

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Локальная система контроля и управления доступом в помещение

УДК 004.5.072.4-042.65:658.342.22

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5Б	Ибраев Рамазан Бейбитович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Ефимов Семён Викторович	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов Алексей Викторович	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Винокурова Галина Федоровна	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Громаков Евгений Иванович	К.Т.Н., доцент		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов Сергей Владимирович	К.Т.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения.
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.05.2019	Основная часть	75
15.05.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
15.05.2019	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Ефимов Семён Викторович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н.		

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Громаков Е. И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5Б	Ибраеву Рамазану Бейбитовичу

Тема работы:

Локальная система контроля и управления доступом в помещение	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1095/с от 12.02.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	– Техническая документация по отладочной плате Arduino UNO – Техническая документация по модулю RC522 – Техническая документация по Wi-Fi-модулю ESP8266 – Техническая документация по MicroSD-адаптеру – Интернет-ресурсы по разработке в среде Arduino IDE
--------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Компоненты системы контроля и управления доступом в помещение: – Оборудование для реализации системы – Виды передачи данных Реализация системы контроля и управления доступом в помещение: – Создание структурной схемы – Реализация работы считывателя и учета данных – Реализация передачи данных по Wi-Fi – Создание сервера – Тестирование работоспособности системы
Перечень графического материала	Презентация в формате *.pptx
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Екатерина Валентиновна
Социальная ответственность	Винокурова Галина Федоровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Conclusion	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Ефимов Семён Викторович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5Б	Ибраев Рамазан Бейбитович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5Б	Ибраеву Рамазану Бейбитовичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет – 113 826,76 руб. Затраты на заработную плату – 56 110,05 руб. Затраты на электроэнергию – 334,08 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Тариф на электроэнергию 5,8 кВт/ч
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налог во внебюджетные фонды 27,1% Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 16%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Оценка потенциальных потребителей исследования, анализ конкурентных решений, SWOT – анализ.
2. Формирование календарного плана и бюджета инженерного проекта (ИП)	Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета.
3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 2,63 Интегральный показатель эффективности – 2,65 Сравнительная эффективность проекта – 1,01

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
2. Матрица SWOT
3. План-график разработки и внедрения ИР
4. Материальные затраты
5. Расчет заработной платы
6. Расчет бюджета затрат
7. Сравнительная эффективность ИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.03.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Учебная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5Б	Ибраев Рамазан Бейбитович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5Б	Ибраеву Рамазану Бейбитовичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Локальная система контроля и управления доступом в помещение	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является локальная система контроля и управления доступом в помещение. При проходе в помещение специальная карта прикладывается к считывателю и происходит сверка идентификатора с имеющимися в базе, после подтверждения данные записываются в лог-файл, а замок открывается.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) – ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» – ГОСТ 12.2.049-80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования»
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– отклонение показателей микроклимата; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – электромагнитные излучения; – повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

3. Экологическая безопасность:	– загрязнение атмосферы объектом исследования не выявлено; – загрязнение гидросферы объектом исследования не выявлено; – выявление загрязнения литосферы объектом исследования: утилизация оборудования и печатных плат.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– возникновение пожара.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Винокурова Галина Федоровна	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5Б	Ибраев Рамазан Бейбитович		

Реферат

Пояснительная записка содержит 76 страниц, 14 рисунков, 17 таблиц, 25 источников и 2 приложения.

Ключевые слова: система, контроль, доступ, учет, помещение, микроконтроллер, управление.

Целью данной работы является разработка локальной системы контроля и управления доступом в помещение. Объектом исследования является помещение и доступ к нему.

Результатом исследования является рабочий прототип системы.

Значимость работы заключается в создании системы, которая автоматизирует контроль за проходом пользователей в помещение за счет идентификации и учета в базе с помощью микроконтроллера и передачи данных с использованием Wi-Fi.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит снизить технико-экономические затраты на производстве, при этом не потеряв точность и надежность измерений.

В будущем планируется модификация системы: реализация соединения точек для доступа в несколько помещений и оптимизация кода.

Содержание

Введение	12
1 Обзор технических решений	14
1.1 Castle Офис.....	14
1.2 EntryProх	15
1.3 PERCo-S-20	16
1.4 ParsecNET 3.....	16
Вывод по разделу 1	17
2 Проектирование системы	18
2.1 Определение функционала и принципа работы.....	18
2.2 Разработка схемы подключения.....	19
2.3 Подбор компонентов.....	21
2.3.1 Микроконтроллер.....	21
2.3.2 RFID-модуль	22
2.3.3 MicroSD-модуль	25
2.3.4 WiFi-модуль	26
Вывод по разделу 2.....	28
3 Реализация системы.....	29
3.1 Написание программы	29
3.2 Тестирование и отладка системы.....	31
Вывод по разделу 3.....	33
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 34	
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	34
4.2 Анализ конкурентных технических решений	34
4.3 SWOT-анализ	37
4.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	38
4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	38
4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	39
4.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	44
4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	44
4.5.2 Основная заработная плата исполнителей темы	45
4.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	46
4.5.4 Отчисление во внебюджетные фонды.....	47
4.5.5 Прочие прямые затраты	47

4.5.6 Накладные расходы.....	48
4.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	48
4.5.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	49
5 Социальная ответственность	52
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	52
5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	53
5.1.2 Основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя.....	54
5.2 Производственная безопасность.....	55
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	55
5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего).....	56
5.3 Экологическая безопасность.....	63
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	64
Вывод по разделу 5.....	66
Заключение.....	68
Conclusion	69
Список использованной литературы.....	70
Приложение А. Код программы для RFID	72
Приложение Б. Код программы для ESP8266	74

Введение

Контроль доступа в помещения, как на производстве, так и в обычной жизни является важнейшим компонентом для обеспечения безопасности различных помещений: складов, офисов, лабораторий и ключевых участков предприятия.

Для реализации доступа в такого рода помещения существует множество вариантов решений. Все они стремятся создать безопасную среду за собой, но при этом обеспечить удобство при входе для разрешенного пользователя. Различные системы имеют свои преимущества и недостатки, кроме того, при выборе играют роль цена и качество. Однако, именно установка подобной системы может обеспечить учет и максимальную защиту объекта.

По своей сути система контроля и управления доступом (СКУД) представляет собой совокупность аппаратных и программных средств, назначением которых является предоставление возможности пройти на определенную территорию или в определенные помещения только конкретным пользователям, которые имеют соответствующее разрешение [1].

Современный рынок услуг безопасности может предложить СКУД различной степени сложности. На небольших предприятиях рентабельнее устанавливать несложную систему, реализовать которую можно при помощи автономного контроллера, считывателя и надежного блокирующего устройства. На более крупных участках применяются централизованные системы (сетевые СКУД), где основная операторская станция связана по сети с каждым пунктом прохода и большим количеством считывателей. Автономные СКУД отличаются отсутствием прокладки многих десятков метров кабеля, что существенно уменьшает затраты и время монтажа системы. В таких системах в основном используются электромагнитные или электромеханические замки, выбор зависит от дизайна помещения [2].

Важную роль в СКУД играет удобство способа идентификации и управления доступом, которое напрямую зависит от вариантов

идентификации. Большинство встроенных считывателей работают на основе бесконтактной proximity технологий, реже встречаются панели с вводом кода или биометрические считыватели – они зачастую встречаются в СКУД отдельно от контроллера.

Разработка системы для доступа в помещение актуальна особенно в настоящий момент, потому что позволяет беспрепятственно и быстро попасть в помещение нужным клиентам, при этом сохранить помещение от несанкционированного прохода.

Целью данной работы является создание системы контроля и управления доступом в помещение посредством карт с NFC и передачей данных через Wi-Fi. Для ее реализации необходимо выделить ряд задач, которые сопутствуют созданию системы.

Основные задачи проекта:

- 1) Обзор аналогов;
- 2) Определение функционала и принципа работы;
- 3) Разработка схемы подключения;
- 4) Подбор компонентов;
- 5) Написание кода программы;
- 6) Сборка, тестирование и отладка системы.

1 Обзор технических решений

Для многих общественных учреждений с большим потоком сотрудников или посетителей главными требованиями к системе СКУД являются:

- бесперебойность и скорость работы;
- невысокая цена;
- возможность быстро редактировать базу клиентов.

Технологии контроля доступа в помещения по картам пользуются в этой нише наибольшим спросом. В настоящий момент рынок достаточно насыщен качественными СКУД, поэтому потребителю остается лишь правильно выбрать тип системы.

Когда нужно обеспечить быструю и простую идентификацию, контактной карте в большинстве случаев стоит предпочесть бесконтактную. Контактные карты чаще применимы в банковских системах или домофонах, чем в СКУД, ведь они проигрывают в скорости и износостойкости. Большинство бесконтактных карт срабатывают на расстоянии до 15 см (некоторые более 1,5 м), что не создает больших неудобств при их использовании. Передача сигнала в таких картах происходит по технологии RFID (радиочастотная идентификация).

Для определения области разработки, функционала системы, а также сопоставления характеристик необходимо рассмотреть существующие аналоги на рынке.

1.1 Castle Офис

Сетевая СКУД «Castle» в комплекте «Офис» представляет собой набор аппаратно-технических средства для управления доступом на дверь с функциями учета рабочего времени. Комплект включает в себя все необходимое для подключения системы контроля и управления доступом в офисе, рассчитанном на 50 человек. Администрирование и сбор информации

с контроллеров осуществляется с помощью ПО «Castle» через интерфейс связи Ethernet. Идентификаторами выступают карты EM-Marin. Каждый контроллер при этом автономно запоминает до 40 000 событий прохода в энергонезависимой памяти. При запуске программного обеспечения события автоматически поступают в базу данных на компьютер. На рисунке 1 представлена схема комплекса технических средств СКУД «Castle» [3].



Рисунок 1 – Схема СКУД «Castle»

1.2 EntryProx

Автономная СКУД «EntryProx» со встроенным считывателем proximity карт и клавиатурой предназначена для оснащения офисов небольших компаний и отдельных помещений с количеством пользователей не более 2000 и записью до 1000 событий. Предназначен для управления доступом к одной двери автономно. Считыватель можно устанавливать внутри и вне помещений на расстоянии до 3 метров от блока управления. Позволяет использовать в качестве идентификаторов бесконтактные радиочастотные proximity карты, брелоки, метки компании HID с дальностью считывания до 7,5 см [4].

1.3 PERCo-S-20

Сетевая СКУД «PERCo-S-20» предназначена для контроля прохода персонала на территорию предприятия, разграничения доступа сотрудников внутри предприятия, обеспечения трудовой дисциплины, автоматизации учета рабочего времени. В системе могут быть строены такие исполнительные устройства, как калитки, турникеты, электромеханические и электромагнитные замки. Наличие в используемых контроллерах возможности подключения охранной сигнализации позволяет не только контролировать вход в помещение, его постановку и снятие с охраны, но также контролировать весь объем помещения. Контроллеры и видеокамеры подключаются непосредственно в сеть Ethernet, извещатели, считыватели, турникеты, замки подключаются к управляющим элементам. В качестве идентификаторов в системе могут использоваться proximity карты и отпечатки пальцев, совместно или по отдельности [5].

