

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Промышленная электроника»

(наименование)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Электроника и робототехника

(направленность (профиль)/специальности)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Охранная система с функцией освещения

Обучающийся

М.П. Терпелов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, Е.С. Глибин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

О.А. Головач

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Выпускная квалификационная работа включает введение, восемь разделов, и 33 рисунка. В заключении содержатся выводы по проделанной работе, а также приводится список литературы, включая зарубежные источники. В работе определены актуальность темы и цель исследования. Общий объем работы составляет 59 страниц.

В работе создана охранная система с функцией освещения.

Целью данной работы является разработка и внедрение охранной системы с функцией освещения, способной обеспечить безопасность жилого или коммерческого объекта. В процессе выполнения работы исследованы существующие решения, выбраны подходящие компоненты, создан прототип системы и выполнено его тестирование. Охранная система успешно регистрирует движение объектов, и посылает ответные управляющие сигналы. Так же уделяется внимание стабильности системы, простоте ее использования и экономической эффективности.

Выпускная работа состоит из следующих разделов: обзор охранных систем и актуальность разработки, выбор и разработка комплектующих для охранной системы, разработка структурной схемы с перечнем оборудования, разработка схемы электрических соединений, разработка программных алгоритмов в виде блок схем, результаты экспериментальных испытаний, безопасность и экологичность проекта, экономическое обоснование проекта.

В заключении представлены выводы, подтверждающие достижение поставленной цели.

ABSTRACT

The graduate qualification work includes an introduction, eight sections, and 33 figures. The conclusion contains findings on the work done, as well as a list of literature, including foreign sources. The work defines the relevance of the topic and the purpose of the study. The total volume of the work is 59 pages.

In the work created a security system with the function of lighting.

The purpose of this work is to design and implement a security system with a lighting function that can provide security for a residential or commercial facility. In the course of the work, existing solutions are researched, suitable components are selected, a prototype system is created and tested. The security system successfully registers the movement of objects, and sends response control signals. Attention is also paid to the stability of the system, its ease of use and cost effectiveness.

Graduate work consists of the following sections: review of security systems and the relevance of development, selection and development of components for the security system, development of a structural diagram with a list of equipment, development of electrical connections, development of program algorithms in the form of block diagrams, the results of experimental testing, safety and environmental friendliness of the project, economic justification of the project.

The conclusion presents the findings confirming the achievement of the goal.

Содержание

Введение	5
1 Обзор охранных систем и актуальность разработки	8
1.1 Виды систем сигнализации	8
1.2 Охранные системы на рынке продаж.....	9
1.3 Логика работы разрабатываемой охранной системы.....	13
2 Выбор и разработка комплектующих для охранной системы	15
2.1 Выбор микроконтроллера.....	17
2.2 Выбор датчика движения	24
2.3 Выбор инструмента ввода пароля	26
2.4 Элементы питания	28
2.5 Разработка элементов освещения.....	30
3 Разработка структурной схемы	33
4 Разработка электрической схемы соединений.....	35
5 Разработка программного алгоритма работы охранной системы	37
6 Результаты экспериментальных испытаний	50
7 Безопасность и экологичность проекта.....	53
8 Экономическая эффективность	55
Заключение	56
Список используемой литературы и используемых источников	57

Введение

Системой охранной сигнализации называют комплекс взаимосвязанных технических средств, установленных на объектах с целью обнаружения несанкционированного проникновения [12]. Система получает информацию от датчиков, собирает, анализирует ее и передает пользователю в удобном виде для дальнейшего чтения и обработки. Охранная сигнализация может устанавливаться на различные объекты, такие как офис, школа или дом.

Основная функция охранных сигнализаций заключается в мониторинге окружающей обстановки и оповещении охранной службы или владельца в случае обнаружения подозрительной активности. Сигналы могут быть переданы по проводным или беспроводным каналам связи, таким как телефонные линии, интернет или мобильная сеть.

Условно все охранные системы можно разделить на два типа:

- автономные, которые при обнаружении проникновения, или другой угрозы в плане безопасности, привлекают внимание, включая звуковую и световую сигнализацию. Как правило, такие системы устанавливаются на небольших объектах, например техническое помещение, сезонное строение, или гараж;
- централизованные, которые являются частью другой какой либо системы, и образуют, например, с системой пожарной сигнализации и видеонаблюдения, единую систему. Подключаются к центральному пульту управления и устанавливаются на крупных объектах.

Рассмотрим основные термины в охранной сигнализации. Датчики принято называть охранными извещателями, приемно-контрольный прибор (ПКК) – хабом. ПКК принимает сигналы от охранных извещателей, выдает информацию на пультах охранных компаний. Кроме этого он так же может выполнять и другие функции [7].

Стандартное строение охранной сигнализации не зависит от ее сложности. В ее состав входит:

- датчики различного типа – акустические, магнитоконтактные и т. д.;
- приемно-контрольный прибор (ПКП);
- исполнительные устройства, к которым относятся средства оповещения и передачи тревожных сообщений;
- пульт или панель управления, оснащенные дисплеем, кнопками/клавишами и т. д.;
- соединительные кабели (если система не является беспроводной);
- блок питания.

Управляющая панель может быть оборудована системой распознавания голоса и/или сканером отпечатков пальцев.

Структурная схема типовой охранной сигнализации представлена на рисунке 1 [11].

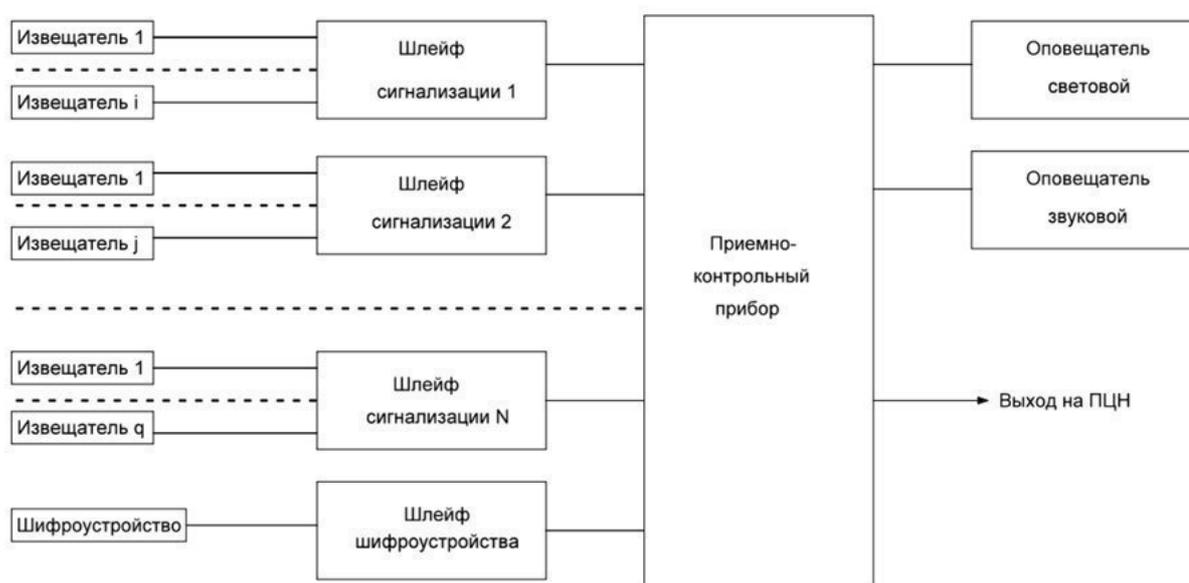


Рисунок 1 – Структурная схема типовой охранной сигнализации

Структурная схема показывает, что в системе охранной сигнализации используются извещатели (датчики), которые подключены к центральному

прибору управления. Они передают сигналы на центральный прибор, который управляет оповещательными средствами, такими как световые и звуковые сигналы. К центральному прибору также подключено шифровальное устройство, которое позволяет авторизованным лицам входить на охраняемую территорию без активации тревожной сигнализации.

Современные системы охранных сигнализаций также могут включать функции видеонаблюдения, дистанционного управления через мобильные устройства, интеграцию с другими системами безопасности (например, пожарной сигнализацией или системами контроля доступа) и даже использование технологий искусственного интеллекта для анализа данных и определения угроз.

Эти системы предоставляют дополнительный уровень защиты для домов, офисов, коммерческих объектов и других мест, где необходимо обеспечить безопасность имущества и людей.

1 Обзор охранных систем и актуальность разработки

1.1 Виды систем сигнализации

Рассмотрим основные виды систем сигнализации, их характеристики и сравним применимость в различных ситуациях.

Первый вид системы это аналоговый (шлейфовой). Аналоговые системы охранной сигнализации функционируют по принципу непрерывного обмена информацией между датчиками и центральной панелью управления. Это означает, что центральная панель постоянно получает информацию о состоянии как самих датчиков, так и окружающей обстановки. Благодаря такому непрерывному мониторингу система способна быстро реагировать на любые аномалии и предупреждать о них операторов на пульту охраны или других заинтересованных лиц, например, владельцев домов или руководителей предприятий. Это явное преимущество перед пороговыми системами, которые имеют только два режима работы: "норма" и "тревога".

Второй вид системы адресный. Адресные системы охранной сигнализации отличаются от неадресных тем, что каждый установленный датчик имеет свой уникальный адрес или идентификатор. Это означает, что при поступлении сообщения о тревожном событии на центральную панель управления также передается информация о конкретном месте, где произошло нарушение. Такой подход позволяет оперативно реагировать на инциденты и принимать необходимые меры для задержания нарушителя. Установка адресного оборудования оправдана на объектах высокой значимости, где каждая минута имеет значение, а также на объектах с большой площадью и сложной планировкой. Точное определение места вторжения позволяет быстрее реагировать и предотвращать преступления. Главные преимущества адресных систем – высокая надежность и точная локализация происшествий. Однако их установка может быть дороже и более сложной по сравнению с неадресными системами.

Рассмотрим третий вид системы: адресно-аналоговый. Адресно-аналоговые системы охранной сигнализации представляют собой наиболее информативный вариант. Датчики, установленные в таких системах, не только передают информацию о своем адресе на центральную панель управления, но и постоянно обновляют текущие значения контролируемых параметров, таких как уровень вибрации или звуковая обстановка. Кроме того, центральная панель получает данные о состоянии самого датчика, что позволяет оперативно заменить или отремонтировать его в случае неисправности без отключения всей системы. Дополнительным преимуществом адресно-аналоговых систем является возможность настройки параметров без необходимости выключения системы. Хотя установка таких систем обходится дороже, они обладают высочайшей надежностью.

1.2 Охранные системы на рынке продаж

На рынке существует множество охранных систем различных производителей и с разными функциональными возможностями. Выбор конкретной охранной системы зависит от потребностей, бюджета и характеристик объекта, который требуется защитить.

Беспроводные охранные системы легки в установке, так как они не требуют проводной инфраструктуры. Они подходят для небольших объектов, таких как квартиры или небольшие офисы. Проводные охранные системы обеспечивают более надежное соединение, что делает их идеальным выбором для крупных объектов, таких как дома или коммерческие здания. Так же существует третий вид системы, это смарт-системы. Они обычно подключаются к интернету и позволяют управлять охраной через мобильные устройства. Включают в себя функции видеонаблюдения, дистанционного управления и уведомления в реальном времени.

Перед покупкой охранной системы важно определить требования к безопасности и провести исследование рынка для выбора наиболее

подходящего варианта. Также стоит обратить внимание на репутацию производителя или поставщика, качество обслуживания и гарантии.

Рассмотрим охранные сигнализации, которые имеются в продаже на сайте rusmarta.ru [6].

На рисунке 2 представлена охранно-пожарная GSM сигнализация Ps-Link G10C «Страж Универсал».



Рисунок 2 – Охранно-пожарная GSM сигнализация Ps-Link G10C «Страж Универсал»

Эта система использует передовую технологию обработки цифрового сигнала, что обеспечивает высокую надежность и минимизирует ложные срабатывания. Устройство имеет простой дизайн, но обладает мощными функциями, такими как предотвращение пожара, кражи, утечки газа, взломов и информирование о чрезвычайных ситуациях, вызванных, например, ухудшением самочувствия пожилых или больных людей. Кроме того, оно может подключать как проводные, так и беспроводные датчики с функциями, такими как защита от помех и ложных срабатываний, а также обеспечение надежности передачи сигнала. Это устройство широко применяется для создания систем сигнализации в жилых помещениях, магазинах, офисах и загородных домах.

В данной модели предусмотрено 70 беспроводных зон, 3 проводные зоны, оповещение происходит через звонки и СМС, WiFi отсутствует. Стоимость данной сигнализации на момент написания работы составляет 5 400 рублей. С увеличением стоимости охранной системы, увеличивается количество поддерживаемых беспроводных и проводных зон, а так же поддержка WiFi. Например, в сигнализации Ps-Link PG500-TY «Страж Экспресс», представленной на рисунке 3, уже 200 беспроводных зон и 8 проводных зон.



Рисунок 3 – Охранно-пожарная WIFI/GSM сигнализация Ps-Link PG500-TY «Страж Экспресс»

Стоимость данной сигнализации на момент написания работы составляет 6 452 рубля. Так же в преимуществах данной модели находится кодаборная панель, которая позволяет снять и поставить систему под охрану с помощью кнопок на передней панели и уникального защитного кода от сигнализации.

