая клавиатура 3x4 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://bretelkatut.ru/windows-7/matrichnaya-klaviatura-na-vosem-knopok-matrichnaya-klaviatura/> – Дата доступа: 03.10.2023

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Схема структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Схема функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Схема принципиальная

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Схема программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Листинг кода

```
#define PIN_LED_GREEN A0
#define PIN_LED_RED A1
#define PIN_PIR 6
#define PIN_LED_SIGNAL 2
#define PIN_SEN 3
#define PIN_GERKON 4
#define PIN_BUZZER 5

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Keypad.h>
// Задаем адрес и размерность дисплея.
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
String code; // переменная для кода
String password = "1234"; // код доступа
const byte ROWS = 4; // Количество рядов
const byte COLS = 3; // Количество строк
char keys[ROWS][COLS] = //массив символов клавиатуры
{
    {'1','2','3'},
    {'4','5','6'},
    {'7','8','9'},
    {'*','0','#'}};
};
byte rowPins[ROWS] = {7, 8, 9, 10}; // Выводы, подключение к
строкам
byte colPins[COLS] = {11, 12, 13}; // Выводы, подключение к
столбцам
//создание объекта клавиатура
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS,
COLS );

bool proniknovenie; // переменная обнаружения
bool oxrana=0; // переменная режима охраны
unsigned long currentTimeLCD;
unsigned long currentTime; // переменная времени
boolean ledState = 0; // переменная состояния светодиода
boolean buzzerState = 0;

void setup() {
    pinMode(PIN_PIR, INPUT); //назначение выводов
    pinMode(PIN_SEN, INPUT);
    pinMode(PIN_GERKON, INPUT);
    pinMode(PIN_LED_RED, OUTPUT);
```

```

pinMode(PIN_LED_GREEN, OUTPUT);
pinMode(PIN_BUZZER, OUTPUT);

initialisation(); //функция инициализации
}

void loop() {

    char key = keypad.getKey(); // Читаем состояние кнопок
    if
(key=='0' || key=='1' || key=='2' || key=='3' || key=='4' || key=='5' || key
=='6' || key=='7' || key=='8' || key=='9') {
        code+=key; // записываем код в переменную
    }
    if (key=='*'){ // если нажата *, перевести в режим охраны
        check_oxrana();
    }
    if(oxrana) // если включен режим охраны
    {
        if (key=='#'){ // если нажата #, проверить код доступа
            check_code();
        }
        if (code.length()>4){ // если длина введенного кода больше 4
            check_code_lenght(); // обнулить введенный код, вывести ошибку
        }
        // читаем состояние с датчиков
        int pirVal = digitalRead(PIN_PIR); //датчик движения
        int senVal = digitalRead(PIN_SEN); //датчик удара
        int gerkonVal = digitalRead(PIN_GERKON); //датчик открытия

        if (pirVal) // если обнаружено движение, то зафиксировать
        проникновение
        {
            proniknovenie=true;
            Serial.println("Motion detected");
        }
        if (senVal) // если обнаружен удар, то зафиксировать
        проникновение
        {
            proniknovenie=true;
            Serial.println("SEN detected");
        }
        if (gerkonVal) // если обнаружено открытие двери, то
        зафиксировать проникновение
        {
            proniknovenie=true;
            Serial.println("Gerkon detected");
        }
    }
}

```

```

    if (proniknovenie){ //Если зафиксировано проникновение, то
включить сигнализацию
        alarm();
        display_alarm();
    }
}
else { // если включен режим ожидания
    digitalWrite(PIN_LED_RED, LOW); // отключить сигнализацию
    digitalWrite(PIN_BUZZER, LOW);
    digitalWrite(PIN_LED_SIGNAL, LOW);
    proniknovenie=false;
}
}
void check_oxrana() // функция перевода в режим охраны
{
    oxrana=1; //режим охраны включен
    lcd.clear(); // вывод на дисплей
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("Security mode:");
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("ON!");
    digitalWrite(PIN_LED_RED, HIGH); //включить красный светодиод
    digitalWrite(PIN_LED_GREEN, LOW); //отключить зеленый
светодиод
}
void check_code() // функция проверки введенного кода
{
    if (code.equals(password)){
        code=""; // обнуление кода
        oxrana=0; //режим охраны отключен
        lcd.clear(); // вывод на дисплей
        lcd.setCursor(1,0);
        lcd.print("Security mode:");
        lcd.setCursor(6,1);
        lcd.print("OFF!");
        digitalWrite(PIN_LED_RED, LOW); //отключить красный светодиод
        digitalWrite(PIN_LED_GREEN, HIGH); //включить зеленый
светодиод
    }else
    {
        code=""; // обнуление кода
        lcd.clear(); // вывод на дисплей
        lcd.setCursor(3,0);
        lcd.print("Incorrect!");
        lcd.setCursor(5,1);
        lcd.print("code!");
    }
}
void check_code_lenght() // функция проверки длины введенного кода

```



```

{
    code=""; // обнуление кода
    lcd.clear(); // вывод на дисплей
    lcd.setCursor(3,0);
    lcd.print("Incorrect!");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("code!");
}
void alarm() { // функция сигнализации
    if (millis() - currentTime > 75) // проверяем сколько прошло
    миллисекунд
    {
        currentTime = millis();
        ledState=!ledState; // меняем состояние светодиода на
        противоположное
        buzzerState=!buzzerState; // меняем состояние динамика на
        противоположное
        digitalWrite(PIN_LED_RED, ledState);
        digitalWrite(PIN_BUZZER, buzzerState);
        digitalWrite(PIN_LED_SIGNAL, buzzerState);
    }
}
void display_alarm() // функция сигнализации на дисплее
{
    if (millis() - currentTimeLCD > 5000)
    {
        currentTimeLCD=millis();
        lcd.clear(); // вывод на дисплей
        lcd.setCursor(3,0);
        lcd.print("Attention");
        lcd.setCursor(5,1);
        lcd.print("Alarm!");
    }
}
void initialisation() // функция инициализации
{
    lcd.init(); // вывод на дисплей
    lcd.backlight();
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("Initialization!");
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print("Please wait!");
    for(int i=0; i<5; i++){ // 5 раз моргнуть светодиодом
        digitalWrite(PIN_LED_RED, HIGH);
        delay(1000);
        digitalWrite(PIN_LED_RED, LOW);
        delay(1000);
    }
    lcd.clear();
}

```

```
digitalWrite(PIN_LED_GREEN, HIGH); // включить зеленый светодиод
lcd.setCursor(1,0); // вывод на дисплей
lcd.print("Initialization!");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print("Completed!");
delay(1000);
lcd.clear();

lcd.setCursor(1,0); // вывод на дисплей
lcd.print("Security mode:");
lcd.setCursor(6,1);
lcd.print("OFF!");
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

Перечень элементов

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

Ведомость документов