1.4 ParsecNET 3

Сетевая СКУД «ParsecNET 3» – система контроля доступа, предназначенная для организации контроля и управления доступом на различных точках доступа, получения отчетности о всех событиях в системе, интеграции с другими системами для решения возникающих на объекте задач. Контроллеры различаются интерфейсами подключения (RS-485 или Ethernet). Максимальное количество идентификаторов зависит от модели контроллера. Считыватели, используемые в системах безопасности ParsecNET 3, ориентированы на работу с картами или брелоками стандарта EM Marin и HID, а также со смарт-картами на частоте 13,56 МГц [6].

Несмотря на широкое распространение масштабных СКУД в коммерческих организациях, на данный момент рынок подобных систем не заполнен недорогими вариантами, легкими в установке. Рассмотренные решения применяются, в основном, для крупных организаций с большим числом пользователей, а для внедрения требуется полное изучение участков

для правильного сетевого управления. Для средних и мелких организаций требуется автономная СКУД, которая бы быстро и недорого войдет в эксплуатацию. Предлагаемая система как раз имеет локальный характер, а также является экономным вариантом.

Вывод по разделу 1

Современный рынок насыщен различными системами контроля доступа в помещения, как сетевыми, которые соединяют множество контроллеров по всей площади, так и автономными, устанавливаемыми локально. Рассмотренные аналоги применимы для крупных организаций, т.к. потенциальное количество пользователей достигает нескольких тысяч. Кроме того, данные системы имеют высокую стоимость. Разрабатываемая система является комбинированной, таким образом, объединяя характеристики сетевой СКУД, где связь происходит с операторской станцией, расположенной вдали от контроллера, а также автономной, где работа контроллера может не зависеть от соединения с внешними устройствами и управляющими объектами.

2 Проектирование системы

При проектировании системы важно учесть все аспекты предметной области, а именно провести разбор функциональных возможностей и применяемых технологий, разработать схему системы, подобрать все необходимые элементы и выполнить их соединение.

2.1 Определение функционала и принципа работы

В разрабатываемой системе контроля и управления доступом в помещение должны быть предусмотрены следующие функции:

- управление проходом в помещение;
- учет и регистрация пользователей;
- хранение и передача информации
- наличие элементов «умного дома»;
- варианты питания системы.

Выполнение основных функций, а именно проход, который необходимо контролировать, а также вести учет пользователей можно реализовать различными способами. В этом случае, автоматизация данного процесса позволяет минимизировать участие человека, а значит сократить расходы на данный сегмент. Внедрение контроллера и элементов, необходимыми для выполнения всех функций, обеспечит безопасность и уменьшит влияние человеческого фактора.

На входе устанавливается считыватель, который получает информацию от посетителя и передает ее на контроллер СКУД с целью дальнейшей обработки. Также встраивается замок и световая индикация для регулирования потока проходящих. Проход осуществляется строго по пропускам. В качестве пропуска пользователям выдаются бесконтактные карты.

Микроконтроллер обрабатывает данные посетителей с целью предоставления им доступа или отказа в нем. Подключение данного

компонента системы производится к общей сети объекта, а его управление осуществляется с компьютера при помощи специального программного обеспечения, вручную или автоматически.

Данные владельцев карт и их идентификаторы хранятся на локальном носителе и с определенной периодичностью отправляются администратору. В помещении устанавливается освещение, которое связано с микроконтроллером для автоматического включения и отключения в заданные моменты.

2.2 Разработка схемы подключения

Для реализации системы ее компоненты необходимо разделить с учетом особенности соединения компонентов и организацией безопасности. Основные блоки располагаются на объекте. Внешняя часть расположена близ входа, а внутренняя часть находится в отдельном корпусе непосредственно в самом помещении. Связь происходит с операторской станцией, куда на компьютер поступает вся необходимая информация по объекту и проходам. На рисунке 2 представлена структурная схема системы.

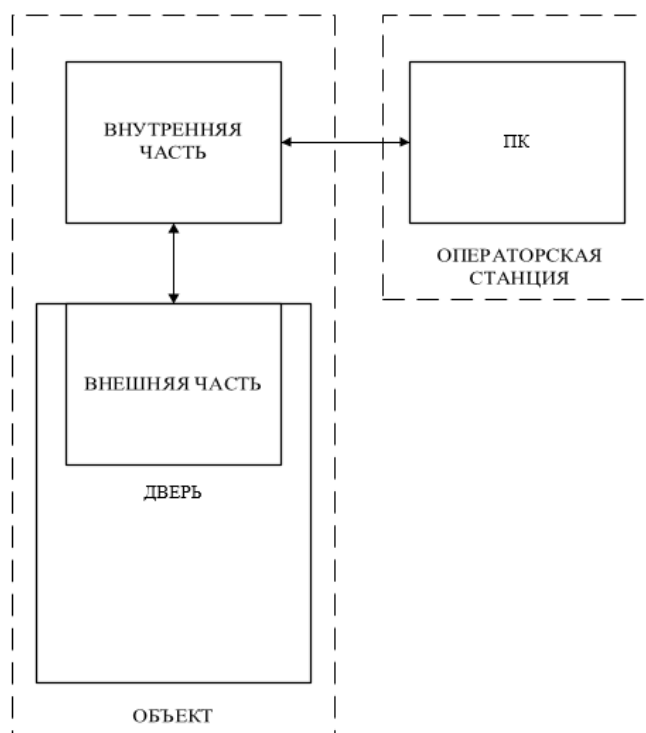


Рисунок 2 – Структурная схема разрабатываемой СКУД

Во внутренней части, которая находится в защищенном корпусе и находится в целевом помещении, располагается микроконтроллер, регулирующий работу всей системы и связывающий ее элементы, microSD-модуль, который хранит необходимую информацию о пользователях, а также WiFi-модуль, который соединен с беспроводной сетью и передает или принимает данные с операторской станции.

Во внешней части, которая располагается на входе в помещение, устанавливаются модуль для считывания карт, кнопка выхода с внутренней стороны, замок для открытия в соответствии с правилами, а также регулируемое освещение, которое включается в по заданию или при срабатывании. На рисунке 3 представлена схема элементов на объекте.

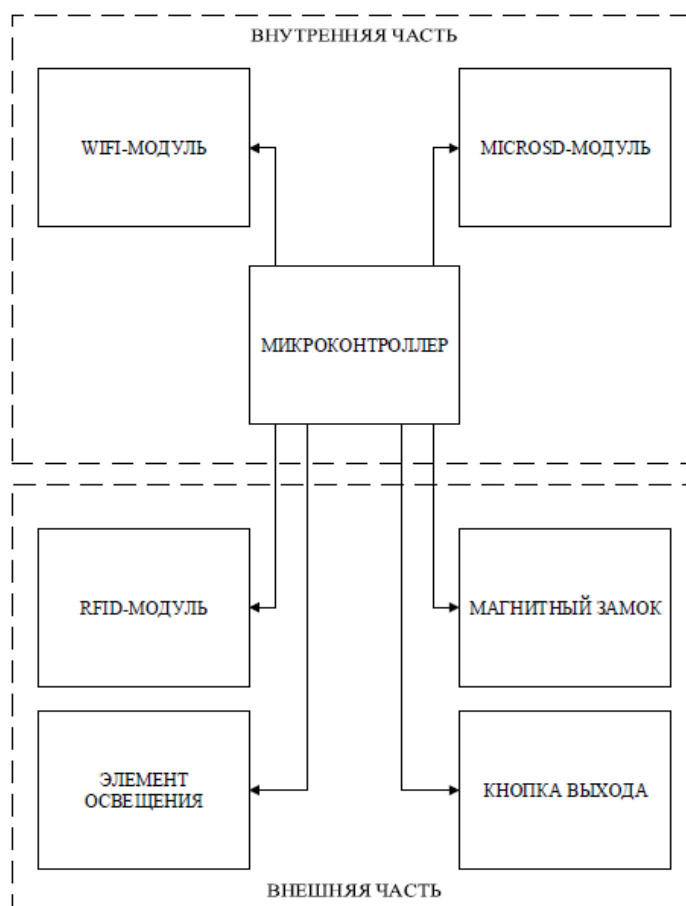


Рисунок 3 – Структурная схема элементов разрабатываемой СКУД на объекте

2.3 Подбор компонентов

2.3.1 Микроконтроллер

Существует множество различных микроконтроллеров и микрокомпьютеров для использования в разработках систем и проектов. Микроконтроллеры программируются в определенной среде, а одноплатные компьютеры исполняют программы в рамках операционной системы (чаще всего Linux). Существуют также гибридные платформы, где на одной плате расположен и микроконтроллер, и процессор. Такие платформы используются, чтобы оставить мощному процессору сложные задачи, такие как выход в сеть, обработку медиа, а на микроконтроллер возложить функцию точного управления приводами, реле, сенсорами и другой периферией [7].

Raspberry Pi Zero — оригинальная плата Raspberry Pi Model A+, уменьшенная в размере. Этот микрокомпьютер может запустить дистрибутив Linux. На плате можно запустить Raspbian или любую другую совместимую операционную систему. Процессор имеет частоту 1 ГГц и ОЗУ с 512 МБ, однако, это не дает возможность создавать большие проекты. Также имеется 2 порта microUSB, но нет Ethernet, Bluetooth или Wi-Fi.

Teensy — компактная плата, в которой имеется загрузчик, где можно загружать в память программу даже с USB-накопителя. С помощью него есть возможность эмулировать любое USB устройство, а в качестве процессора используется ARM Cortex M4 с частотой 180 МГц, и 256 Кб оперативной памяти. Однако, подобный функционал не всегда необходим [8].

STM32F407 — недорогой 32-битный микроконтроллер от STMicroelectronics. Устройство использует чип ARM Cortex 32-bit M3 с тактовой частотой 24 МГц и 8 кб оперативной памяти. В нем используется своя среда разработки Keli, а также программатор ST-Link [9].

Arduino — один из популярнейших микроконтроллеров для создания разнообразных автоматизированных систем. Использует процессор ATmega328p с тактовой частотой 16 МГц, обладает памятью 32 кБ и имеет 20 контролируемых контактов ввода и вывода для взаимодействия с внешним

миром. У данного микроконтроллера небольшое количество памяти и устройство хранения, поэтому если необходимо собирать данные, такие, как учет проходов, то нужно их передавать их на компьютер.

Благодаря множеству библиотек и вспомогательных модулей, а также относительной дешевизны, он позволяет создавать системы и проекты с широким диапазоном функций и с применением различного рода датчиков и других элементов. Arduino имеет различные варианты исполнения, поэтому в зависимости от поставленных задач можно выбрать нужную модель. К преимуществам также относится отказоустойчивость устройства и расширяемость. Учитывая все параметры и возможности, для разработки системы был выбран именно микроконтроллер Arduino Uno.

Стандартный Arduino Uno (рисунок 4) имеет напряжение в 5 В, процессор на 16 МГц, 32 КБ постоянной и 2 КБ оперативной памяти, 20 портов ввода-вывода, 6 аналоговых входов, 6 каналов ШИМ, 2 аппаратных прерывания. Работа по программированию выполняется в среде Arduino IDE с языком Arduino C++.