Следующие, более дорогие модели (например, охранно-пожарная GSM-WIFI сигнализация Ps-Link G12), уже имеют в своей комплектации камеру, но там отсутствуют проводные зоны, а беспроводных зон стало меньше, уже 99 штук.

Проанализируем другой сайт по продаже охранных сигнализаций proline-rus.ru [8]. Он представлен на рисунке 4. Ситуация соответствует предыдущему магазину. Стоимость зависит от возможностей сигнализации и от бренда производителя.

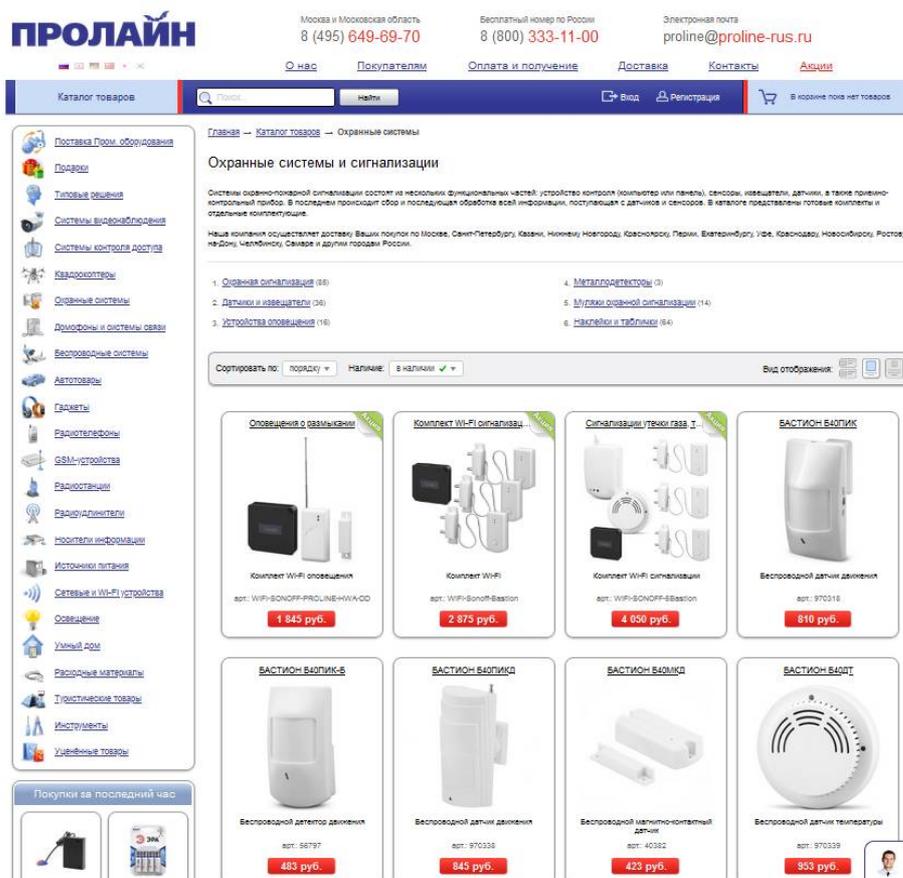


Рисунок 4 – Сайт proline-rus.ru

При выборе охранной системы важно учитывать, что даже доступные по цене варианты требуют тщательного подбора и адаптации их характеристик под конкретные задачи. Иногда бывает сложно найти идеально подходящий вариант, который полностью соответствует требованиям безопасности объекта.

Именно поэтому целесообразно разработать собственную охранную систему. Это позволяет создать уникальное решение, точно соответствующее потребностям и особенностям объекта. При разработке собственной системы можно учесть все необходимые факторы и функции, которые важны, и обеспечить высокий уровень безопасности.

Хотя процесс разработки собственной охранной системы может быть более времязатратным и требовать навыков в области технологий безопасности, он может оказаться наиболее эффективным в долгосрочной перспективе.

1.3 Логика работы разрабатываемой охранной системы

После тщательного анализа рынка и изучения существующих охранных систем можно сделать вывод, что в современном мире вопрос безопасности является актуальным и востребованным. Однако, даже среди множества доступных вариантов на рынке, имеет смысл разработка собственной охранной системы, специально адаптированной под потребности и особенности объекта.

На основе этого вывода решено начать с создания прототипа охранной системы на макете дома. Этот прототип будет не только демонстрировать логику работы системы, но и позволит более глубоко понять ее потенциальные преимущества и недостатки. Такой подход поможет принять обоснованное решение о дальнейших шагах в разработке собственной охранной системы.

Разрабатываемый прототип будет иметь следующую логику функционирования:

- при подходе к входной двери дома срабатывает первый датчик, что активирует освещение вокруг двери, обеспечивая безопасность при входе;
- после этого пользователь вводит пароль на кодовом замке. Если пароль введен правильно, система разрешает доступ в помещение. В противном случае срабатывает сигнализация, предупреждая о несанкционированной попытке входа;
- после входа в помещение срабатывает второй датчик движения. Если все три этапа – при подходе к двери, вводе пароля и движении внутри помещения - успешно пройдены, система включает освещение внутри помещения, обеспечивая комфорт и безопасность.

Такой прототип охранной системы демонстрирует базовую логику работы и ее ключевые функции. Предварительный этап разработки прототипа позволит оценить эффективность и практичность такой системы на практике, а также внести необходимые коррективы в дизайн и функциональность. В настоящее время, когда безопасность становится все более актуальной, создание таких инновационных систем защиты поможет обеспечить комфорт и спокойствие для людей, живущих в домах и квартирах.

2 Выбор и разработка комплектующих для охранной системы

В процессе создания прототипа охранной системы необходимо определиться с ее комплектующими. Нужно будет создать непосредственно макет «умного дома», в который потом интегрировать различные компоненты и функциональные элементы. Для этого можно использовать различные материалы и конструктивные решения. Рассмотрим возможные варианты реализации подобного макета:

- картонная коробка. Простые и доступные материалы, такие как картонные коробки, могут быть использованы для создания базовой структуры «умного дома». Их можно легко модифицировать и адаптировать под нужды прототипа.
- деревянная или пластиковая модель. Можно создать более прочную и реалистичную модель «умного дома». Это позволит точнее воплотить дизайн и функциональность прототипа;
- 3D-печать. использование 3D-печати позволит создать детализированный и эстетичный макет «умного дома». Можно смоделировать дом в специальных программах и напечатать его на 3D-принтере.

Выбор подходящей основы для макета умного дома зависит от конкретной задачи, доступных ресурсов и уровня желаемой реалистичности. Важно, чтобы основа была удобной для работы с дополнительными компонентами и обеспечивала достаточное пространство для интеграции всех элементов охранной системы.

Для текущей задачи подойдет вариант второй вариант – деревянная или пластиковая модель. Создание собственной модели из дерева или пластика позволит точнее контролировать конструкцию и размеры макета, а также легко внедрить дополнительные элементы, такие как датчики, светодиоды и кнопки управления.

Однако, альтернативным и более простым вариантом является поиск подходящего кукольного домика в магазине игрушек и его модернизация. Кукольный домик уже имеет базовую структуру, окна, двери и комнаты, что значительно упростит процесс создания макета умного дома. Путем внедрения дополнительных компонентов, таких как сенсоры, микроконтроллеры и активные элементы, обычный кукольный домик превратится в функциональный прототип системы «умного дома» с охранной системой.

Такой подход не только экономит время и ресурсы, но и позволяет быстрее перейти к тестированию и демонстрации функциональности прототипа. Кроме того, использование игрушечного домика может добавить креативности в процесс создания прототипа.

Изучив множество магазинов игрушек, был обнаружен подходящий домик, который представлен на рисунке 5 [1].



Рисунок 5 – Кукольный дом в качестве основы для проекта

Для реализации описанных функций системы «умного дома» с охранной системой нам потребуются следующие компоненты электроники:

- микроконтроллер,
- датчики движения,
- инструменты ввода пароля,
- элементы питания,
- элементы освещения,
- элементы сигнализации.

2.1 Выбор микроконтроллера

Описанные выше компоненты будут подключены к микроконтроллеру, который будет осуществлять управление всей системой. Микроконтроллер будет принимать сигналы от датчиков движения, проверять введенные пароли и управлять освещением в зависимости от условий. Рассмотрим варианты микроконтроллеров, которые могут быть использованы для выполнения работы.

Рассмотрим первый вариант – микроконтроллеры Arduino. На рисунке 6 представлены разновидности плат Arduino [10].



Рисунок 6 – Разновидности плат Arduino

Arduino – это платформа с открытым исходным кодом, которая предоставляет простой и доступный способ создания прототипов электронных устройств.

Arduino имеет широкое сообщество разработчиков и множество библиотек, что делает его отличным выбором для начинающих и опытных разработчиков [15]. Она включает в себя микроконтроллеры семейства AVR или ARM и интегрированную среду разработки (IDE), которая обеспечивает простой и удобный способ программирования и загрузки кода на устройства. В контексте системы «умного дома» Arduino может использоваться для управления различными компонентами, такими как датчики движения, освещение, кодовые замки и многое другое. Он обеспечивает гибкую и надежную основу для создания прототипов системы охраны и автоматизации домашних устройств.

Следующий вариант микроконтроллера для охранной системы это Raspberry Pi, представленная на рисунке 7.



Рисунок 7 – Raspberry Pi 4 Model B from the side

Raspberry Pi – это маленький одноплатный компьютер, который обладает достаточной вычислительной мощностью для управления системой умного дома. Он имеет встроенные интерфейсы GPIO (общего назначения ввода-вывода), которые позволяют подключать различные датчики, реле и другие компоненты. Разработан с целью обучения информатике и электронике, а также для создания различных проектов в области Интернета вещей (IoT), робототехники, медиацентров и других [22].

Raspberry Pi оснащен процессором ARM с различными характеристиками мощности в зависимости от модели. Несмотря на свою небольшую форму и стоимость, Raspberry Pi обладает достаточной вычислительной мощностью для выполнения различных задач, включая обработку данных с датчиков, управление периферийными устройствами и работу с сетью. Raspberry Pi обычно имеет различные интерфейсы, такие как HDMI для подключения к монитору или телевизору, USB для подключения периферийных устройств, а также Ethernet и Wi-Fi для подключения к сети Интернет.

Raspberry Pi поддерживает различные операционные системы, включая Raspbian (основанную на Debian Linux), Ubuntu, Windows IoT и другие. Эти операционные системы обеспечивают широкие возможности для разработки и запуска приложений на Raspberry Pi. Он отличается невысокой стоимостью по сравнению с традиционными компьютерами. Это делает его доступным для широкого круга пользователей, включая студентов, энтузиастов и профессиональных разработчиков.

Raspberry Pi имеет огромное сообщество пользователей и разработчиков, которые активно обмениваются опытом, создают и делятся проектами и решениями. Это обеспечивает поддержку и помощь при разработке и реализации различных проектов на базе Raspberry Pi.

В контексте системы «умного дома», Raspberry Pi может использоваться для управления различными аспектами, такими как управление освещением, термостатами, системами безопасности и многое

другое. Благодаря своим возможностям и гибкости, Raspberry Pi является популярным выбором для создания прототипов и реальных проектов умного дома.

Третьим вариантом для охранной системы это микроконтроллеры ESP8266 и ESP32, представленные на рисунке 8.



Рисунок 8 – Микроконтроллеры ESP8266 и ESP32

ESP8266 и ESP32 – это микроконтроллеры, разработанные компанией Espressif Systems, которые специально предназначены для создания подключенных устройств и Интернета вещей (IoT). Они отличаются высокой производительностью, встроенными беспроводными модулями Wi-Fi и Bluetooth, а также широкими возможностями для подключения различных периферийных устройств [16]. Рассмотрим подробно каждый из них.

ESP8266 имеет встроенный Wi-Fi модуль, который обеспечивает возможность подключения к беспроводным сетям Wi-Fi. Это позволяет устройствам на базе ESP8266 обмениваться данными по беспроводной сети и подключаться к Интернету [25]. ESP8266 отличается низкой стоимостью, что делает его очень популярным среди энтузиастов и разработчиков для создания дешевых и доступных устройств IoT. У ESP8266 есть GPIO (общего назначения ввода-вывода) порты, которые позволяют подключать различные датчики, светодиоды, дисплеи и другие периферийные устройства. ESP8266

имеет достаточную вычислительную мощность для выполнения различных задач, включая управление устройствами и обмен данными по Wi-Fi.

ESP32 имеет не только встроенный Wi-Fi модуль, но и модуль Bluetooth, что расширяет его возможности для подключения к различным устройствам и сетям [9]. ESP32 оснащен двухъядерным процессором, что обеспечивает более высокую производительность и возможность одновременного выполнения нескольких задач. По сравнению с ESP8266, у ESP32 больше GPIO портов, что делает его более гибким для подключения большего количества периферийных устройств. ESP32 имеет режимы низкого энергопотребления, что делает его идеальным выбором для батарейных или портативных устройств IoT.

Оба микроконтроллера имеют широкую популярность среди разработчиков и энтузиастов IoT благодаря своей производительности, возможностям подключения к беспроводным сетям и широкой поддержке сообщества разработчиков. Они идеально подходят для создания умных устройств, систем безопасности, мониторинга окружающей среды и многого другого.

В завершении рассмотрим микроконтроллеры Particle Photon и Electron. Это микроконтроллеры и облачные платформы, разработанные компанией Particle (ранее известной как Spark). Они предназначены для создания подключенных устройств и Интернета вещей (IoT) с возможностью удаленного управления и мониторинга через облачную инфраструктуру Particle [21].