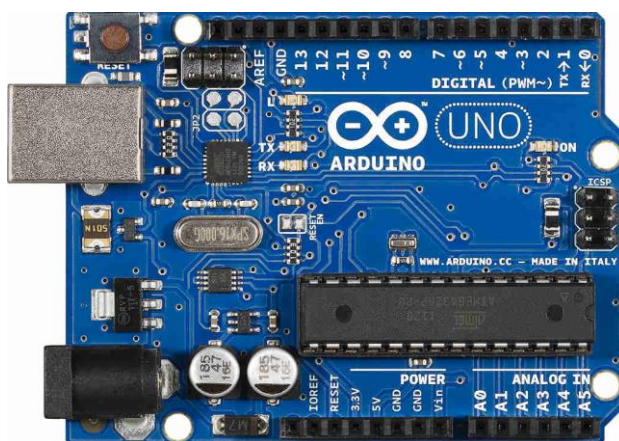


Рисунок 4 – Микроконтроллер Arduino Uno

2.3.2 RFID-модуль

Для реализации доступа в помещение применяется модуль RFID. Радиочастотная идентификация (RFID) — это технология бесконтактной идентификации объектов при помощи радиочастотного канала связи. RFID-

система состоит из считывающего устройства и транспондера (RFID-метка). Идентификация объектов производится по уникальному идентификатору, который имеет каждая такая метка.

RFID-метки делятся на пассивные, полупассивные и активные. В пассивных RFID-метках нет встроенного источника энергии, а ток, индуцированный в антенне электромагнитным сигналом от считывателя, обеспечивает достаточную мощность для функционирования кремниевого CMOS-чипа, который размещен в метке. Полупассивные RFID-метки имеют батарею, обеспечивающую питанием чип, дальность действия при этом зависит только от чувствительности считывателя. Активные RFID-метки обладают собственным источником питания и не зависят от энергии считывателя, вследствие чего они читаются на дальнем расстоянии, при этом имеют большие габариты, однако, такие метки являются наиболее дорогими. В данном случае для разрабатываемой системы не требуется большая дальность срабатывания, поэтому применяются пассивные метки [10].

В проектах с Arduino в качестве считывателя часто используется модуль RFID-RC522 (рисунок 5). Модуль выполнен на микросхеме MFRC522 фирмы NXP, которая обеспечивает работу с метками HF (на частоте 13,56 МГц). В комплекте с модулем RFID-RC522 идут две метки, одна в виде карты, другая в виде брелока.

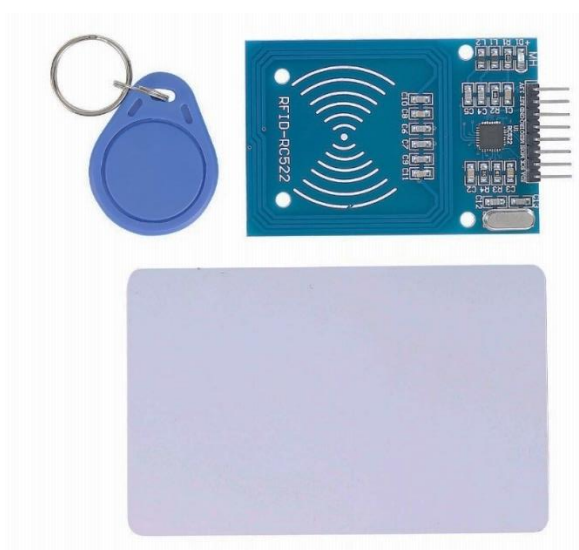


Рисунок 5 – RC522 и RFID-метки

Технические характеристики модуля:

- Напряжение питания: 3,3 В;
- Потребляемый ток: (13 - 26) мА;
- Рабочая частота: 13,56 МГц;
- Дальность считывания: (0 - 60) мм;
- Интерфейс: SPI;
- Скорость передачи: максимальная 10 МБит/с.

У самого RFID-модуля RC522 имеется 8 контактов, которые необходимо корректно подключить к Arduino (рисунок 6): VCC (питание), RST (линия сброса), GND (земля), MISO (данные от ведомого к ведущему), MOSI (данные от ведущего к ведомому), SCK (тактовый сигнал), NSS (выбор ведомого), IRQ (линия прерываний).

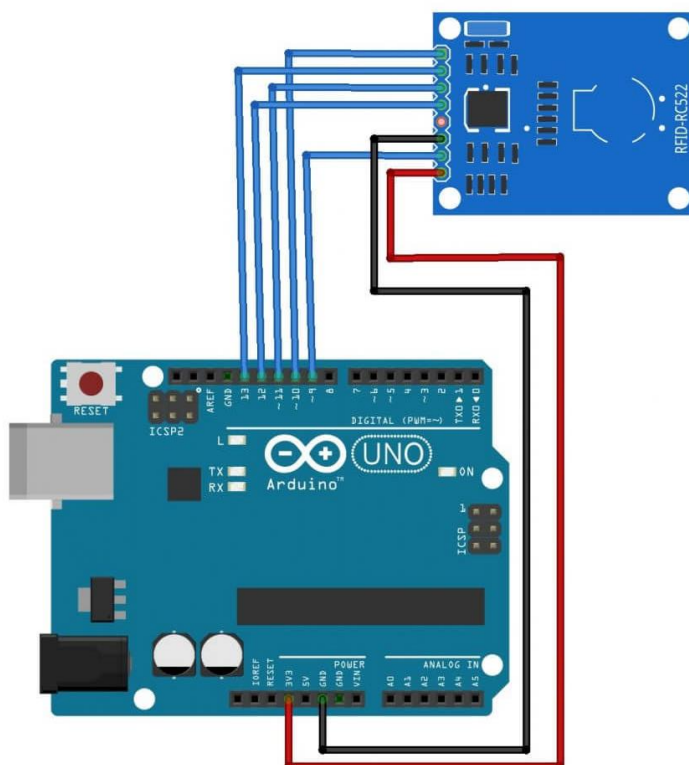


Рисунок 6 – Подключение модуля RFID-RC522

2.3.3 MicroSD-модуль

SD и microSD-карты могут существенно расширить возможности проектов Arduino, работающих с большими объемами данных: регистраторов данных, систем умного дома и других.

Платы Arduino оснащены сравнительно небольшой внутренней памятью, всего до 4 килобайт, включая и флэш-память, и EEPROM. Этой памяти не хватит для записи больших объемов данных, тем более, если плата будет постоянно выключаться или выключаться. Подключение SD-карты в качестве внешнего накопителя позволяет многократно увеличить место для хранения любой информации. Съёмные накопители SD стоят дешево, легко подключаются и удобны в использовании.

Использование готового модуля обладает различными преимуществами. Это довольно простое и удобное средство для работы с большим объемом данных. Подключение выполняется соединением нужных пинов с микроконтроллером (рисунок 7), все разъемы подписаны прямо на плате. Универсальный модуль представляет собой обыкновенную плату, на которой помещены слот для карты, резисторы и регулятор напряжений. Он обладает следующими техническими характеристиками [11]:

- Диапазон рабочих напряжений: (4,5 - 5) В;
- Поддержка SD карты: до 2 Гб;
- Ток: 80 мА;
- Файловая система: FAT 16.

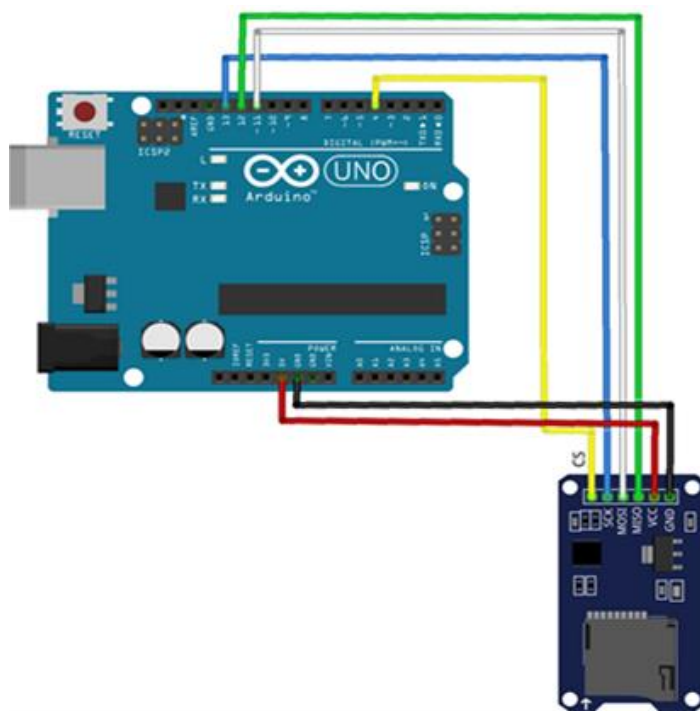


Рисунок 7 – Подключение microSD-адаптера

2.3.4 Wi-Fi-модуль

Для передачи данных используются различные методы и протоколы связи: от простого ИК до сложных протоколов сети.

Wi-Fi — технология беспроводной локальной сети с устройствами. В ней используются такие стандарты, как IEEE 802.11a, обеспечивающий скорость до 54 Мбит/с, используя рабочие частоты около 5 ГГц. IEEE 802.11b (11 Мбит/с на частоте 2,4 ГГц), IEEE 802.11g (54 Мбит/с на частоте 2,4 ГГц). Стандартные Wi-Fi маршрутизаторы распространенных стандартов 802.11b или 802.11g действуют на расстоянии порядка 50 метров в помещении и до 90 метров в открытой местности. Также радиус действия зависит от рабочей частоты и других факторов.

Благодаря самой технологии, Wi-Fi не требует прокладки проводов по всему объекту, что значительно упрощает работу и экономит средства. Сеть можно увеличивать в размерах: количество пользователей и объединение точек доступа практически не ограничены, тогда как проводную сеть, бывает трудно построить физически. Однако, в скоплении различных точек доступа

могут возникнуть проблемы доступа к открытой сети при наличии рядом точки доступа, работающего с шифрованием на том же или соседнем канале.

В России использование Wi-Fi без разрешения на использование частот от Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) возможно для организации сети внутри зданий, закрытых складских помещений и производственных территорий.

Стандарт шифрования WEP, хоть и является самым популярным, относительно легко поддается взлому. Поэтому часто в современных устройствах используют протокол WPA и WPA2, которые более безопасны.

Для Wi-Fi-модулей Arduino на сегодняшний день существует множество недорогих решений. Так, например, модуль ESP8266 имеет большую функциональность и является достаточно дешевым [12].

ESP8266 — микроконтроллер с интерфейсом Wi-Fi, который имеет возможность исполнять программы из флеш-памяти. Устройство было выпущено в 2014 году компанией Espressif и практически сразу же стало популярным. На данный момент существует огромное количество разновидностей модуля ESP8266. Наиболее популярным вариантом является ESP 01. В нем используется 32-битный процессор на 160 МГц. Также в нем применяются стандарты защиты WPA и WPA2. Важной его особенностью является отсутствие пользовательской энергонезависимой памяти на кристалле. Программа выполняется от внешней SPI ПЗУ при помощи динамической загрузки необходимых элементов программы. Имеется множество библиотек, в том числе и пользовательских, а также поддерживает работу через Serial шины и простейшие AT и AT+ команды.

Контроллер обладает небольшим количеством контактов, подключаемых к Arduino (рисунок 8) и имеет следующие технические параметры:

- Wi-Fi протоколы: 802.11 b/g/n с WEP, WPA, WPA2;
- 14 портов ввода и вывода: SPI, I2C, UART, 10-бит АЦП;

- Внешняя память: до 16 МБ;
- Необходимое питание: (2,2 - 3,6) В;
- Потребляемый ток: до 300 мА.