Particle Photon (представленный на рисунке 9) оснащен встроенным Wi-Fi модулем, который позволяет устройству подключаться к беспроводным сетям Wi-Fi для обмена данными и управления через Интернет. Photon интегрируется с облачной платформой Particle, которая обеспечивает удаленное управление и мониторинг устройств через интернет. Это позволяет разработчикам создавать приложения для управления устройствами и анализа данных в облаке. Particle Photon предоставляет

простой и понятный интерфейс для программирования и настройки устройства. Он поддерживает язык Arduino, что делает его доступным для широкого круга разработчиков [20].

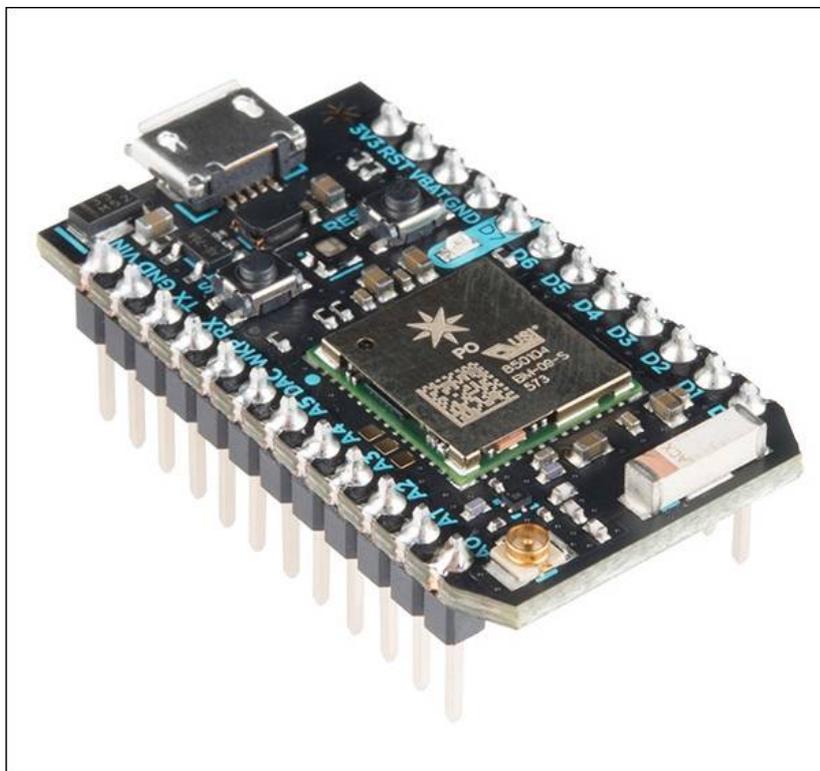


Рисунок 9 – Particle Photon

Particle Electron (рисунок 10) оснащен встроенным модемом для мобильной связи (GSM или LTE), что позволяет устройству подключаться к сотовым сетям для передачи данных. Это делает его хорошим выбором для развертывания устройств IoT в удаленных местах, где отсутствует Wi-Fi покрытие [19]. Particle Electron поддерживает работу от аккумуляторов, что делает его подходящим для портативных или батарейных устройств IoT. Как и Particle Photon, Electron интегрируется с облачной платформой Particle, что обеспечивает удаленное управление и мониторинг через интернет.

Particle Photon и Electron позволяют разработчикам быстро создавать подключенные устройства и приложения IoT с минимальными затратами на разработку и инфраструктуру. Их простота использования, поддержка

облачной инфраструктуры и гибкость делают их популярным выбором для различных проектов и приложений в области Интернета вещей.



Рисунок 10 – Particle Electron

После внимательного рассмотрения всех доступных вариантов микроконтроллеров для проекта, было принято решение выбрать Arduino. Arduino Uno – это наиболее подходящий выбор для нас из-за его простоты использования, надежности и широкой поддержки сообщества разработчиков.

Если в процессе разработки обнаружится, что микроконтроллер Arduino Uno не обладает достаточным количеством портов для подключения всех необходимых периферийных устройств, в этой ситуации будет произведена замена на Arduino Mega. Arduino Mega обладает значительно большим количеством цифровых и аналоговых портов, что обеспечит достаточную гибкость для подключения всех компонентов нашего проекта.

Этот переход будет довольно простым, поскольку Arduino Mega полностью совместим с Arduino IDE и использует те же языки программирования и средства разработки. После замены микроконтроллера

Arduino Uno на Arduino Mega можно продолжить разработку проекта без каких-либо значительных изменений в коде или аппаратуре.

2.2 Выбор датчика движения

Для обнаружения движения в прототипе охранной системы, потребуется использовать инфракрасный (PIR) датчик движения или ультразвуковой датчик. Эти датчики способны обнаруживать движение в определенной зоне и отправлять сигнал на микроконтроллер для активации освещения.

Представленный на рисунке 11 датчик движения на основе пирозлектрического эффекта (PIR) часто применяется в системах безопасности и в бытовых условиях для обнаружения движения в помещении. Например, автоматическое включение освещения в подъезде основано на принципе обнаружения движения [3].



Рисунок 11 – PIR датчик движения

Пирозлектрический сенсор способен реагировать на движение тепловых объектов, таких как люди и животные. Такие датчики часто

применяются на раздвижных дверях, которые автоматически открываются при приближении человека.

Сигнал, поступающий с сенсора, представляет собой простой цифровой сигнал: в состоянии покоя, когда движения нет, сигнальный контакт удерживается в логическом нуле. Однако, как только обнаруживается движение, сигнальный контакт на короткое время переходит в логическую единицу.

Ультразвуковой датчик расстояния (рисунок 12), также известный как дальномер, представляет собой прибор, предназначенный для определения расстояния до определенного объекта [14].

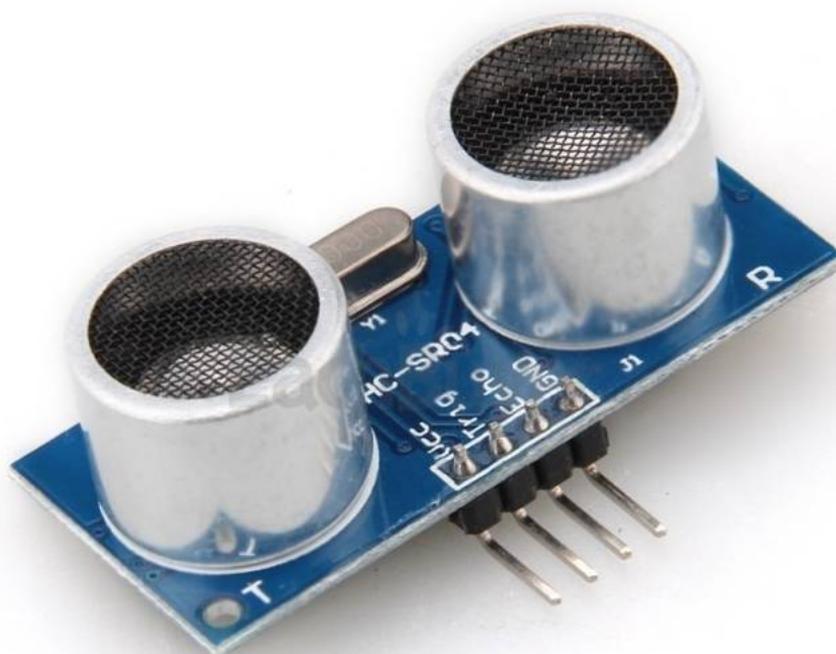


Рисунок 12 – Ультразвуковой датчик расстояния

Принцип функционирования ультразвукового датчика HC-SR04 заключается в определении времени, за которое отраженный звук возвращается обратно к датчику. Это достигается путем отправки звукового

импульса в определенном направлении и затем измерения времени, прошедшего до получения отраженного эха. Затем, используя известную скорость распространения ультразвука в воздухе (приблизительно 340 м/с), датчик рассчитывает расстояние до препятствия путем определения временной задержки между отправкой и приемом звукового сигнала [24].

В результате рассмотрения различных факторов и особенностей вашего проекта мы приняли решение выбрать PIR датчик движения. Выбор PIR датчика обусловлен его высокой чувствительностью к тепловым изменениям, простотой использования, низким энергопотреблением и надежностью, что делает его оптимальным решением для проекта.

2.3 Выбор инструмента ввода пароля

Для реализации ввода пароля можно использовать различные инструменты и устройства, например:

- клавиатура. Обычная компьютерная или числовая клавиатура, подключенная к микроконтроллеру или другому устройству, может быть использована для ввода пароля;
- тачпад или сенсорный экран. Сенсорные устройства ввода, такие как тачпад или сенсорные экраны, могут обеспечить удобный и быстрый ввод пароля путем прикосновения к соответствующим зонам или нажатия на экран;
- кнопки или переключатели: Можно использовать физические кнопки или переключатели для ввода пароля. Например, каждая кнопка может соответствовать отдельной цифре или символу пароля;
- биометрические датчики. Для более безопасного ввода пароля можно использовать биометрические датчики, такие как сканер отпечатков пальцев, сканер сетчатки глаза или системы распознавания лица.
- голосовое управление. Системы голосового управления могут также использоваться для ввода пароля, где пользователь произносит пароль

вслух, и его голос анализируется и сравнивается с заранее сохраненным шаблоном;

– мобильные устройства. Мобильные устройства, такие как смартфоны или планшеты, могут быть использованы для ввода пароля через приложения или специальные мобильные клавиатуры.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и подходит для различных сценариев использования, и выбор конкретного инструмента зависит от требований проекта и предпочтений пользователя.

Рассмотрим матричную клавиатуру для ввода пароля (рисунок 13). Матричная клавиатура – это устройство ввода, представляющее собой массив клавиш, организованных в виде матрицы. Обычно такие клавиатуры имеют прямоугольную форму и могут содержать разное количество клавиш в зависимости от их конфигурации [1].

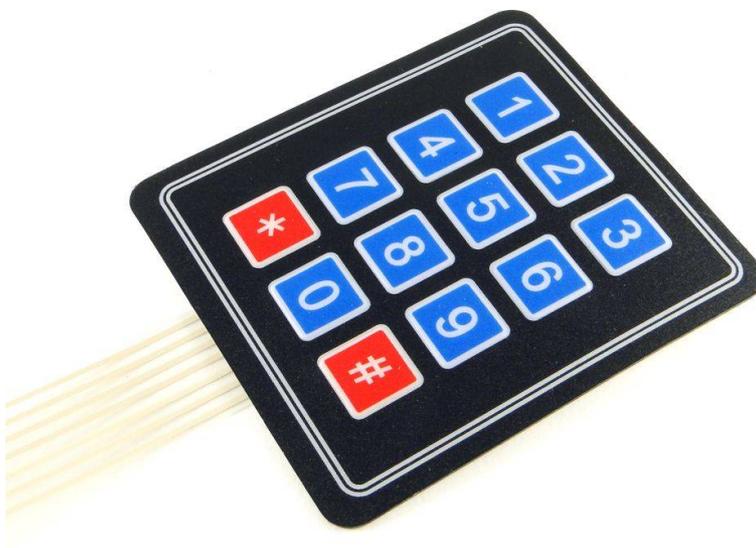


Рисунок 13 – Матричная клавиатура

Клавиатура разделена на ряды и столбцы, образующие матрицу. Каждая клавиша клавиатуры соединена с определенным рядом и столбцом.

Например, клавиша «А» может быть соединена с 1-м рядом и 1-м столбцом, а клавиша «В» – с 1-м рядом и 2-м столбцом и так далее.

Для определения нажатых клавиш контроллер клавиатуры сканирует клавиши последовательно, проверяя состояние каждого ряда и столбца. Процесс сканирования происходит быстро, благодаря чему реакция клавиатуры на нажатие клавиши происходит практически мгновенно [17].

Каждая клавиша в матрице имеет свой уникальный идентификатор, который представлен комбинацией номера строки и номера столбца. Например, клавиша «А» может быть закодирована как (1,1), а клавиша «В» – как (1,2) [5].

Когда пользователь нажимает на клавишу, контакты соответствующего ряда и столбца замыкаются, образуя электрическую цепь. Контроллер клавиатуры обнаруживает эту замыкающуюся цепь и определяет, какая клавиша была нажата, исходя из номера строки и столбца. Когда нажатие клавиши определено, контроллер клавиатуры передает информацию о нажатой клавише в подключенное устройство (например, компьютер или микроконтроллер), которое затем обрабатывает эту информацию и выполняет соответствующее действие.

Таким образом, матричная клавиатура представляет собой эффективное и компактное устройство ввода, которое использует матричное кодирование и схему сканирования для определения нажатых клавиш и передачи данных в подключенное устройство. Она отлично подойдет как инструмент ввода пароля в разрабатываемом прототипе охранной системы.

2.4 Элементы питания

Для питания прототипа охранной системы можно использовать различные источники энергии в зависимости от требований проекта и условий эксплуатации.

Рассмотрим возможные варианты питания устройства:

- батарейное питание. Одним из наиболее удобных и портативных способов питания является использование батарей (рисунок 14). Можно выбрать стандартные батарейки или аккумуляторы, которые легко заменяются при необходимости;
- адаптер переменного тока (AC/DC). Если устройство будет использоваться в помещении, его можно питать от стандартной электрической розетки с помощью адаптера переменного тока. Это обеспечит стабильное питание без необходимости замены батареек;
- солнечные панели. Если устройство будет установлено на улице или в месте, где нет доступа к электричеству, можно рассмотреть использование солнечных панелей для питания. Солнечные панели преобразуют солнечную энергию в электричество и могут поддерживать работу устройства в течение длительного времени [13].
- подключение к сети электропитания. В некоторых случаях можно подключить устройство к существующей системе электропитания, если это предусмотрено условиями эксплуатации и требованиями безопасности.

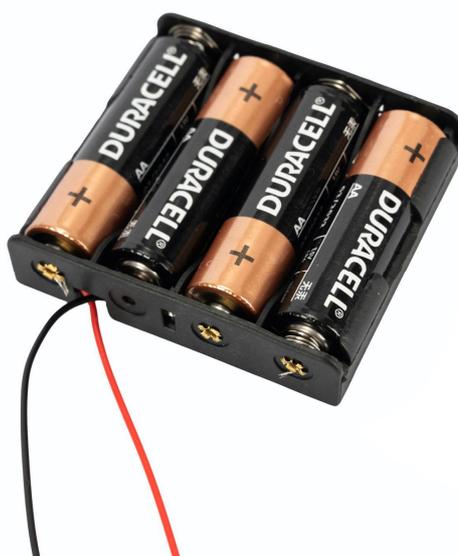


Рисунок 14 – Питание от батареек

В разрабатываемом проекте будет использовано питание от 4 батареек типа АА. Для этого батарейки будут установлены в соответствующий бокс, который будет установлен внутри прототипа охранной системы. Этот выбор обеспечит удобство и портативность. Батарейки АА широко доступны, надежны и обладают достаточной емкостью, чтобы обеспечить надежное питание нашего устройства в течение продолжительного времени.

2.5 Разработка элементов освещения

В рамках разрабатываемого проекта планируется использовать светодиоды для индикации состояния различных элементов охранной системы. Для этого создадим светодиодный модуль, который содержит в себе один светодиод, резистор на 220 Ом, а также разъем для удобного подключения. Принципиальная схема такого модуля представлена на рисунке 15.



Рисунок 15 – Принципиальная схема светодиодного модуля

Так же в проекте потребуются модули освещения, для освещения территории, как около прототипа «умного дома», так и внутри его. Для полноценной имитации данного процесса одного светодиода в модуле будет недостаточно. Учитывая, что один контакт Arduino способен выдать ток не более 20-40 мА, а для нормальной работы одного светодиода требуется около

20 мА, получается что один контакт Arduino не способен обеспечить достаточный ток для питания нескольких светодиодов [4].

Для управления большим количеством светодиодов будем использовать полевой транзистор IRF530N [18]. Полевой транзистор позволит управлять потоком тока через светодиоды с помощью Arduino, при этом не перегружая ее контакты. Итоговая принципиальная схема модуля освещения представлена на рисунке 16.

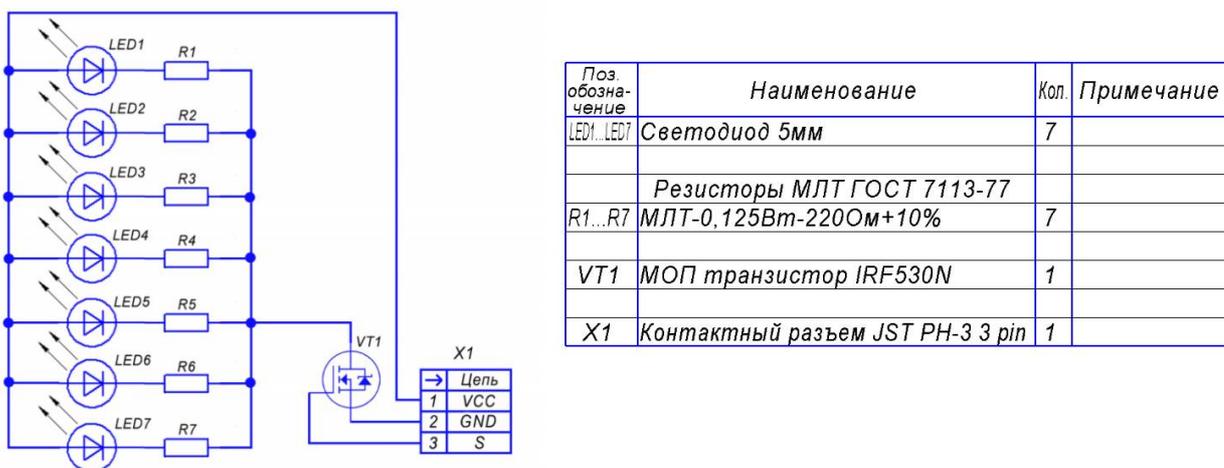


Рисунок 16 – Принципиальная схема модуля освещения

Третий модуль, который потребуется для реализации проекта, это сигнальный модуль. Его задача состоит в том, что бы при обнаружении какой либо тревоги, или попытки несанкционированного доступа в помещение, подать привлекающий внимание световой и звуковой сигнал. При этом, микроконтроллер должен будет включить этот модуль, так же задействовав только один цифровой контакт. Доработаем модуль освещения, увеличив количество светодиодов, а так же дополнительно в нем разместим два активных зуммера ТМВ12А05 [23]. Итоговая принципиальная схема сигнального модуля представлена на рисунке 17.

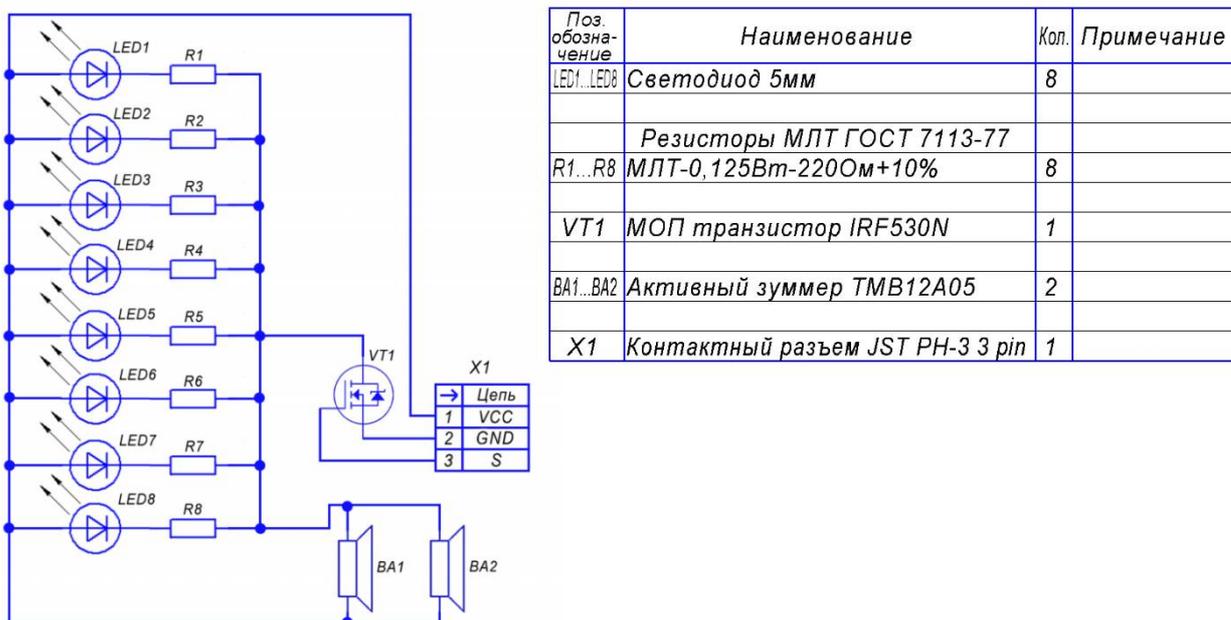


Рисунок 17 – Принципиальная схема сигнального модуля

В итоге в проект прототипа охранной системы будет задействовано два светодиодных модуля, первый будет сигнализировать в момент нажатия на кнопку клавиатуры, а второй указывать, активен режим охраны или нет. Также будет задействовано два модуля освещения, для подсветки территории около дома, и внутри ее. Наконец, сигнальный модуль будет представлен в одном экземпляре для подачи сигнала тревоги.

3 Разработка структурной схемы

Прежде чем приступить к проектированию схемотехнической части прототипа охранной системы, необходимо разработать ее структурную схему, которая поможет определить основные элементы и взаимосвязи между ними.

По результатам работы второго раздела, составим структурную схему, представленную на рисунке 18.

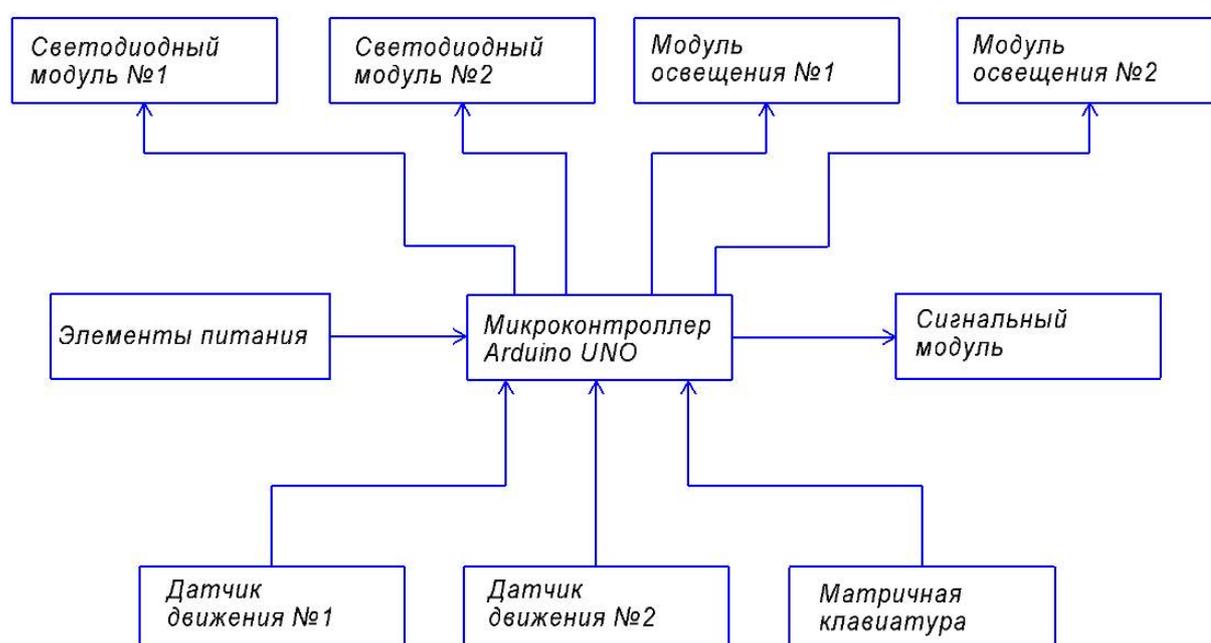


Рисунок 18 – Структурная схема прототипа охранной системы

На структурной схеме присутствуют следующие элементы:

- микроконтроллер Arduino UNO, центральное звено схемы, по программному алгоритму обрабатывает сигналы с датчиков и подает управляющие сигналы на разработанные модули;
- элементы питания (4 батарейки типа АА), на которых работает устройство;

- светодиодный модуль №1, осуществляет индикацию нажатия кнопки на клавиатуре;
- светодиодный модуль №2, включен, когда объект поставлен на охрану;
- модуль освещения №1, осуществляет подсветку придомовой территории;
- модуль освещения №2, осуществляет подсветку внутри дома;
- сигнальный модуль, подает тревожный световой и звуковой сигнал;
- матричная клавиатура, с ее помощью осуществляется ввод пароля;
- датчик движения №1, контролирует движение на придомовой территории;
- датчик движения №2, контролирует движение внутри дома.

Таким образом, в данном разделе была разработана структурная схема для прототипа охранной системы.

4 Разработка электрической схемы соединений

Разработанная схема электрическая соединений представлена на рисунке 19.