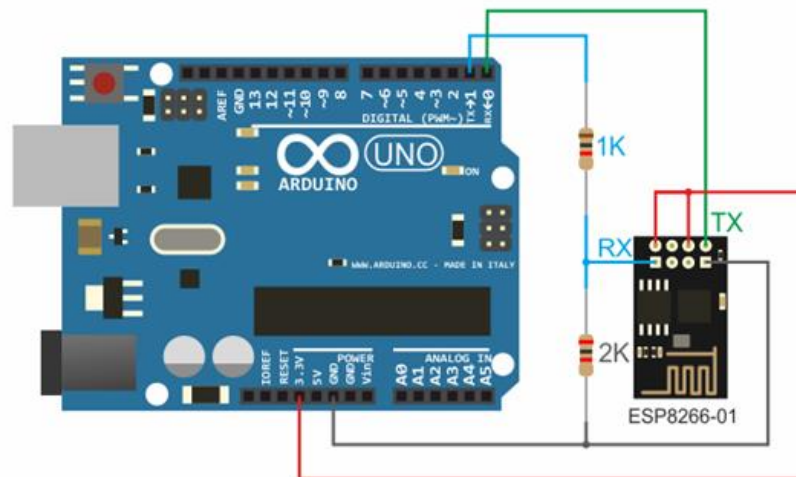


Рисунок 8 – Подключение модуля ESP8266

Вывод по разделу 2

В данном разделе был описан функционал разрабатываемой системы, а также выполнен анализ и подбор основных компонентов, а также изучена техническая документация. В качестве управляющего устройства выбран микроконтроллер Arduino, который имеет необходимые для реализации системы аппаратные параметры и обширную базу библиотек. Помимо этого, в системе определены модули для выполнения необходимых функций системы. Для идентификации пользователей было решено использовать RFID-считыватель RC552. Также в системе используется адаптер microSD для хранения данных автономно. Для их передачи и связи с операторской станцией был выбран модуль ESP8266.

3 Реализация системы

3.1 Написание программы

Программный код можно разделить в зависимости от назначения и от используемых элементов системы на следующие части:

- реализация кода для RFID-модуля;
- реализация кода для ведения логов на micro-SD;
- реализация кода для WiFi-передачи.

Изначально происходит настройка используемой RFID-карты. Определяется ее UID и серийный номер ключа, после чего происходит запись этих данных для доступа в помещение с привязкой к личным данным пользователя.

Для программирования в среде Arduino IDE необходимы готовые библиотеки SPI.h и RFID.h. Библиотека SPI нужна для корректной работы интерфейса, а RFID непосредственно для самого модуля.

SPI — популярный интерфейс для последовательного обмена данными между микросхемами, представляющий шину для подключения внешних устройств. Шина SPI организована по принципу «ведущий-подчиненный» (рисунок 9). В качестве ведущего шины выступает микроконтроллер. К ведущему шины подключены внешние устройства: в данном случае это RFID-модуль и microSD-адаптер [13].

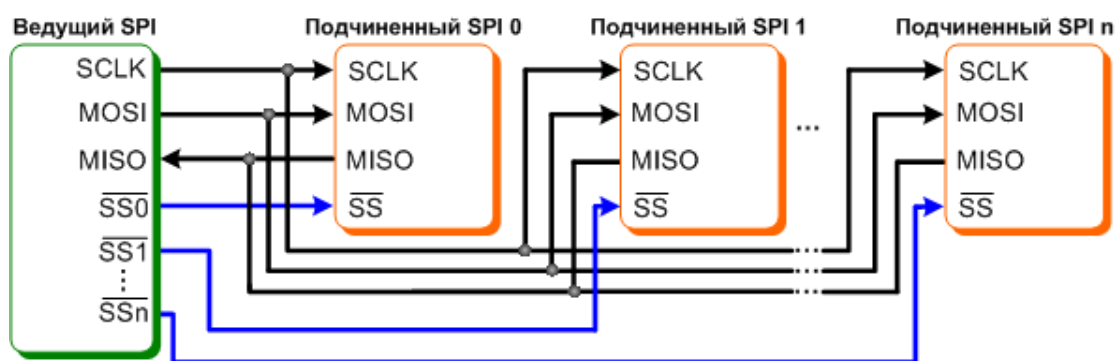


Рисунок 9 – независимое подключение по интерфейсу SPI

Первоначально, при тестировании модуля считывания используется память EEPROM. Тестирование проходит с использованием двух карт с

разным идентификатором. Соединение модулей и периферии происходит в соответствии с пинами устройств (рисунок 10). В коде программы заранее прописан номер карты и имя владельца. Код представлен в приложении А.

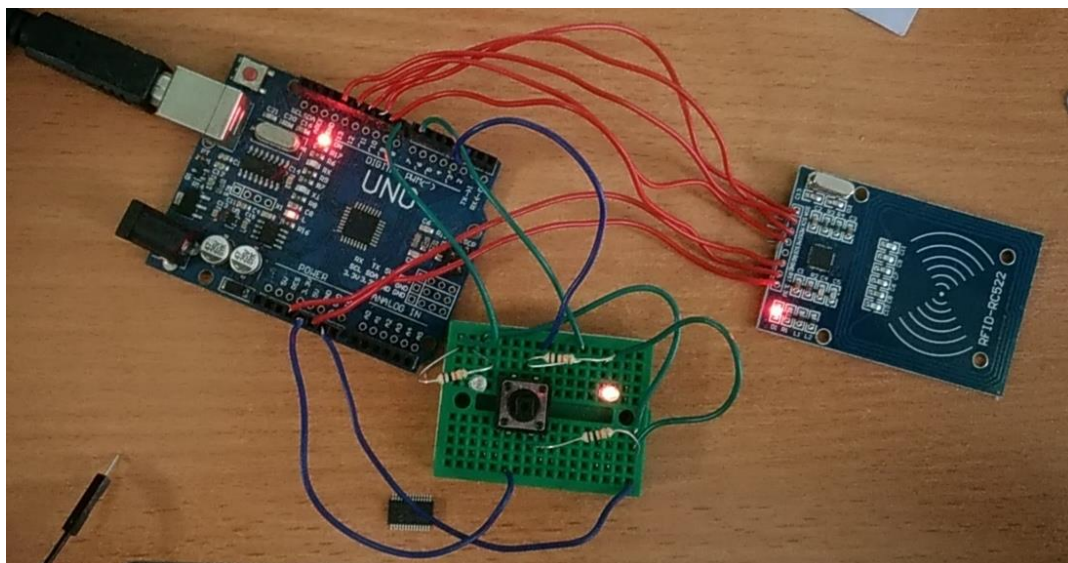


Рисунок 10 – Соединенный RFID-модуль и Arduino Uno

При поднесении карты к считывающему устройству, номер карты выводится в монитор порта и реализуется сравнение с одним из адресов в EEPROM. Если совпадение найдено, то загорается зеленый светодиод и в мониторе порта прописывается сообщение «OPEN». Если же совпадений не найдено, то горит красный светодиод и появляется сообщение «ACCESS DENIED».

Также в системе присутствует кнопка для открытия двери изнутри. При ее нажатии загорается зеленый светодиод и в мониторе порта прописывается сообщение «OPEN» (рисунок 11).

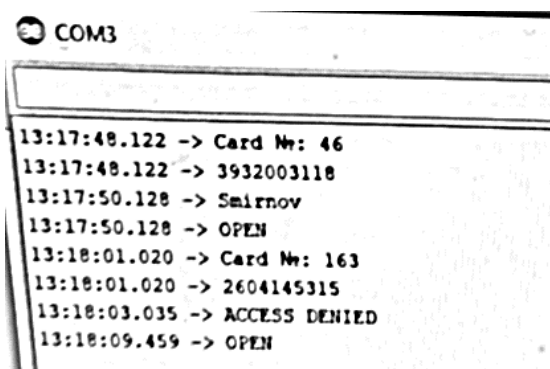


Рисунок 11 – Монитор порта при работе RFID

Далее тестировалась работа microSD-адаптера и самой карты (рисунок 12). Для удобства работы с внешними накопителями данных доступны уже готовые библиотеки SPI.h и SD.h. Библиотека SPI нужна для правильной работы устройств, подключаемых по данному интерфейсу. Библиотечные функции SD необходимы для считывания и записи данных на карту. Было произведено подключение по интерфейсу SPI, где Arduino (Master) по выбору определенного устройства (Slave) по входу SS может передавать и принимать сигнал.

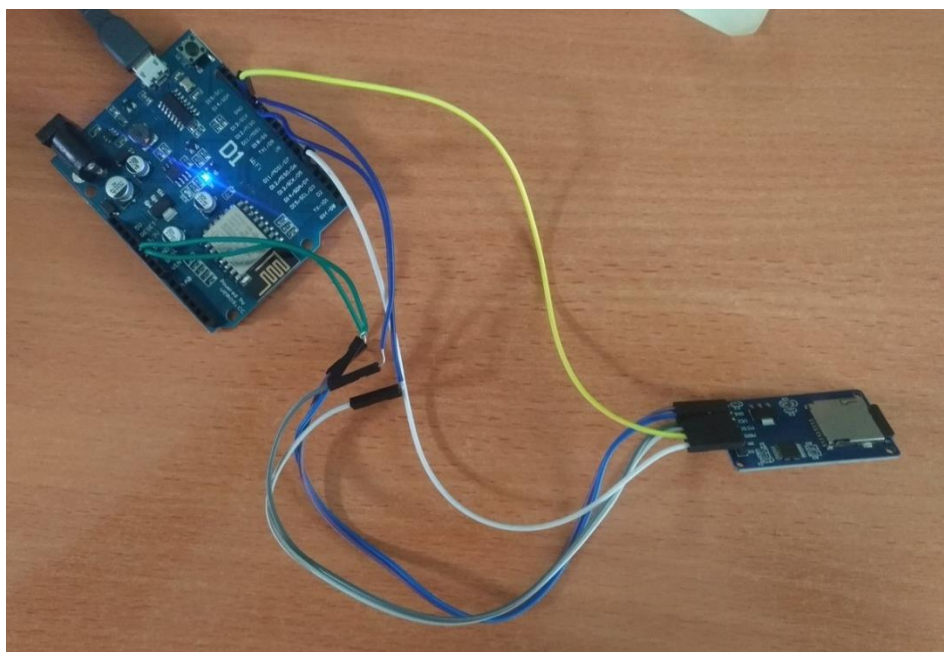


Рисунок 12 – Подключенный модуль microSD

Запись производится в лог-файл на карте при каждом определении UID. В файл добавляется имя и идентификатор пользователя. Добавленный в void loop код программы для записи данных на microSD представлен в приложении Б.

3.2 Тестирование и отладка системы

После проверки возможности записи данных на карту, нужно настроить связь с операторской станцией. Для этого используется ESP8266. Модуль необходимо подключить и проверить его работоспособность, скинув

несколько штатных команд AT через меню отладки. Модуль может выполнять соединение Arduino с точкой доступа, но также может сам исполнять роль точки доступа. В ходе тестирования ESP8266 как отдельного элемента системы возникли неполадки в прошивании модуля. После повторного прошивания был запущен тестовый скетч, а также выполнена проверка команд и отслеживание в мониторе порта. Команды AT не поступали должным образом, а модуль не давал ответа. Исходя из этого, а также сложности в подборе другого отдельного WiFi-модуля, была выбрана плата, модифицированного Arduino Uno встроенным модулем ESP8266 — WeMos D1 WiFi Uno (рисунок 13).