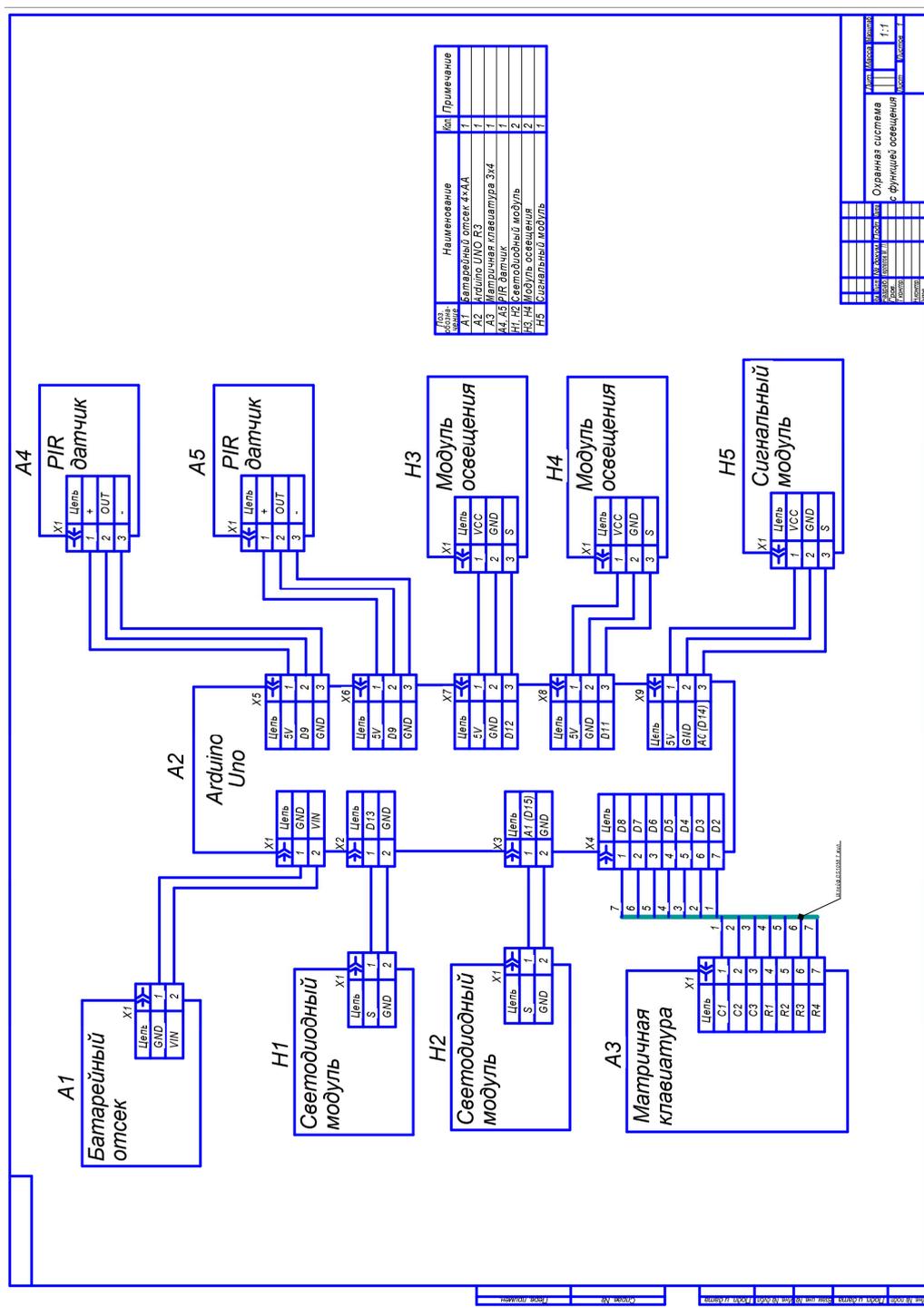


Рисунок 19 – Схема электрическая соединений

Схема спроектирована в системе КОМПАС-3D. Она включает в себя следующие выбранные во втором разделе элементы:

- батарейный отсек 4xAA;
- arduino UNO R3;
- матричная клавиатура 3x4;
- два PIR датчика движения.

Так же схема включает в себя следующие разработанные во втором разделе элементы:

- два светодиодных модуля;
- два модуля освещения;
- сигнальный модуль.

5 Разработка программного алгоритма работы охранной системы

Разработаем программный алгоритм работы охранной системы. Алгоритм – это последовательность инструкций или шагов, предназначенных для решения определенной задачи или выполнения конкретной операции. Он описывает точные действия, которые необходимо выполнить для достижения желаемого результата. В данном разделе с помощью блок-схем и текста опишем точные действия для микроконтроллера Arduino, которые нужно выполнить, что бы он стал выполнять роль хаба охранной системы.

В самом начале программы подключим две библиотеки. Первая Keypad.h, предназначенная для работы с модулем клавиатуры, вторая EEPROM.h, для работы с энергонезависимой памятью.

После этого создадим необходимые переменные:

- byte nb_rows, константа, обозначает, что у модуля клавиатуры 4 строки;
- byte nb_cols, константа, обозначает, что у модуля клавиатуры 3 столбца;
- key_chars, массив символов модуля клавиатуры;
- rowPins, массив, указывает контакты Arduino, к которым подключены строки клавиатуры;
- colPins, массив, указывает контакты Arduino, к которым подключены столбцы клавиатуры;
- key_led, целочисленная переменная, указывает к какому контакту Arduino подключен светодиодный модуль, который реагирует на нажатие кнопок модуля клавиатуры;
- sensor1, целочисленная переменная, указывает к какому контакту Arduino подключен первый датчик движения;
- sensor2, целочисленная переменная, указывает к какому контакту Arduino подключен второй датчик движения;

- led1, целочисленная переменная, указывает к какому контакту Arduino подключен модуль освещения первой зоны;
- led2, целочисленная переменная, указывает к какому контакту Arduino подключен модуль освещения второй зоны;
- err, целочисленная переменная, указывает к какому контакту Arduino подключен сигнальный модуль;
- good, целочисленная переменная, указывает к какому контакту Arduino подключен светодиодный модуль, который отображает состояние режима охраны;
- pass, массив, хранит в себе символы правильного пароля;
- p_enter, целочисленная переменная, хранит в себе количество введенных символов пароля;
- p_err, логическая переменная, указывает была ли допущена ошибка в вводе пароля;
- r, целочисленная переменная, хранит в себе текущий режим работы охранной системы. Если переменная равна нулю, значит охрана включена, движения не зафиксировано. Если переменная равна одному, значит сработал первый датчик движения, ожидаем ввод пароля. Если переменная равна двум, значит включена тревога. Если переменная равна трем, значит режим охраны выключен. И если переменная равна четырем, значит система находится в состоянии смены пароля доступа;
- t, целочисленная переменная, используется для отсчета времени;
- t2, целочисленная переменная, используется для параллельного отсчета второго промежутка времени;
- time1, целочисленная переменная, указывает время, которое дается на ввод правильного пароля;
- time2, целочисленная переменная, указывает время, которое работает сигнальный модуль;
- time3, целочисленная переменная, указывает время, на которое включается освещение зоны в режиме выключенной охраны;

- `time4`, целочисленная переменная, указывает время, которое дается пользователю на смену пароля;
- `change_flag`, логическая переменная, указывает если нужно в энергонезависимой памяти перезаписать пароль;
- `z`, целочисленная переменная, осуществляет вспомогательные функции, для активации режима смены пароля.

После переменных создается объект `kr1` модуля клавиатуры.

Затем переходим к созданию функций. Первая функция `clear_()` очищает переменные, контролирующие ввод пароля. Ее блок схема представлена на рисунке 20.

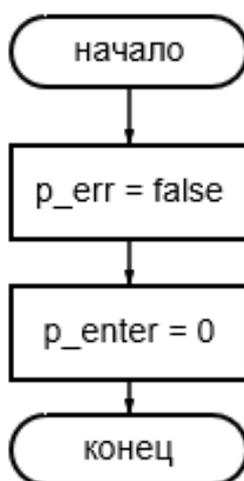


Рисунок 20 – Блок схема функции `clear_()`

Следующая функция, `read_pass()`, читает пароль из энергонезависимой памяти в массив `pass`. В памяти были выделены байты с 10 по 20 для хранения пароля. Таким образом максимальная длина пароля составляет 10 символов. Одиннадцатый символ используется для хранения символа конца строки. Блок схема функции `read_pass()` представлена на рисунке 21.

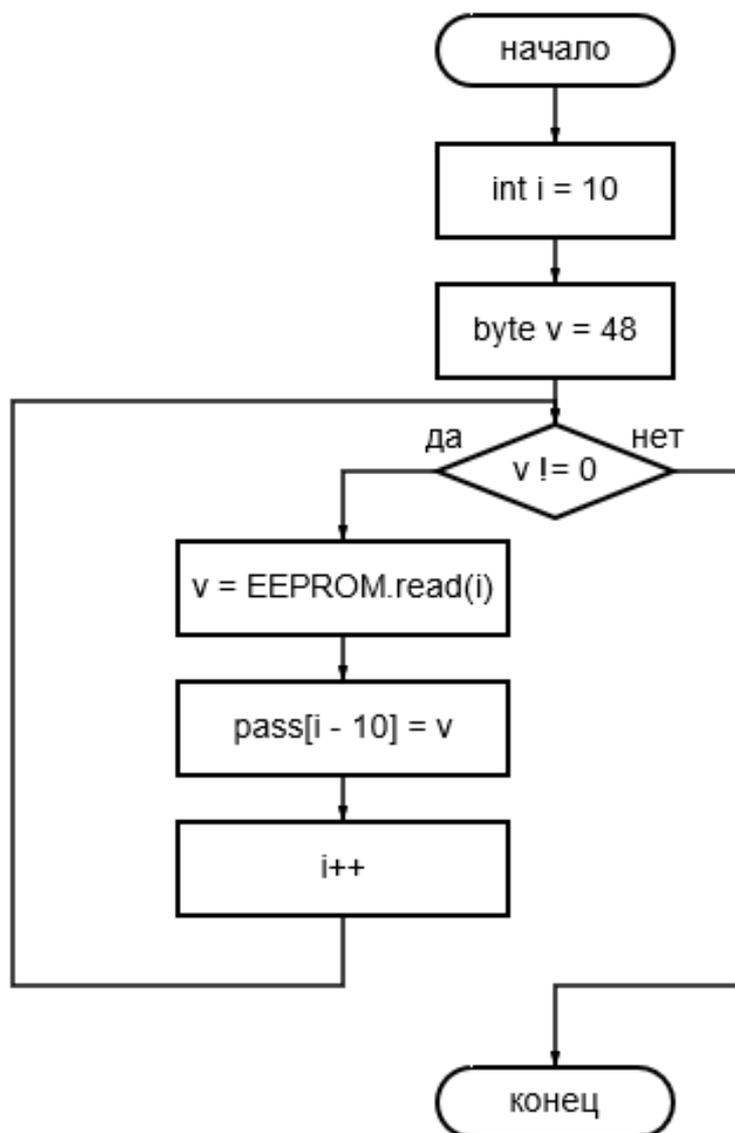


Рисунок 21 – Блок схема функции read_pass()

Раз есть функция для чтения пароля из энергонезависимой памяти, то соответственно должна быть функция и записи пароля в энергонезависимую память. Данная функция называется write_pass(), она последовательно циклом проходит по каждому символу массива pass, и дублирует его в память. Блок схема этой функции представлена на рисунке 22.

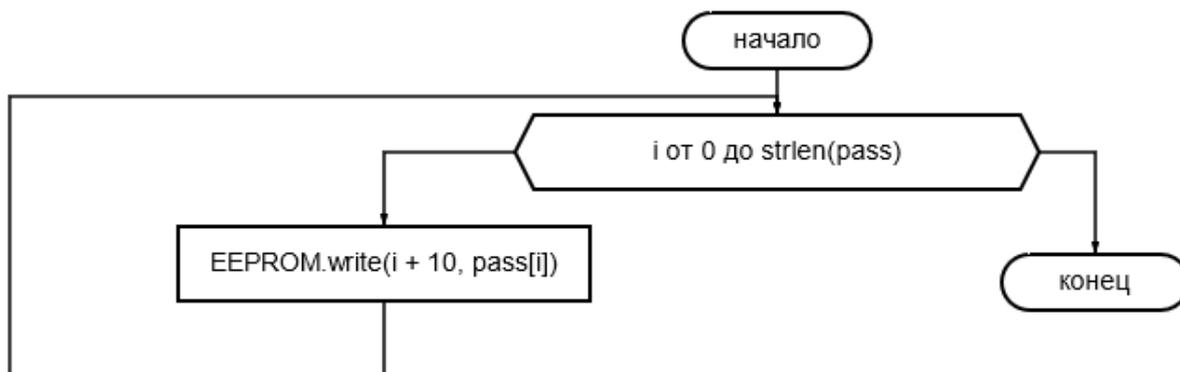


Рисунок 22 – Блок схема функции write_pass()

Следующая разработанная функция называется change_pass_led(int x). Она мигает заданное число раз двумя светодиодными модулями и сигнальным модулем. Количество миганий задается аргументом x, с которым вызывается данная функция. Эта функция играет роль вспомогательной индикации для пользователя, в процессе смены пароля охранной системы. Алгоритм ее работы представлен на рисунке 23.

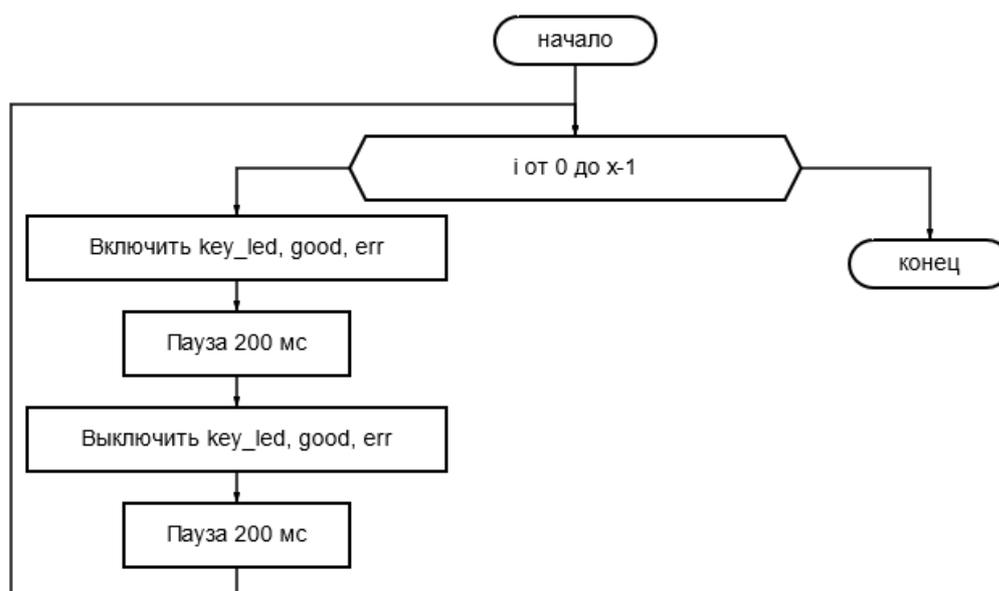


Рисунок 23 – Блок схема функции change_pass_led(int x)

Затем напишем две обязательные функции, это `setup()`, которая выполняется один раз при запуске микроконтроллера, и `loop()`, которая выполняется после `setup()` и бесконечно повторяется.