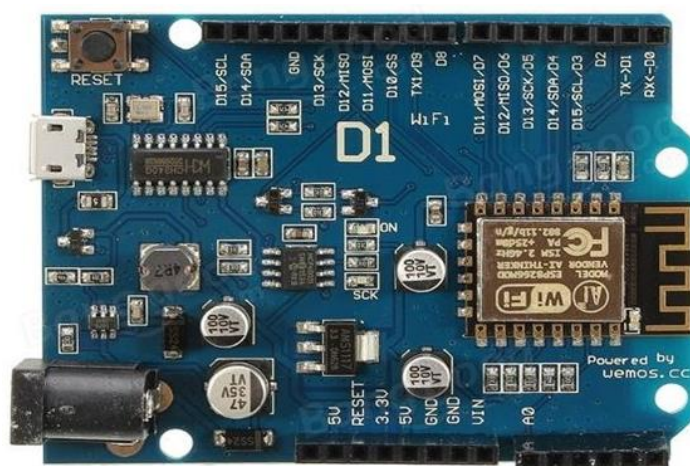


Рисунок 13 – Микроконтроллер WeMos D1 WiFi Uno со встроенным модулем ESP8266

После повторной загрузки необходимых библиотек (ESP8266WiFi.h, WiFiClient.h, ESP8266WebServer.h, ESP8266mDNS.h) был успешно проведен тест на работоспособность данного микроконтроллера (рисунок 11).

Далее было выполнено подключение к домашней точке доступа, присвоен уникальный IP-адрес и MAC устройства. По конкретному адресу была создана веб-страница, с которой можно производить управление самим модулем. Данные поступают непосредственно в ESP8266. В ответ на странице визуализируется изменение.

Таким образом, были подключены все необходимые модули и выполнено тестирование. На рисунке 14 представлена принципиальная схема подключения модулей к микроконтроллеру.

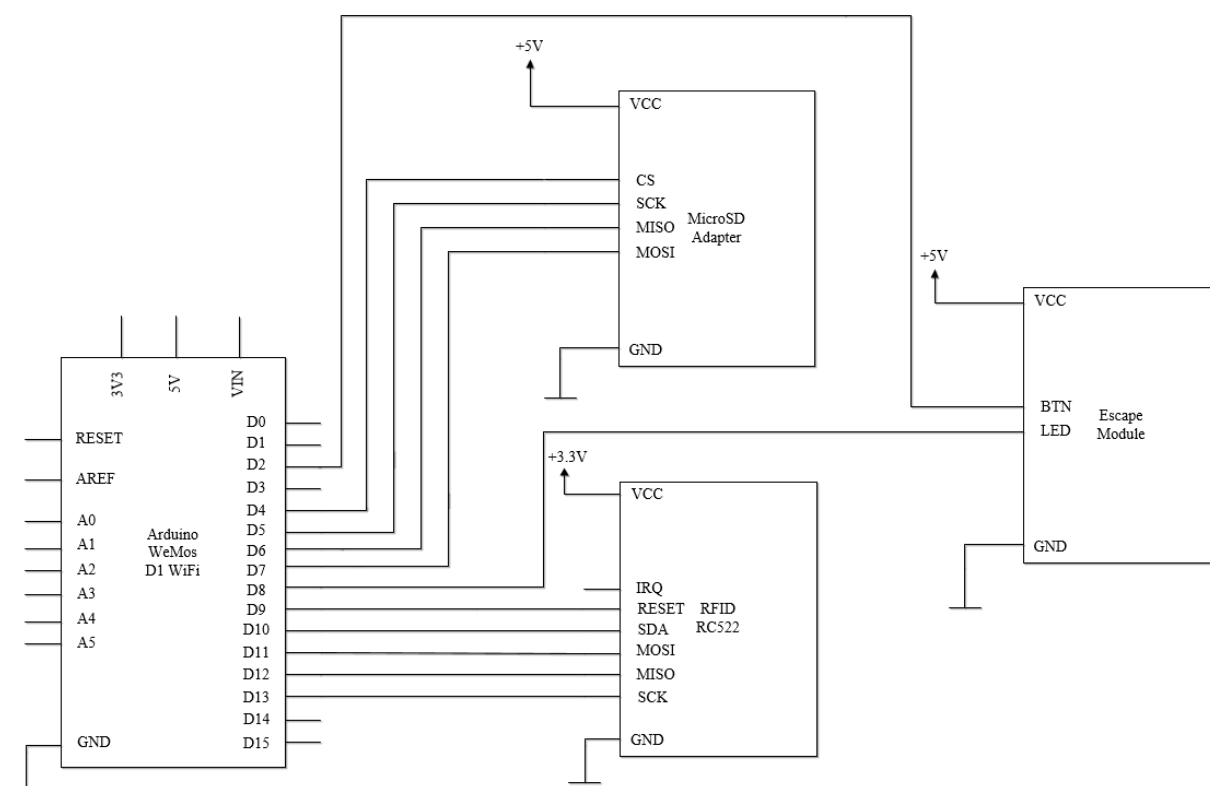


Рисунок 14 – Принципиальная схема системы

Вывод по разделу 3

В данном разделе были рассмотрены этапы реализации системы контроля и управления доступом в помещение. Были изучены основные способы подключения устройств к микроконтроллеру, среда программирования Arduino IDE, различные библиотеки для работы модулей, а также написан код программы. В ходе работы была изучена и организована передача данных по Wi-Fi.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа возможных потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Объектом разработки является локальная система контроля и управления доступом в помещение. Группу потребителей могут составить организации, где необходимо обеспечение безопасности складов, офисных помещений, лабораторий или других ключевых участков. Сегментирование рынка произведено по следующим критериям: размер компании-заказчика и сфера использования системы. Карта сегментирования приведена в таблице 1.

Таблица 1 — Карта сегментирования

		Сфера использования			
		Жилые здания	Промышленные участки	Офисные помещения	Лаборатории
Размер организац	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				

Согласно карте сегментирования, для реализации разработки на рынке подходят следующие сегменты: небольшие офисные, служебные, промышленные и жилые помещения.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Технологии контроля доступа в помещения по картам пользуются спросом. В настоящий момент рынок достаточно насыщен качественными

СКУД, поэтому потребителю остается лишь правильно выбрать тип системы. Когда нужно обеспечить быструю и простую идентификацию, контактной карте в большинстве случаев стоит предпочесть бесконтактную. Контактные карты чаще применимы в банковских системах или домофонах, чем в СКУД, ведь они проигрывают в скорости и износостойкости.

Большинство бесконтактных карт срабатывают на расстоянии до 15 см (а некоторые и свыше 1,5 м), что не создает больших неудобств при их использовании. Передача сигнала в таких картах происходит по технологии RFID (радиочастотная идентификация).

Например, автономный контроллер СКУД EntryProх со встроенным считывателем proximity карт и клавиатурой предназначен для оснащения системой контроля доступа офисов небольших компаний, отдельных помещений, коттеджей и пр. с количеством пользователей не более 2000. Позволяет использовать в качестве идентификаторов бесконтактные радиочастотные proximity карты, брелоки, метки компании HID [4].

Система контроля доступа PERCo-S-20 предназначена для защиты от проникновения посторонних лиц на территорию предприятия, разграничения доступа сотрудников внутри предприятия, обеспечения трудовой дисциплины, автоматизации учета рабочего времени. В качестве исполнительных устройств в системе могут использоваться турникеты, калитки, электромагнитные и электромеханические замки. Наличие в контроллерах доступа встроенной поддержки шлейфов охранной сигнализации позволяет не только контролировать вход в помещение, его постановку/снятие с охраны, но также контролировать весь объем помещения [5].

Несмотря на широкое распространение масштабных СКУД в коммерческих организациях, предлагаемая система имеет локальный характер и является экономным вариантом.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Память в системе	0.1	2	4	5	0.2	0.4	0.5
2. Время срабатывания	0.05	5	5	5	0.25	0.25	0.25
3. Энергопотребление	0.08	5	4	2	0.4	0.32	0.16
4. Удобство эксплуатации	0.05	3	4	4	0.15	0.2	0.2
5. Возможность расширения	0.1	5	4	4	0.5	0.4	0.4
6. Защищенность базы	0.1	4	4	5	0.4	0.4	0.5
7. Исправность считывания	0.05	4	5	5	0.2	0.25	0.25
8. Универсальность	0.07	3	4	3	0.21	0.28	0.21
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0.05	4	4	5	0.2	0.2	0.25
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0.05	4	4	5	0.2	0.2	0.25
3. Цена	0.1	5	3	3	0.5	0.3	0.3
4. Послепродажное обслуживание	0.1	4	4	4	0.4	0.4	0.4
5. Доступность	0.1	5	2	2	0.5	0.2	0.2
Итого	1	53	51	52	4.1	3.8	3.9

Согласно критериям ресурсоэффективности слабыми сторонами разрабатываемой системы можно считать следующие пункты: используемая память, удобство эксплуатации и универсальность. В то же время, разработка конкурентоспособна по остальным техническим критериям. Из сильных сторон можно выделить энергопотребление и возможность расширения.

Для оценки экономической эффективности были выбраны следующие экономические критерии: конкурентоспособность продукта, предполагаемый срок эксплуатации, цена, послепродажное обслуживание, доступность. Результаты анализа выявили, что созданный продукт имеет наибольшую конкурентоспособность в условиях существующего рынка по сравнению с конкурентами.

4.3 SWOT-анализ

Для исследования внутренней и внешней среды проекта был проведен комплексный анализ научно-исследовательского проекта – SWOT-анализ. Итоговая матрица SWOT-анализа, полученная в результате реализации всех этапов исследования, приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Низкая стоимость комплектующих. С2. Низкое энергопотребление. С3. Легкость обслуживания. С4. Возможность расширения.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Небольшой объем памяти для хранения данных. Сл2. Функциональная ограниченность системы. Сл3. Отсутствие возможности производства в больших объемах. Сл4. Отсутствие собственного ПО.
Возможности: В1. Переход на использование личных смартфонов вместо отдельных карт. В2. Повышение спроса у мелких организаций. В3. Повышение стоимости разработок конкурентов. В4. Расширение объема обслуживаемых точек.	В1С1. За счёт использования личных смартфонов, часть комплектующих не нужно будет закупать, что еще больше снизит стоимость системы. В2С2. Малые затраты на энергопотребление позволят небольшим организациям приобрести данную систему. В3С3. Легкость обслуживания позволит уменьшить затраты на обучение персонала, что привлечет новых клиентов при повышении стоимости разработок конкурентов. В4С4. При масштабируемости системы с технической стороны повысится объем обслуживаемых помещений одной системой.	В1В2Сл1Сл3. Повышение спроса у организаций и снижение затрат на выпуск новых карт привлекут средства для наладки производства и позволят расширить объем памяти за счет новых комплектующих. В3Сл4. При повышении стоимости разработок появится возможность создания недорогого ПО. В4Сл2. Расширение объема обслуживаемых точек позволит избавиться от ограниченности системы.