Блок схема функции `setup()` представлена на рисунке 24. Она считывает пароль из энергонезависимой памяти, настраивает все контакты, к которым подключены модули, в режим выхода, а контакты с датчиками в режим входа. В завершении, так как при старте системы активируется режим охраны, включается контакт `good`.

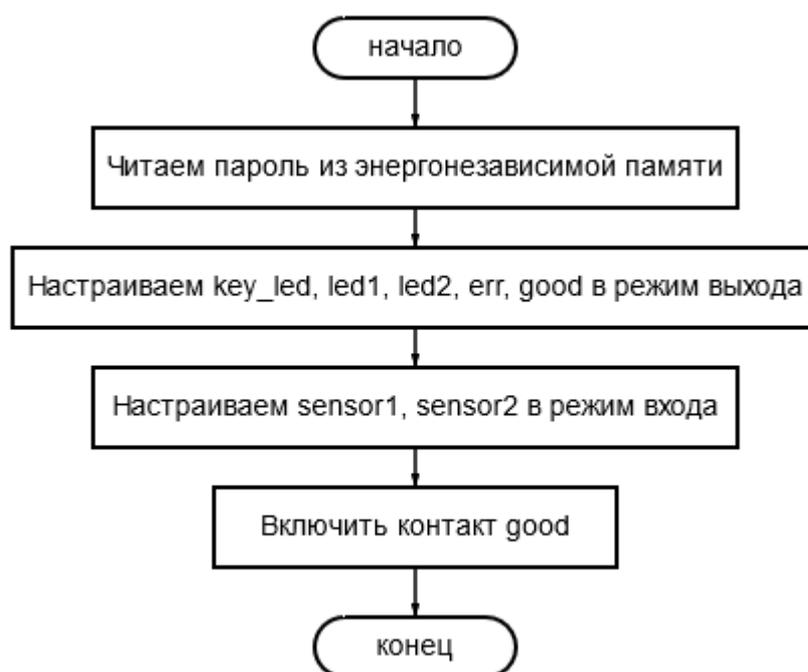


Рисунок 24 – Блок схема функции `setup()`

Логика работы функции `loop()` полностью построена на переменной режима `r`. При запуске функции, в зависимости от значения переменной `r`, выполняется соответствующий блок команд. Общая логика работы функции `loop()` представлена на рисунке 25.

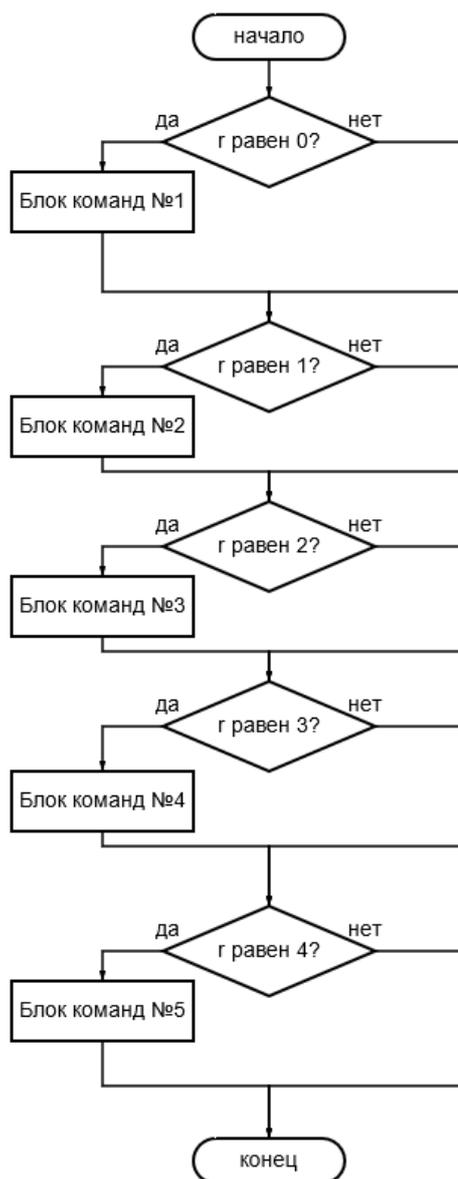


Рисунок 25 – Общая логика работы функции loop()

Рассмотрим подробнее каждый блок команд. Первый блок команд работает, когда включен режим охраны, при этом датчики не зафиксировали никакого движения. Если сработал датчик движения первой зоны, то включается первый режим. Но если сработал датчик движения внутри дома, то включается режим сигнализации. Блок схема представлена на рисунке 26.

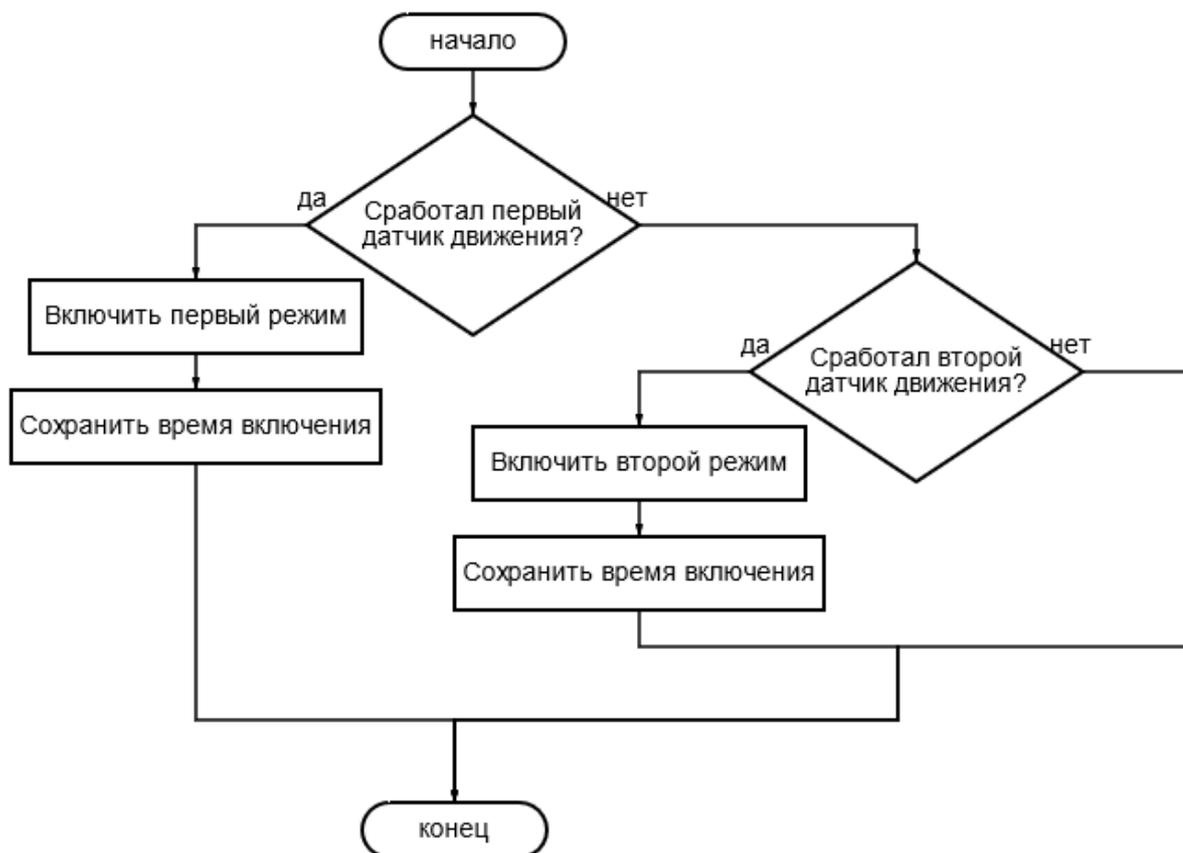


Рисунок 26 – Блок схема первого блока команд

Второй блок команд срабатывает, когда первый датчик движения сработал, и система ожидает ввода пароля. При этом, если определенное переменной `time1` время вышло, и ввода пароля не было, то срабатывание считается ложным, и возвращается нулевой режим. Но если же был какой то ввод на клавиатуре, то включается сигнализация. Так же сигнализация включается если сработал датчик движения внутри дома. Параллельно алгоритм обрабатывает ввод с клавиатуры. В случае правильного ввода пароля снимается режим охраны (а так же при необходимости пароль перезаписывается в энергонезависимую память), в противном случае срабатывает сигнализация. Блок схема второго блока команд представлена на рисунке 27.

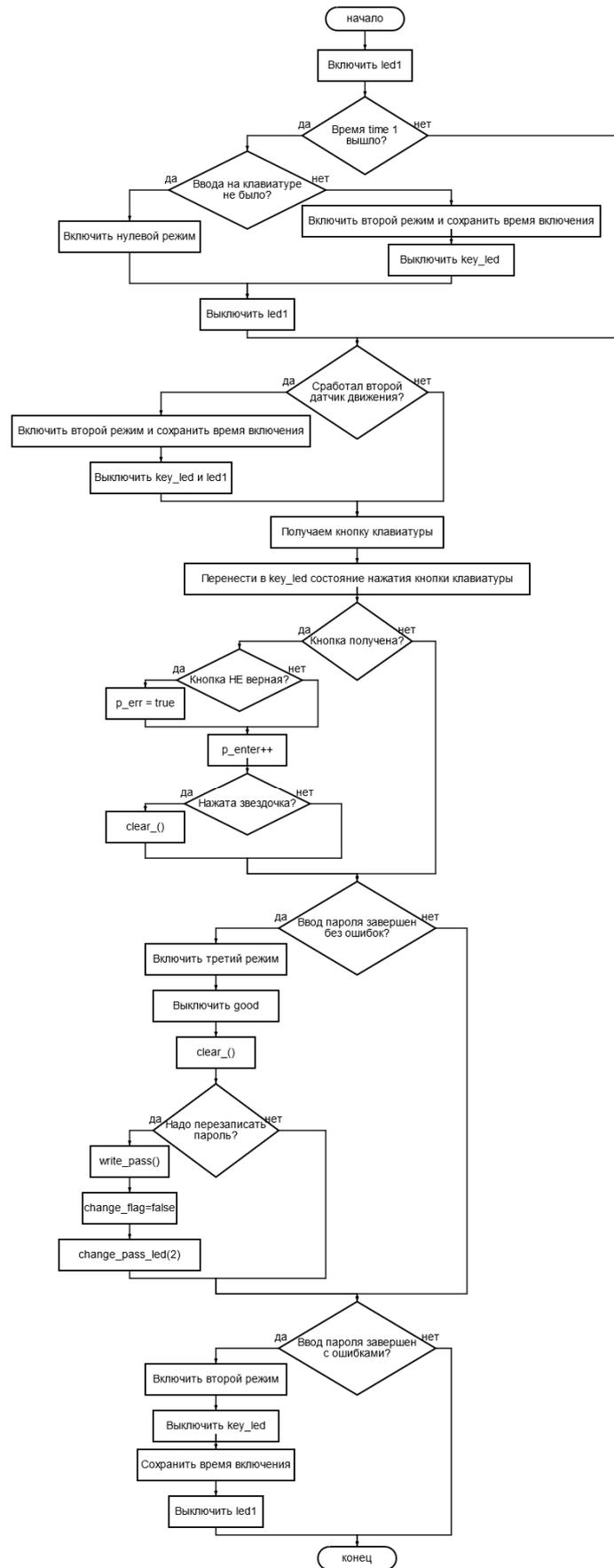


Рисунок 27 – Блок схема второго блока команд

Третий блок команд это режим сигнализации. В течение периода времени $time2$ с частотой 100 мс инвертируется выход сигнального модуля. По прошествии заданного промежутка времени возвращается нулевой режим. Блок схема третьего блока команд представлена на рисунке 28.