Продолжение таблицы 3 – Матрица SWOT-анализа

Угрозы: У1. Появление на рынке наиболее совершенных систем от конкурентов. У2. Недостаточность финансирования. У3. Введение требований к сертификации системы. У4. Уменьшение спроса на данную систему.	У1У4С1. Наличие простых комплектующих и дешевизна системы в использовании и обслуживании для небольших организаций позволит сохранить спрос на продукт. У2С4. После масштабирования системы крупные организации заинтересуются разработкой и смогут профинансировать развитие.	У1Сл1Сл2. Увеличение памяти и расширение функционала позволит сохранить конкуренцию на рынке. У2Сл3. Появление инвестирования позволит наладить производство. У3У4Сл4. Разработка ПО по стандартам сохранит спрос на систему и позволит учесть все требования к сертификации.
---	--	--

Таким образом, с использованием сильных сторон проекта имеется перспектива реализации возможностей. Низкая стоимость на разработку, эксплуатацию и обслуживание системы позволяют в полной мере использовать все возможности для развития проекта. Но слабые стороны и наличие угроз снижают конкурентоспособность продукта.

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для создания проекта необходимо сформировать рабочую группу, в которую входят руководитель и инженер. Перечень этапов, работ а также распределение исполнителей приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Теоретические исследования	2	Поиск и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих систем	Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
	5	Подбор компонентов для реализации системы	Инженер
	6	Покупка компонентов	Инженер
Проведение ОКР			
Разработка и проектирование системы	7	Сборка основной части системы	Инженер
	8	Создание программной части	Инженер
	9	Тестирование и отладка работы системы	Руководитель, инженер
	10	Доработка системы	Инженер
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка полученных результатов	Руководитель
Оформление отчета по НИР	12	Составление пояснительной записки	Инженер

4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер из-за того, что зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Представим ленточный график в форме диаграммы Ганта. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -ой работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1.22 \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Полученные данные сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы						Длительность работы в рабочих днях, T _{pi}		Длительность работы в календарных днях, T _{ki}	
	t _{min} , чел- дни		t _{max} ,чел- дни		t _{ож} , чел- дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Составление и утверждение технического задания	2		5		3,2		3,2		3,9	
Поиск и изучение материалов по теме		7		10		8,2		8,2		10
Изучение существующих систем		3		5		3,8		3,8		4,64
Календарное планирование работ по теме	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1,1	1,1
Подбор компонентов для реализации системы		5		8		6,2		6,2		7,56
Покупка компонентов		1		2		1,4		1,4		1,71
Сборка системы		10		14		11,6		11,6		14,15
Создание программной части		5		10		7		7		8,54
Тестирование и отладка работы системы	3	3	5	5	3,8	3,8	1,9	1,9	2,32	2,32
Доработка системы		5		10		7		7		8,54
Оценка полученных результатов	2		5		3,2		3,2		3,9	
Составление пояснительной записки		7		14		9,8		9,8		11,96
Итого:							9,20	57,80	11,22	70,52

На основе полученной таблицы 5 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ с разбивкой по месяцам и декадам. График работ приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Календарный план-график выполнения проекта

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февр.			март			апр.			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4		■										
2	Поиск и изучение материалов по теме	Инженер	10			■									
3	Изучение существующих систем	Инженер	5				■								
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	1				■								
		Инженер	1					■							
5	Подбор компонентов для реализации системы	Инженер	8				■								
6	Покупка компонентов	Инженер	2					■							
7	Сборка системы	Инженер	14					■	■						
8	Создание программной части	Инженер	9							■					
9	Тестирование и отладка работы системы	Руководитель	2								■				
		Инженер	2									■			
10	Доработка системы	Инженер	9								■	■			
11	Оценка полученных результатов	Руководитель	4										■		
12	Составление пояснительной записки	Инженер	12											■	



— руководитель



— инженер

4.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

При разработке системы необходимо учесть стоимость всех материалов. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_{\text{т}}) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (5)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

$k_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 7 сведены данные о материальных затратах на научное исследование.

Таблица 7 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Ноутбук Dell Inspiron 5520	Шт.	1	18 000	18 000
Контроллер Arduino Uno	Шт.	1	1 700	1 700
RFID-модуль RC522	Шт.	1	400	400
RFID-карты	Шт.	10	80	800
SD-reader	Шт.	1	250	250
Модуль ESP8266	Шт.	1	260	260
Светодиод	Шт.	4	10	40
Кнопка	Шт.	2	10	20
Замок	Шт.	1	800	800
Макетная плата	Шт.	2	140	280
Комплект соединительных проводов	Шт.	2	64	128
Корпус пластиковый	Шт.	1	200	200
Всего за материалы:				22878
Транспортно-заготовительные расходы (3%):				686
Итого:				23564

4.5.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Необходимо провести анализ и расчет основной заработной платы научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30% от тарифа или оклада.

Расчет основной заработной платы работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, и дополнительной заработной платы выполняется следующим образом:

$$З_{ЗП} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (6)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20% от основной).

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (7)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Среднедневная зарплата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (8)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней -выходные дни	52	52
-праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p, \quad (9)$$

где Z_{mc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 для Томска.

Расчет основной платы представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад	k_{np}	k_d	k_p	Z_M , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33 664	-	-	1,3	43 763,2	1 813,3	9,2	16 682,36
Инженер	12 664	-	-	1,3	16 463,2	682,14	57,8	39 427,69
Итого:								56 110,05

4.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн}, \quad (10)$$

где $k_{дон}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (0,12 - 0,15).

Получим:

$$З_{\text{доп НР}} = 0,12 * 16\,682,36 = 2\,001,88;$$

$$З_{\text{доп И}} = 0,12 * 39\,427,69 = 4\,731,32.$$

4.5.4 Отчисление во внебюджетные фонды

В данной статье отражаются обязательные отчисления по установленным законодательствам Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (11)$$

где $k_{\text{внеб}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Расчет отчислений приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений	Отчисления
Руководитель	16 682,36	2001,88	0,271	5 063,42
Инженер	39 427,69	4731,32		11 967,09
Итого:				17 030,51

4.5.5 Прочие прямые затраты

К данному виду затрат относятся затраты на электроэнергию. Для юридических лиц стоимость 1 кВт·ч составляет 5,8 рублей. При умеренном использовании ноутбук средней мощности потребляет 120 Вт в час, используемое оборудование потребляет в сумме 160 Вт в час. В день на работу затрачивается 6 часов, всего на работу с компьютером и оборудованием затрачивается 60 дней. Тогда затраты на электроэнергию составят:

$$З_{\text{эН}} = 0,16 \cdot 60 \cdot 6 \cdot 5,8 = 334,08 \text{ руб.}$$

4.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов, 16 %.

Получим:

$$З_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (56\,110,05 + 6\,733,2) = 10\,054,92 \text{ руб.}$$

4.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат приведено в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб
1. Материальные затраты НТИ	23564
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	56 110,05
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6 733,2
4. Отчисление во внебюджетные фонды	17 030,51
5. Прочие расходы	334,08
6. Накладные расходы	10 054,92
7. Бюджет затрат НТИ	113 826,76

4.5.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального финансового показателя, определяемого по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (13)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Φ_{max} зависит от сложности проекта для которого разрабатывается АСУ.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{113\,826,76}{113\,026,76} = 1,01.$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{113\,826,76}{113\,826,76} = 1.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Сравнительный анализ приведен в таблице 12.

Таблица 12 — Сравнительная оценка вариантов исполнения

Критерии	Весовой коэффициент	Исп. 1	Исп. 2
1. Память в системе	0,1	4	5
2. Время срабатывания	0,05	5	5
3. Энергопотребление	0,08	4	5
4. Удобство эксплуатации	0,05	5	5
5. Возможность расширения	0,1	5	4
6. Защищенность базы	0,1	5	5
7. Исправность считывания	0,05	4	5
8. Универсальность	0,07	3	4
Итого	1	34	34

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 4 + 0,05 \cdot 5 + 0,08 \cdot 4 + 0,05 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,07 \cdot 3 = 2,63.$$

$$I_{p-исп2} = 0,1 \cdot 5 + 0,05 \cdot 5 + 0,08 \cdot 5 + 0,05 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,05 \cdot 5 + 0,07 \cdot 4 = 2,98.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{исп.1}^{финр}} \quad (15)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (16)$$

Результаты расчета показателей сведены в таблицу 13.

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработок

Показатель	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный финансовый показатель	1,01	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности	2,63	2,98
Интегральный показатель эффективности	2,65	2,98
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,01	

Исходя из полученных данных сравнения финансовой и ресурсной эффективности различных вариантов исполнения, несколько более эффективным является первый вариант исполнения.

5 Социальная ответственность

В данном разделе представлен анализ производственных факторов, влияющих на общество, ресурсы и окружающую среду. В процессе трудовой деятельности персонала возникают такие факторы, как повышенный уровень шума на рабочем месте, недостаточная освещенность рабочей области, повышенная или пониженная влажность воздуха, электромагнитное излучение, отсутствие или недостаток естественного освещения. Для их предупреждения и сохранения здоровья работников предусматривается ряд мер по обеспечению безопасности трудовой деятельности и дается характеристика рабочему месту и рабочей зоны. Социальная ответственность способствует соблюдению правил и требований к промышленной и экологической безопасности, условиям труда, включая здоровье и благосостояние общества.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Применительно к конкретным условиям системы существует ряд характерных для проектируемой рабочей зоны правовых норм трудового законодательства, а также основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя, проектируемой рабочей зоны в производственных условиях для создания комфортной рабочей среды. В нормах учитываются требования к режиму рабочего времени, защите персональных данных работника, оплате и нормированию труда, особенности обязательного социального страхования и пенсионного обслуживания.

К правовым нормам, регламентирующим эргономические требования к рабочей зоне исследователя можно отнести следующие нормативные документы:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)

2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
3. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
4. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
5. ГОСТ Р 50923-96. Дисплей. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде.
6. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
8. ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.

Далее рассматриваются подробно нормы по рабочему времени и основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя, проектируемой рабочей зоны в производственных условиях для создания комфортной рабочей среды.

5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с «Трудовым кодексом Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 01.04.2019), рабочее время — время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности, а также иные периоды времени, которые в соответствии с настоящим Кодексом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации относятся к рабочему времени. (в ред. Федерального закона от 30.06.2006 N 90-ФЗ). На предприятии, использующем разрабатываемую систему, нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Работодатель обязан вести учет времени, фактически отработанного каждым работником.

Также, согласно статье 94 «Трудового кодекса Российской Федерации», длительность рабочей смены для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

- При 36-часовой рабочей неделе – 8 часов;
- При 30-часовой рабочей неделе и менее – 6 часов;

В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда. (часть третья введена Федеральным законом от 22.07.2008 N 157-ФЗ) [16].

5.1.2 Основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя

Управление разрабатываемой системой осуществляется администратором, который взаимодействует с ней через компьютер в положении сидя. Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [17]:

- Конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;
- Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда;
- Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля;
- Выполнение трудовых операций "часто" и "очень часто" должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля;
- При проектировании оборудования и организации рабочего места следует учитывать антропометрические показатели женщин (если работают только женщины) и мужчин (если работают только мужчины).
- Организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела, работающего или наклон его вперед не более чем на 15°.

5.2 Производственная безопасность

5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

При разработке системы возникают опасные и вредные факторы, влияющие на работу персонала. Также, во время эксплуатации существует ряд факторов, негативно влияющих на пользователей системы. Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [18]. Перечень факторов, свойственных объекту исследования, приведен в таблице 14.