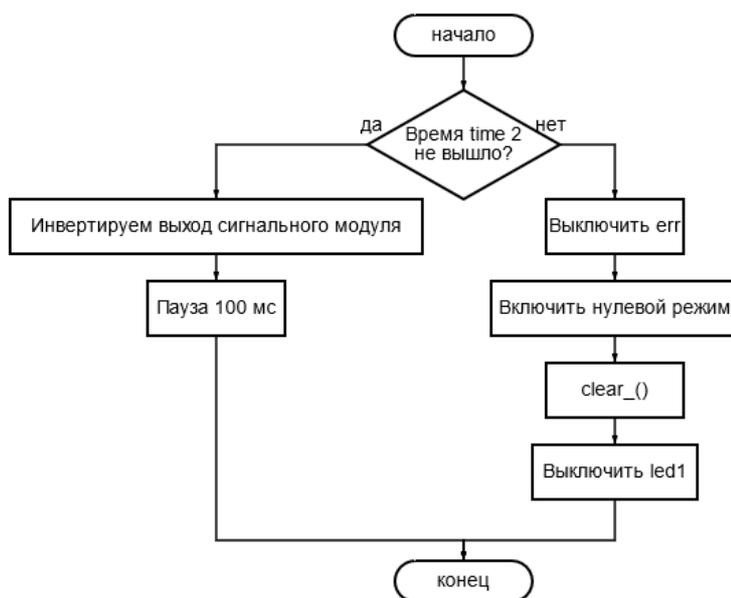


Рисунок 28 – Блок схема третьего блока команд

Четвертый блок команд, это когда режим охраны выключен. В этом режиме происходит полноценное управление освещением. При срабатывании первого датчика движения включается освещение первой зоны, при срабатывании второго датчика движения включается освещение второй зоны. По прошествии времени $time3$ с момента последнего срабатывания датчика освещение выключается. При этом так же опрашивается клавиатура. Правильный ввод пароля переключает систему либо на первый режим, либо на четвертый – режим смены пароля. Для того что бы активировать систему на смену пароля необходимо до ввода пароля нажать кнопку звездочка пять раз. Реализация функционала режима смены пароля сигнализируется с помощью функции `change_pass_led(int x)`. Блок схема четвертого блока команд представлена на рисунке 29.

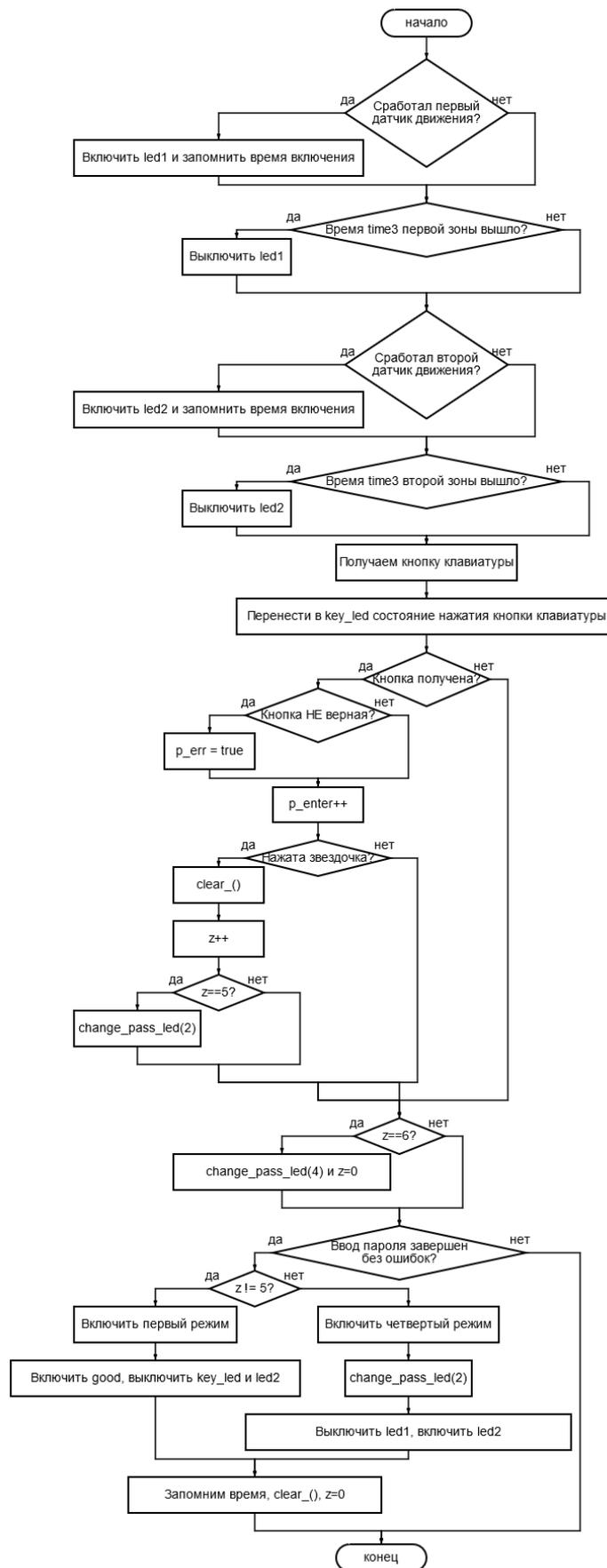


Рисунок 28 – Блок схема четвертого блока команд

Завершающий пятый блок команд это смена пароля. Алгоритм запоминает введенные символы в массив pass. При завершении ввода в конец добавляется символ конца строки. Но, что бы пароль был перезаписан в энергонезависимой памяти, после выхода из четвертого режима нужно включить и выключить режим охраны. Так же пароль нужно успеть поменять за время time4.

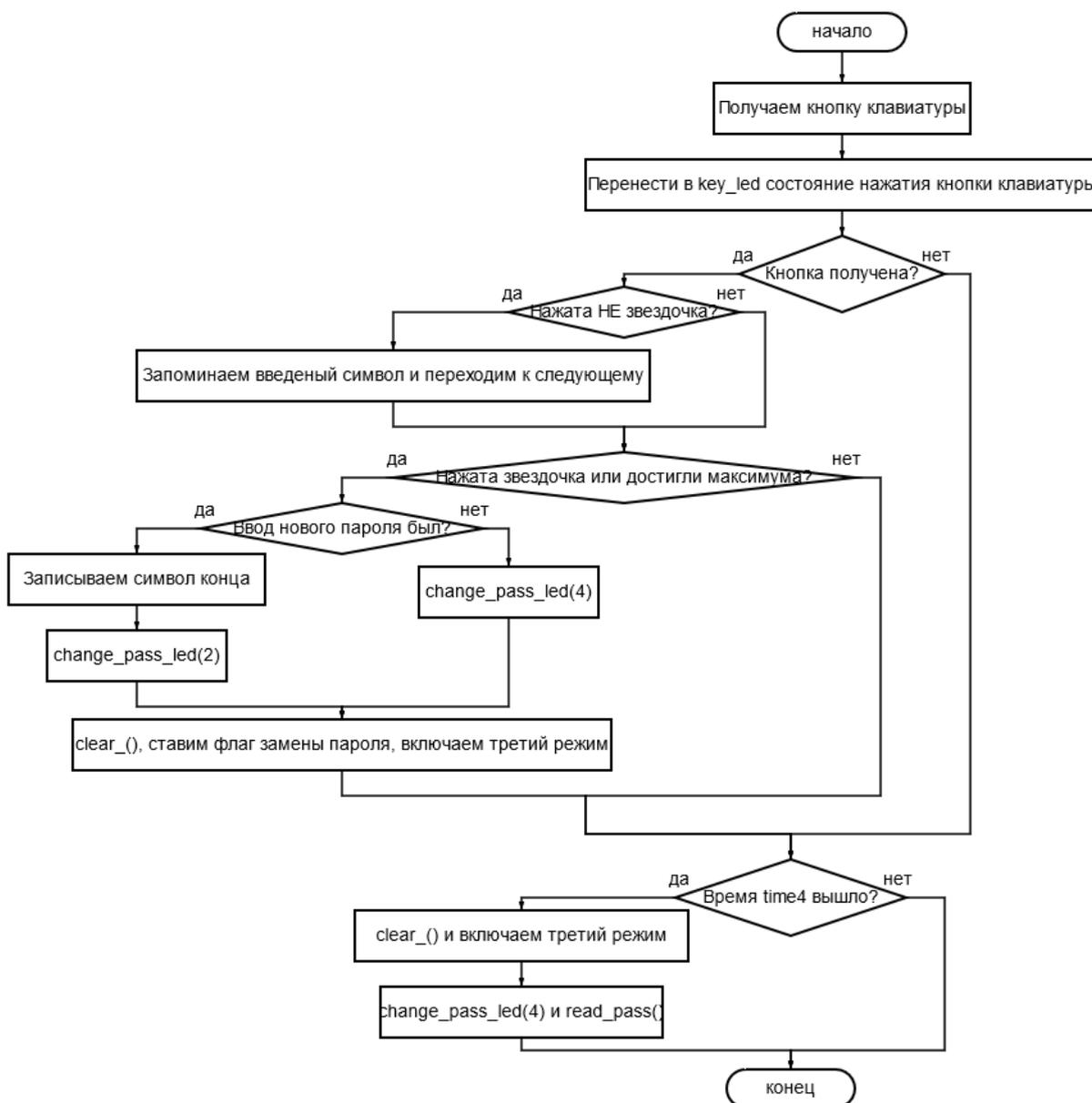
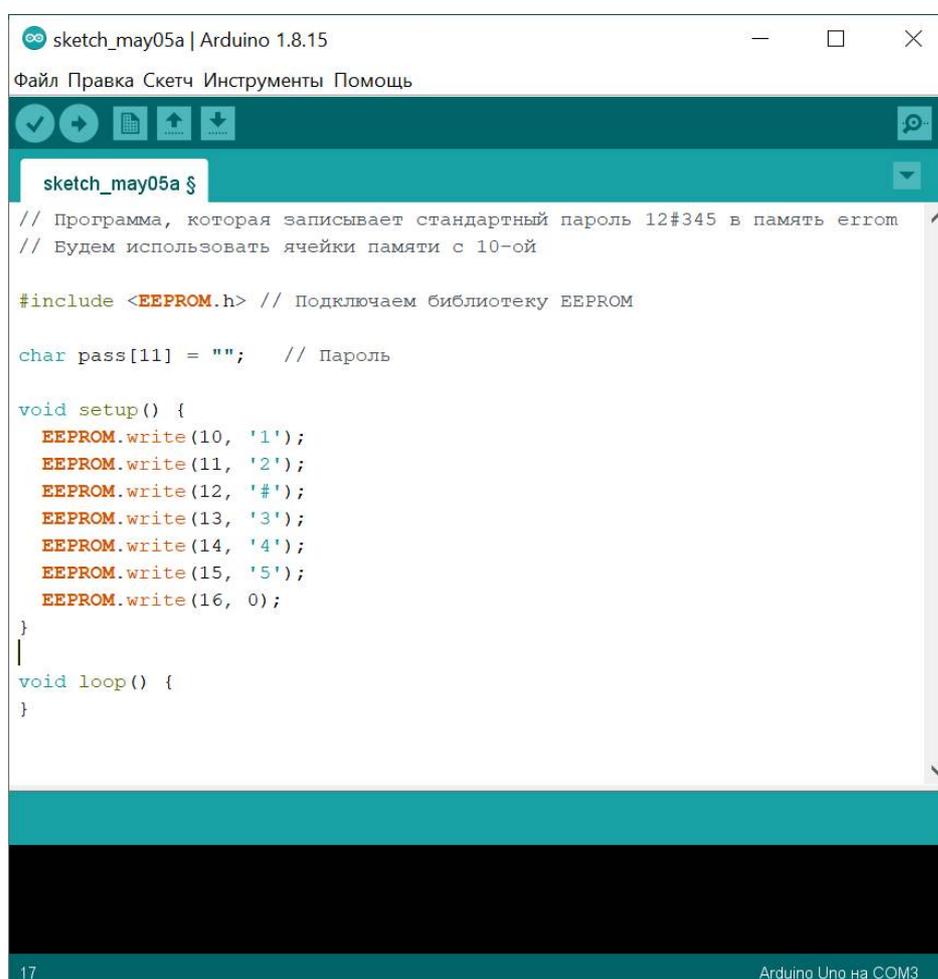


Рисунок 29 – Блок схема пятого блока команд

Таким образом, завершена разработка основного алгоритма работы охранной системы. Однако этот алгоритм подразумевает, что какой либо пароль уже записан в энергонезависимой памяти Arduino. Поэтому, что бы он заработал корректно, нужно разработать программу записи пароля по умолчанию в память Arduino. Сначала с помощью этой программы в память Arduino записывается пароль, и только потом загружается основная программа. Готовая подготовительная программа представлена на рисунке 30.



```
sketch_may05a | Arduino 1.8.15
Файл Правка Скetch Инструменты Помощь
sketch_may05a $
// Программа, которая записывает стандартный пароль 12#345 в память eeprom
// Будем использовать ячейки памяти с 10-ой

#include <EEPROM.h> // Подключаем библиотеку EEPROM

char pass[11] = ""; // Пароль

void setup() {
  EEPROM.write(10, '1');
  EEPROM.write(11, '2');
  EEPROM.write(12, '#');
  EEPROM.write(13, '3');
  EEPROM.write(14, '4');
  EEPROM.write(15, '5');
  EEPROM.write(16, 0);
}

void loop() {
}
```

Рисунок 30 – Программа записи стандартного пароля в память Arduino

6 Результаты экспериментальных испытаний

В рамках разработки проекта умного дома на базе платы с микроконтроллером Arduino была успешно собрана охранная система с функцией освещения. В полученной системе используются пирозлектрические инфракрасные датчики для обнаружения движения, матричная клавиатура для ввода пароля, разработанные модули для индикации, освещения и подачи тревожных сигналов и источник питания из 4 батареек типа АА. Для создания прототипа системы использовался подходящий кукольный домик, который был найден в магазине игрушек и модернизирован для установки всех необходимых компонентов. Итоговый результат представлен на рисунках 31 и 32, на которых можно увидеть расположение датчиков, матричной клавиатуры и светодиодных модулей.