Таблица 14 — Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Сборка аппаратной части	Разработка программной части	Эксплуатаци я	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
2. Превышение уровня шума	+		+	
3. Недостаточная освещённость рабочей зоны	+	+	+	
4. Электромагнитные излучения	+	+	+	
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+		

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Отклонение показателей микроклимата

Основные виды работ при разработке и эксплуатации системы по степени физической тяжести можно отнести к категории легких работ. В таблице 15 приведены оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений для оператора [19].

Таблица 15 — Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, С ⁰	Температура поверхностей, С ⁰	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	(21 - 23)	(20 - 24)	(40 - 60)	0,1
Теплый	(23 - 25)	(22 - 26)	(40 - 60)	0,1

Профилактика перегрева организма работника в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия:

- Нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к восьмичасовой рабочей смене;
- Регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды для поддержания среднесменного теплового состояния на опти-мальном или допустимом уровне;
- Использование специальных средств коллективной и индивидуальной защиты, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимый тепловой режим.

Защита от охлаждения осуществляется посредством:

- Одежды, изготовленной в соответствии с требованиями государственных стандартов.
- Использования локальных источников тепла, обеспечивающие сохранение должного уровня общего и локального теплообмена организма.
- Регламентации продолжительности непрерывного пребывания на холоде и в помещении с комфортными условиями.

Превышение уровня шума

Шум — это совокупность различных шумов, возникающих в процессе производства и неблагоприятно воздействующих на организм. Шум может привести к нарушениям слуха, а в случае постоянного нахождения при шуме более 85 децибел(дБ). Шум также может быть фактором стресса и повысить систолическое кровяное давление. Дополнительно, он может способствовать

несчастным случаям, маскируя предупреждающие сигналы и мешая сконцентрироваться.

Шум может взаимодействовать с другими факторами угрозы на производстве, увеличивая риск для работников.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, в производственных помещениях при выполнении основных и вспомогательных работ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами. Так, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 при напряженности труда легкой степени предельно допустимые уровни звука составляют 80 дБА [20].

Выполняемые работы можно отнести к конструированию, проектированию и программированию, рабочее место при этом располагается в лаборатории для теоретических работ и обработки данных. Уровень шума исправного современного компьютера находится в пределах от 35 до 50 дБА.

Снизить уровень шума можно при помощи звукопоглощающих материалов, предназначенных для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создается за счет использования занавесок из плотной ткани.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны может быть обусловлена особенностями устройства производственных помещений, а также недостаточным количеством источников искусственного света. На производстве используются два вида освещения — естественное и искусственное. Как естественный, так и искусственный свет способствует усилению деятельности человека. А недостаток какого-либо освещения влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние,

вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов [16].

Требования к освещению [21]:

- Требования к освещению предусматривают применение в качестве источников света люминесцентных ламп типа ЛБ. При местном освещении разрешается использовать лампы накаливания.

- Требования к освещению запрещают использование светильников без рассеивателей и экранирующих решеток.

- В зоне углов излучения от 50 до 90 градусов (с вертикалью в поперечной и продольной плоскости), яркость светильников общего освещения - не более 200 кд/кв. м., защитный угол светильников - не менее 40 градусов.

- Для светильников местного освещения необходим непросвечивающий отражатель с защитным углом 40 градусов или больше.

- Осветительные установки общего освещения должны обладать КЗ (коэффициентом запаса) равным 1,5.

- Применение газоразрядных ламп в светильниках с ВЧ ПРА позволяет не превышать значение минимально допустимого коэффициента пульсации (5%), для любых типов светильников.

- Требования к освещению обязывают проводить чистку стекол оконных рам и светильников как минимум два раза в год, а также проводить своевременную замену перегоревших ламп светильников для обеспечения указанных выше нормированных значений освещенности помещений.

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Классификация» к средствам нормализации освещения относятся [22]:

- источники света;
- осветительные (световые) приборы;
- световые приборы;
- светозащитные устройства;
- светофильтры.

При разработке описываемой системы недостаток освещения может быть особенно ощутим при работе с ПК и во время непосредственной сборки системы, во время которой преобладающим процессом является процесс пайки элементов. К средствам индивидуальной защиты глаз при работе можно отнести защитные очки, а к СИЗ лица и глаз – щитки.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК

Освещенность на рабочем столе	(300 – 500) лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослеплённости	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

В случае недостатка освещения можно предложить к исполнению следующие мероприятия: введение дополнительных источников искусственного света, помещения для отдыха, регламентация времени работы, сокращение рабочего дня и т.д.

Электромагнитные излучения

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96, не нуждаются в замерах и контроле источники ЭМИ РЧ, используемые в условиях производства, если они не работают на открытый волновод, антенну или другой элемент, предназначенный для излучения в пространство, и их максимальная высокочастотная мощность согласно паспортным данным не превышает [23]:

- 5 Вт - в диапазоне частот 30 кГц - 3 МГц;
- 2 Вт - в диапазоне частот 3 - 30 МГц;
- 0,2 Вт - в диапазоне частот 30 МГц - 300 ГГц.

В системе используются устройства с рабочей частотой 13,56 МГц и мощностью выходного излучения менее 30 дБм (1 Вт).

Источники ЭМИ РЧ должны размещаться в производственных помещениях с учетом недопустимости повышенного электромагнитного воздействия на соседние рабочие места, помещения, здания и прилегающие территории. Площадь, вентиляция, освещенность, уровни физических, химических и иных факторов, другие гигиенические показатели и характеристики должны соответствовать установленным для этих показателей санитарным правилам и нормам.

Защита персонала от воздействия ЭМИ РЧ осуществляется путем проведения организационных и инженерно-технических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты. Также, требуется рациональное размещение оборудования, использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, экранирование, использование минимальной необходимой мощности генератора).

К средствам индивидуальной защиты относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда (комбинезоны, халаты и т.д.). Способ защиты в каждом конкретном случае должен определяться с учетом рабочего диапазона частот, характера выполняемых работ, необходимой эффективности защиты.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи

В соответствии с п.1.1.13 главы 1.1 раздела 1 «Правил устройства электроустановок (ПУЭ)» по опасности электропоражения помещение, в котором проводятся работы, относится к помещениям без повышенной опасности. Это обусловлено отсутствием высокой влажности, высокой температуры, токопроводящей пыли и возможности одновременного соприкосновения с заземленными предметами и металлическими корпусами оборудования. Во время нормального режима работы оборудования, опасность электропоражения крайне мала, однако, возможны аварийные

режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями [24].

Процесс разработки описываемой системы связан с риском поражения электрическим током, который возникает в сети запитывания ПК и паяльного оборудования, в случае прикосновения к не заизолированным или поврежденным проводникам электрического тока. Действие электрического тока на организм носит разносторонний характер. Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие на различные системы организма и может вызвать нарушения в работе жизненно-важных органов.

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов согласно [19]. Данные показатели представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов

Род тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t , с										
		0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Переменный, 50 Гц	U, В	550	340	160	135	120	105	95	85	75	70	60
	I, мА	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50

Мероприятия по устранению опасности поражения электрическим током сводятся к правильному размещению оборудования и применению технических средств защиты. В соответствии с главой 1.7 ПУЭ к основным техническим средствам защиты от поражения электрическим током относятся:

- основная изоляция токоведущих частей;
- защитное заземление или зануление;
- автоматическое отключение питания;
- защитное электрическое разделение цепей;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей.

5.3 Экологическая безопасность

При выполнении данной работы отсутствуют воздействия на атмосферу и гидросферу. Присутствует воздействие на литосферу в виде отходов, возникающих при замене устаревшего или неисправного оборудования (печатные платы, компьютеры, двигатели, датчики). Если используемое оборудование по каким-либо причинам выйдет из строя, и не подлежит ремонту, то его необходимо будет утилизировать. Пластмассовые, железные детали, можно пустить на переработку. Для сохранения окружающей среды необходимо обратиться в утилизирующие компании.

При переработке утилизирующая компания производит разбор техники. Определяет содержащиеся в ней компоненты и материалы, которые подлежат переработке в сырье для изготовления новой техники.

Большую часть отходов при создании системы составляют печатные платы, вышедшие из строя. Сложность утилизации печатных плат состоит в том, что их состав включает множество компонентов разных свойств, например, по плотности и электропроводности. Для эффективного разделения на части используют два вида обработки:

- механическая;
- гидрометаллургическая.

Механическая утилизация снижает затраты на труд и включает этапы:

- измельчение ножами, вращающимися на высокой скорости, в контейнере;
- извлечение черных металлов с помощью сильных магнитов;
- передача плат в шаровую мельницу для получения порошка, просеивание;
- рециркуляция с помощью электростатики;
- повторное измельчение;
- пиролитическая переработка бесполезных компонентов.
- гидрометаллургия — выделение золота с контактным разъемом.

Очистка проводится одним из следующих способов:

- растворение меди на подложках в кислоте,
- применение растворов с цианидом для получения электролитического осадка.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Анализ вероятных ЧС

Чрезвычайная ситуация – это состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и природной среде.

При разработке и эксплуатации системы возможной чрезвычайной ситуацией может быть пожар. Он может возникнуть вследствие причин электрического и неэлектрического характеров. К причинам электрического характера можно отнести короткое замыкание, искрение, статическое электричество. К причинам неэлектрического характера относится неосторожное обращение с огнём, курение, оставление без присмотра нагревательных приборов.

Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС

Пожарная безопасность – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара [25].

По пожарной и взрывопожарной опасности, согласно Федеральному закону «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», помещения производственного и складского назначения, независимо от их функционального назначения, подразделяют на следующие категории:

- повышенная взрывопожароопасность (А);
- взрывопожароопасность (Б);

- пожароопасность (В 1—В4);
- умеренная пожароопасность (Г);
- пониженная пожароопасность (Д).

В пункте управления присутствуют лишь горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), категория производственного помещения – Г (умеренная пожароопасность).

К противопожарным мероприятиям в помещении относят следующие мероприятия:

- помещение должно быть оборудовано: средствами тушения пожара, средствами связи, должна быть исправна электрическая проводка осветительных приборов и электрооборудования.
- каждый сотрудник должен знать место нахождения средств пожаротушения и средств связи, а также помнить номера телефонов для сообщения о пожаре и уметь пользоваться средствами пожаротушения.
- Для предотвращения возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара:
 - периодическая проверка проводки;
 - отключение оборудования при покидании рабочего места;
 - проведение с работниками инструктажа по пожарной безопасности.

Разработка действий в случае возникновения ЧС

В качестве мероприятий профилактики пожаров должны быть осуществлены следующие пункты:

- наличие средств пожаротушения;
- правильный выбор электрооборудования и способов его монтажа с учетом пожароопасности окружающей среды;
- оборудование эффективной вентиляции, исключающей возможность образования в помещении взрывоопасной смеси;

- разъяснительная работа среди работающих по соблюдению правил и норм пожарной безопасности;
- запрещение курения и разведения огня в пожароопасных и взрывоопасных помещениях.

При обнаружении пожара или его признаков (задымление, запах горения или тления различных материалов, повышение температуры и т.п.) необходимо:

1. Немедленно сообщить об этом по телефону в пожарную часть (при этом необходимо четко назвать адрес учреждения, место возникновения пожара, а также сообщить свою должность, фамилию и номер своего телефона);
2. Задействовать систему оповещения людей о пожаре, приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации детей из здания в безопасное место согласно плану эвакуации;
3. Известить о пожаре руководителя образовательного учреждения или заменяющего его работника;
4. Организовать встречу пожарных подразделений, принять меры по тушению пожара имеющимися в учреждении средствами пожаротушения.

Вывод по разделу 5

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены специальные правовые нормы трудового законодательства и особенности трудового законодательства применительно к условиям проекта.

Также проанализированы и установлены основные опасные и вредные факторы, которые могут возникать в процессе исследований в лаборатории, при разработке аппаратной и программной части системы и ее эксплуатации. Выявлены такие факторы как: отклонение показателей микроклимата, повышенный уровень шума на рабочем месте, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека и движущие

механизмы. После этого, для каждого фактора были предложены меры для снижения уровня влияния на людей и окружающую среду. Соблюдение данных мер позволяет обеспечить соответствие рабочего места исследователя и конечного устройства регламентированным требованиям безопасности.

Также были рассмотрены возможные воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Было выявлено, то что объект исследования не оказывает влияния на гидросферу и атмосферу, при этом есть вероятность влияния на литосферу. Во избежание загрязнения среды были предложены мероприятия по утилизации отходов, а также способы их утилизации.

Произведен анализ возможных чрезвычайных ситуаций, возникновение которых возможно при разработке или эксплуатации проектируемого решения. Были разработаны превентивные меры по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций, а также разработан порядок действий при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Заключение

В результате работы были рассмотрены различные системы для контроля доступа в помещение. Далее, был определен функционал разрабатываемой системы, изучены принципы работы с RFID-модулями и SD-модулями, спроектирована схема и произведен выбор компонентов. После чего, был написан код в среде Arduino IDE и произведен тест с использованием двух RFID-карт. Также была выполнена проверка записи данных на microSD-карту. После, была создана веб-страница и организована связь с WiFi-модулем.

Данная разработка позволит небольшим организациям, а также частным пользователям создать на объекте, например, в офисе, контроль и учет доступа без трудоемкого внедрения. Благодаря тому, что разрабатываемая СКУД является комбинированной, т.е. в ней имеется автономный контроллер, а также налажена связь с операторской станцией, данное решение является выгодным, ввиду легкости в установке и настройке, а также экономичности.

Conclusion

As a result of the work, various systems for controlling access to the premises were considered. Further, the functionality of the developed system was determined, the principles of working with RFID modules and SD modules were studied, a circuit was designed and components were selected. After that, the code was written in the Arduino IDE and the test was performed using two RFID cards. A check was also made on the recording of data on a microSD card. After that, a web page was created and communication with the WiFi-module was organized.

This development will allow small organizations as well as private users to create on-site, for example, in the office, control and record access without time-consuming implementation. Because the developed access control system is a combination, i.e. it has a standalone controller, as well as communication with the operator station, this solution is advantageous due to its ease of installation and configuration, as well as cost-effectiveness.

Список использованной литературы

1. Системы контроля и управления доступом (СКУД). [Электронный ресурс] // URL: <http://itc35.ru/montazhnye-raboty/sistemy-kontrolya-i-upravleniya-dostupom-skud/>.
2. Выбор оптимального варианта СКУД. [Электронный ресурс] // URL: <http://asupro.com/building/control/choice-optimal-access-control.html>.
3. Контроль доступа по карточкам Castle Офис. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.agrg.ru/castle/samples/office1door>.
4. EntryProх. Система доступа. [Электронный ресурс] // URL: https://www.aamsystems.ru/resheniya/avtonomnye_sistemy_dostupa/
5. Система контроля и управления доступом PERCo-S-20. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.perco.ru/products/kompleksnaya-sistema-bezopasnosti-perco-s-20/>.
6. СКУД ParsecNET 3. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.parsec.ru/security-system/>
7. Гид по выбору платформы разработки. [Электронный ресурс] // URL: <https://amperka.ru/page/development-board-guide>
8. Контроллеры. Узнать больше. [Электронный ресурс] // URL: <https://amperka.ru/collection/controllers>
9. Аналоги Arduino. [Электронный ресурс] // URL: <https://losst.ru/luchshie-analogi-arduino>.
10. Технологическое описание работы системы на основе RFID технологии. [Электронный ресурс] // URL: <https://semargl.pro/info/articles/tekhnologicheskoe-opisanie-raboty-sistemy-na-osnove-rfid-tekhnologii/>.
11. Подключение sd карты к ардуино. [Электронный ресурс] // URL: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/podklyuchenie-sd-karty-k-arduino/>
12. Возможности подключения Wi-Fi модуля esp8266 к Arduino. [Электронный ресурс] // URL: <https://arduinoplus.ru/podkluchenie-wi-fi-modulya-k-arduino/>.

13. Последовательный интерфейс SPI (3-wire). [Электронный ресурс] // URL: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/interface/spi/index.htm>.
14. Смирнова, Пролетарский, Ромашкина. Технология современных беспроводных сетей Wi-Fi. Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2017 г.
15. С.Монк. Програмируем Arduino. Издательство Питер. 2017 г.
16. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12. 2001 г. № 197–ФЗ (ред. от 01.04.2019 г.). – М., 2015. – 123 с.
17. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М: ИПК ИС, 2001. – 90 с.
18. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М: ИПК Издательство стандартов, 2015. – 15 с.
19. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1). – М: ИПК Издательство стандартов, 2008. – 48 с.
20. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. – М: ИПК Издательство стандартов, 2008. – 10 с.
21. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. введ. 2014 – 07 – 01. – Москва, 2016. – 19 с.
22. ГОСТ 12.4.011-89 Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – Взамен ГОСТ 12.4.011-87; введ. 1990 – 06 – 30. – Москва ИПК Издательство стандартов, 2004. – 7 с.
23. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ). Санитарные правила и нормы
24. Правила устройства электроустановок ПУЭ. Сибирское университетское издательство, 2011. – 464 с.
25. ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Термины и определения (с Изменением N 1). – М: ИПК Издательство стандартов, 2015. – 9 с.

Приложение А

(обязательное)

Код программы для RFID

```
#include <EEPROM.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
MFRC522 rfid(10, 9);      // пины SDA, RST
unsigned long Key, KeyTemp;  // для хранения № ключа
const int buttonPin = 2;    // номер входа, подключенный к кнопке
String Name1 = "";
// переменные
int buttonState = 0;        // переменная для хранения состояния кнопки

int OPEN = 8;
int CLOSE = 7;

void setup()
{
    int User1 = 46; // целое число от 0 до 255
    Name1 = "1";
    EEPROM.put(100, Name1);
    EEPROM.write(0, User1); // запись числа в ячейку 0

    Serial.begin(9600);      // скорость порта
    SPI.begin();             // инициализация SPI
    rfid.PCD_Init();         // инициализация rfid модуля
    pinMode(buttonPin, INPUT); // инициализируем пин, подключенный к кнопке, как
    // ВХОД

    pinMode(OPEN, OUTPUT);
    pinMode(CLOSE, OUTPUT);
}

void loop()
{
    digitalWrite(CLOSE, HIGH);
    buttonState = digitalRead(buttonPin); // считываем значения с входа кнопки
    if (buttonState == HIGH)              // если нажата, то buttonState будет HIGH:
    {
        digitalWrite(OPEN, HIGH);
        digitalWrite(CLOSE, LOW);
        Serial.println("OPEN");
        delay(2000);
        digitalWrite(OPEN, LOW);
    }
    if (! rfid.PICC_IsNewCardPresent())
    {
```



```

    return; // Поиск нового ключа
}
if ( ! rfid.PICC_ReadCardSerial())
{
    return; // Выбор ключа
}
Key = 0;
for (byte i = 0; i < rfid.uid.size; i++)
{
    KeyTemp = rfid.uid.uidByte[i];    // Выдача серийного № ключа
    Key = Key * 256 + KeyTemp;
}
Serial.print("Card №: ");
Serial.println(KeyTemp);
Serial.println(Key);                // Выводим № ключа в консоль
delay(2000);

for (int addr = 0; addr < 1; addr++) { // для всех ячеек памяти (для Arduino UNO 1024)
    byte val = EEPROM.read(addr);    // считываем 1 байт по адресу ячейки

    if (KeyTemp == val)              // № верного ключа
    {
        Serial.println(EEPROM.get(200, Name1));
        digitalWrite(OPEN, HIGH);
        digitalWrite(CLOSE, LOW);
        Serial.println("OPEN");
        delay(2000);
        digitalWrite(OPEN, LOW);
    }
    else
    {
        digitalWrite(OPEN, LOW);
        digitalWrite(CLOSE, HIGH);
        Serial.println("ACCESS DENIED");
    }
}
return;
}

```

Приложение Б

(обязательное)

Код программы для ESP8266

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <WiFiClient.h>

MDNSResponder mdns;
const char* ssid = "Connectify-2";
const char* password = "ESPpro555";
byte arduino_mac[] = { 0xDE, 0xED, 0xBA, 0xFE, 0xFE, 0xED };
IPAddress ip(85,143,78,11);
IPAddress gateway(192,168,1,1);
IPAddress subnet(255,255,255,0);
ESP8266WebServer server(80);

int D0 = 16;
int D1 = 5;
int D2 = 2;

void setup(void){

  pinMode(D0, OUTPUT);
  digitalWrite(D0, LOW);
  pinMode(D1, OUTPUT);
  digitalWrite(D1, LOW);
  pinMode(D2, OUTPUT);
  digitalWrite(D2, LOW);

  delay(100);
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);
  WiFi.config(ip, gateway, subnet);

  Serial.println("");          // ожидание соединения

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.print("Connected to ");
  Serial.println(ssid);
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  if (mdns.begin("esp8266", WiFi.localIP())) {
```

```

    Serial.println("MDNS responder started");
}

});
server.on("/socket2On", [](){    // START LED
    digitalWrite(D2_pin, HIGH);
    server.send(200, "text/html", webPage());
    delay(100);
});
server.on("/socket2Off", [](){
    digitalWrite(D2_pin, LOW);
    server.send(200, "text/html", webPage());
    delay(100);

});                                // END LED

server.begin();
Serial.println("HTTP server started");
}

void loop(void){
    server.handleClient();
}

String webPage()
{
    String web;
    web += "<head><meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width, initial-scale=1\"/>
<meta charset=\"utf-8\"><title>ESP 8266 LOG</title><style>button{color:black;padding:
10px 30px;}</style></head>";
    web += "<h1 style=\"text-align: center;font-family: Open sans;font-weight: 100;font-size:
20px;\">ESP8266 Web Server</h1><div>";

    // LED
    web += "<p style=\"text-align: center;margin-top: 0px;margin-bottom: 5px;\">----LED----
</p>";
    if (digitalRead(D2_pin) == 1)
    {
        web += "<div style=\"text-align: center;width: 100px;color:white ;padding: 10px
30px;background-color: #43a200;margin: 0 auto;\">ON</div>";
    }
    else
    {
        web += "<div style=\"text-align: center;width: 100px;color:white ;padding: 10px
30px;background-color: #ec1212;margin: 0 auto;\">OFF</div>";
    }
    web += "<div style=\"text-align: center;margin: 5px 0px;\"> <a
href=\"socket2On\"><button>ON</button></a> &nbsp;<a
href=\"socket2Off\"><button>OFF</button></a></div>";
    // LED

```

```
// REFRESH
web += "<div style=\"text-align:center;margin-top: 20px;\"><a href=\"^\"><button
style=\"width:158px;\">REFRESH</button></a></div>";
// REFRESH

web += "</div>";
return(web);
}
```