Рисунок 31 – Внешний вид прототипа охранной системы

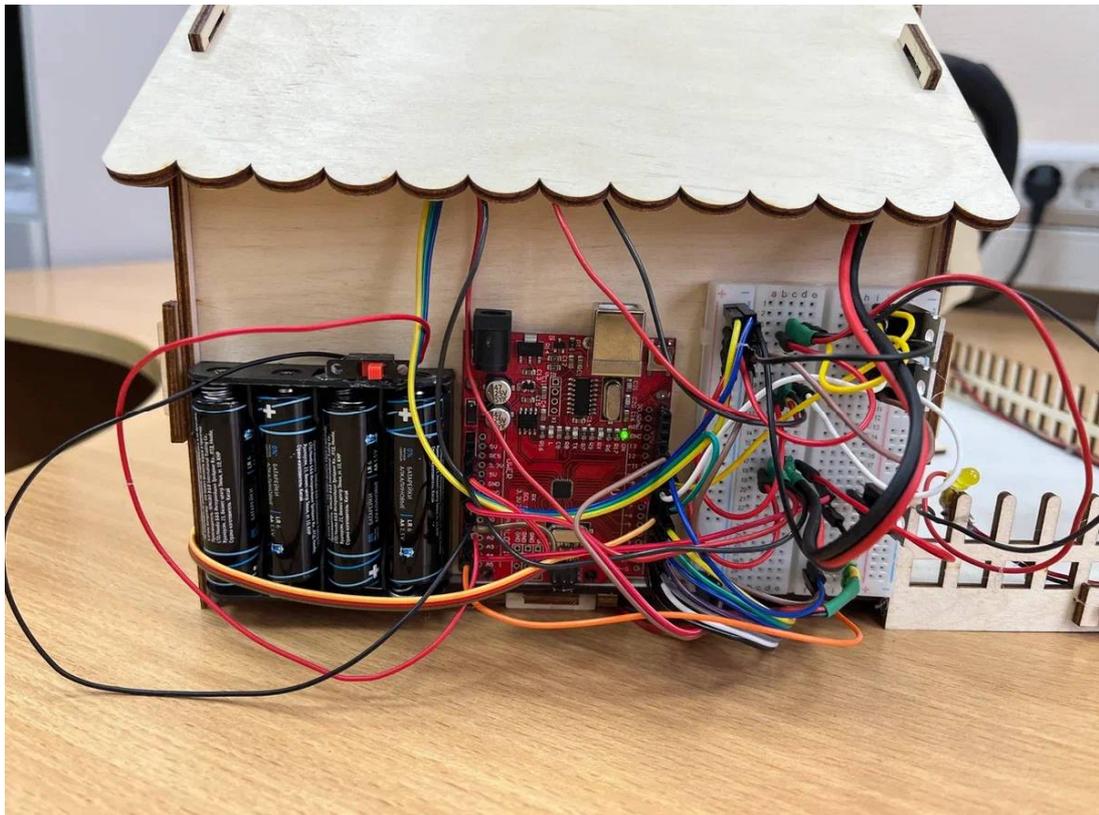


Рисунок 32 – Микроконтроллер на платформе Arduino в прототипе охранной системы

После сборки охранной системы были проведены экспериментальные испытания для проверки ее функциональности. Испытания включали следующие этапы:

- при подходе к входной двери домика срабатывает первый PIR датчик, который активирует освещение вокруг двери. Тестирование показало, что датчик надежно обнаруживает движение на заданном расстоянии и корректно включает светодиоды;
- после активации освещения пользователь вводит пароль на матричной клавиатуре. Испытания подтвердили, что система корректно распознает правильный и неправильный пароли, позволяя или запрещая доступ в домик. При неверном вводе пароля срабатывает сигнализация;

– после входа в домик срабатывает второй PIR датчик, фиксирующий движение внутри помещения. Если все этапы прошли успешно, система включает освещение внутри домика, обеспечивая комфорт и безопасность.

Результаты испытаний показали, что все компоненты системы работают корректно, а взаимодействие между ними происходит без сбоев. Разработанная охранная система полностью соответствует поставленным задачам. Она успешно обнаруживает движение, правильно обрабатывает ввод пароля и обеспечивает необходимую индикацию. Система продемонстрировала высокую надежность и функциональность в условиях тестирования, что позволяет рекомендовать ее для дальнейшей разработки и интеграции в умные дома.

7 Безопасность и экологичность проекта

В процессе разработки прототипа охранной системы, основанного на плате с микроконтроллером Arduino, необходимо учитывать различные аспекты безопасности.

Рассмотрим аспекты электробезопасности:

- все электрические соединения должны быть тщательно изолированы для предотвращения прямого контакта с оголенными проводниками. Для этого используются термоусадочные трубки или электроизоляционная лента;
- в процессе работы с электронными компонентами системы, необходимо исключить контакт с водой и прочими жидкостями, а так же выполнять работы только исправным оборудованием. Все соединения нужно проверить на надежность, а повреждения изоляции устранить;
- необходимо обеспечивать правильное охлаждение микроконтроллеров и датчиков, что бы предотвратить их перегрев. В случае использования активного охлаждения (например вентиляторов), следует избегать контакта пальцев с движущимися частями.

Теперь рассмотрим меры предосторожности на рабочем месте. Рабочее место должно быть организовано таким образом, чтобы исключить присутствие посторонних лиц и обеспечить максимальную концентрацию внимания. Обязательно используйте защитные очки для защиты глаз при работе с материалами, такими как полипропилен, алюминий или цинк и прочими опасными для глаз инструментами.

Особое внимание уделим процессу пайки компонентов. Припой, содержащий олово или свинец, выделяет вредные пары при плавлении. Поэтому пайку нужно проводить в хорошо проветриваемом помещении с соблюдением всех мер предосторожности. Рекомендуется дополнительно установить промышленную вытяжку.

Охранная система должна быть не только безопасной, но и экологичной.

Используемые в проекте материалы должны быть переработаны и утилизированы без вреда для окружающей среды.

Батарейки после полного разряда и литий-ионные аккумуляторы после окончания их срока службы необходимо сдавать в специальные пункты утилизации, что минимизирует вредное воздействие на окружающую среду.

Так же экологичность обеспечивает низкое энергопотребление проекта. Использование энергоэффективных компонентов, таких как светодиоды и микроконтроллеры с низким энергопотреблением, позволяет снизить общее энергопотребление системы.

Проект охранной системы на базе платы микроконтроллером Arduino разработан с учетом всех аспектов безопасности и экологичности. Соблюдение мер предосторожности при работе с электрическими компонентами и материалами обеспечивает защиту пользователей от возможных опасностей. Экологичность проекта достигается за счет использования перерабатываемых материалов и оптимизации энергопотребления системы. Все эти меры делают разработанную систему надежной, безопасной и экологически устойчивой, что является вкладом в развитие современных технологий и их интеграцию в повседневную жизнь.

8 Экономическая эффективность

На рисунке 33 представлена стоимость каждого элемента для сборки прототипа охранной системы, а так же общая стоимость проекта.

№	Наименование	Кол	Цена,р
1	Arduino UNO R3	1	300
2	МОП транзистор IRF530N	3	57
3	Активный зуммер TMB12A05	2	30
4	Припой для пайки с канифоли 25 гр. 1 мм.	1	298
5	Контактный разъем JST XH-2 2pin	1	35
6	Контактный разъем JST PH-3 3pin	2	50
7	Красный светодиод 5мм	8	5
8	Желтый светодиод 5мм	7	5
9	Белый светодиод 5мм	7	5
10	Синий светодиод 5мм	1	5
11	Оранжевый светодиод 5мм	1	5
12	Шлейф проводов DS1058	3	86
13	Батарейки алкалиновые AA, 4 шт.	1	69
14	Батарейный отсек 4+AA	1	176
15	Резистор МЛТ-0,125Вт-220Ом+10%	24	10
16	Матричная клавиатура	1	63
17	PIR датчик движения	2	97
18	Макет дома	1	977
ИТОГО			3061

Рисунок 33 – Экономический расчет

Таким образом, стоимость каждого отдельного компонента невысока благодаря тщательному анализу рынка и сравнению всех доступных аналогов. Итоговая цена за полностью функционирующую охранную систему с функцией освещения является приемлемой.

Заключение

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы на примере прототипа умного дома была разработана охранная система. Данный прототип способен автоматизировать различные процессы в помещениях. В работе был реализован мониторинг безопасности и контроль освещения.

В первом разделе был проведен обзор охранных систем и доказана актуальность разработки собственной охранной системы.

Во втором разделе был осуществлен обзор подходящих комплектующих для охранной системы. Часть модулей была разработана дополнительно. Приведены принципиальные схемы разработанных модулей.

В третьем разделе разработана структурная схема охранной системы с функцией освещения и представлен перечень всех используемых элементов.

В четвертом разделе была составлена и описана схема электрическая соединений.

В пятом разделе разработан программный алгоритм работы охранной системы, созданы блок-схемы для каждой части программы, детально изложена ее логика функционирования.

В шестом разделе представлены результаты экспериментальных испытаний охранной системы с функцией освещения.

В седьмом разделе были рассмотрены вопросы безопасности и экологичности, которые возникают при разработке охранной системы и ее последующей эксплуатации.

В восьмом разделе приведен экономический расчет охранной системы.

Полученные результаты могут быть полезны для дальнейшего развития систем умного дома, а также для применения в сфере автоматизации и энергосбережения.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Ардуино: подключение матричной клавиатуры [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://robotclass.ru/tutorials/matrix_keyboard/ – (Дата обращения: 18.03.2024).
2. Дом 18x34x30см Д-005 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://tolyatti.richfamily.ru/catalog/igrushki/kukly-i-aksessuary/doma-dlya-kukol/178345/#fullscreen> – (Дата обращения: 29.02.2024).
3. Инфракрасный датчик [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://moodle.taltech.ee/mod/book/view.php?id=246884&chapterid=7277> – (Дата обращения: 11.03.2024).
4. Какой максимальный ток способна выдавать Arduino UNO R3 на цифровых и аналоговых пинах? [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://qna.habr.com/q/584475> – (Дата обращения: 11.03.2024).
5. Код для работы с матричной клавиатурой Arduino [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://uchet-jkh.ru/i/kod-dlya-raboty-s-matricnoi-klaviaturoi-arduino/> – (Дата обращения: 19.03.2024).
6. Охранные сигнализации [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://rusmarta.ru/market/signalizatsii/okhrannye-signalizatsii/> – (Дата обращения: 14.02.2024).
7. Охранные сигнализации от «А» до «Я», выбираем лучшую охранную систему [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://securityrussia.com/blog/okhrannye-signalizacii.html> – (Дата обращения: 15.02.2024).
8. Охранные системы и сигнализации [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.proline-rus.ru/catalog/okhrannye-sistemy-429/page/6/> – (Дата обращения: 14.02.2024).
9. Программирование устройств на основе модуля ESP32 [Электронный ресурс] / Режим доступа:

https://habr.com/en/companies/epam_systems/articles/522730/ – (Дата обращения: 10.03.2024).

10. Разновидности плат Arduino, а также про клоны, оригиналы и совместимость [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://robocraft.ru/arduino/1035> – (Дата обращения: 14.02.2024).

11. Система охранной сигнализации [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.aktivsb.ru/okhrannaya_signalizatsiya/ – (Дата обращения: 16.02.2024).

12. Системы охранной сигнализации [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.unitest.ru/about/publication/sistemy-okhranno-i-signalizatsii.html> – (Дата обращения: 14.02.2024).

13. Солнечная батарея [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://neftegaz.ru/tech-library/energeticheskoe-oborudovanie/142041-solnechnaya-batareya/> – (Дата обращения: 18.03.2024).

14. Ультразвуковой датчик HC-SR04 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://roboshop.spb.ru/sensors/ultrazvukovye-datchiki/hc-sr04> – (Дата обращения: 15.03.2024).

15. Что такое Ардуино? [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://arduino.ru/About> – (Дата обращения: 05.03.2024).

16. Difference between ESP8266 and ESP32 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.hnhcart.com/blogs/iot-rf/difference-between-esp8266-and-esp32> – (Дата обращения: 07.03.2024).

17. How to Set Up a Keypad on an Arduino [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-a-keypad-on-an-arduino/> – (Дата обращения: 18.03.2024).

18. IRF530NPBF, Транзистор [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/product/irf530n> – (Дата обращения: 17.03.2024).

19. Particle Electron: Cellular [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://docs.particle.io/electron/> – (Дата обращения: 11.03.2024).

20. Particle Photon [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://amperka.ru/product/particle-photon-headers> – (Дата обращения: 11.03.2024).

21. Photon, Electron, and Core [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://subscription.packtpub.com/book/iot-and-hardware/9781785885297/1/ch01lv11sec12/photon-electron-and-core> – (Дата обращения: 11.03.2024).

22. Raspberry Pi [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.raspberrypi.com/products/> – (Дата обращения: 11.03.2024).

23. TMB12A05 [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://jlcpcb.com/partdetail/Jiangsu_HuanengElec-TMB12A05/C96093 – (Дата обращения: 18.03.2024).

24. Ultrasonic Distance Sensor [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.sparkfun.com/products/15569> – (Дата обращения: 15.03.2024).

25. Wi-Fi модуль ESP8266 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://amperka.ru/product/esp8266-wifi-module> – (Дата обращения: 11.03.2024).