

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Распределенные сети в автоматизированных системах контроля доступа

УДК 004.728.4:681.518.52:004.31

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8TM01	Дун Бо		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М. С.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Антоневич О.А.	к.б.н., доцент		

по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН, ШБИП	Былкова Т.В.	к.э.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М. С.	к.т.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК(У)-3	Способность разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе жизненному циклу продукции и ее качеству, руководить их созданием
ОПК(У)-4	Способность руководить подготовкой заявок на изобретения и промышленные образцы в области автоматизированных технологий и производств, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность разрабатывать технические задания на модернизацию и автоматизацию действующих производственных и технологических процессов и производств,

	<p>технических средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, новые виды продукции, автоматизированные и автоматические технологии ее производства, средства и системы автоматизации, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством</p>
ПК(У)-2	<p>Способность проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений и определения показателей технического уровня проектируемой продукции, автоматизированных и автоматических технологических процессов и производств, средств их технического и аппаратно-программного обеспечения</p>
ПК(У)-3	<p>Способность составлять описание принципов действия и конструкции устройств, проектируемых технических средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний технологических процессов и производств общепромышленного и специального назначения для различных отраслей национального хозяйства, проектировать их архитектурно-программные комплексы</p>
ПК(У)-4	<p>Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты автоматизированных и автоматических производств различного технологического и отраслевого назначения, технических средств и систем автоматизации управления, контроля, диагностики и испытаний, систем управления жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизации проектирования, отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции, проводить технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектов, оценивать их инновационный потенциал и риски</p>
ПК(У)-5	<p>Способность разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на базе современных методов, средств и технологий проектирования</p>
ПК(У)-15	<p>Способность разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов</p>

ПК(У)-16	Способность проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления
ПК(У)-17	Способность разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований
ПК(У)-18	Способность осуществлять управление результатами научно-исследовательской деятельности и коммерциализацией прав на объекты интеллектуальной собственности, осуществлять ее фиксацию и защиту

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Суходоев М.С.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ТМ01	Дун Бо

Тема работы:

Распределенные сети в автоматизированных системах контроля доступа	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	16.02.2022, № 47-10/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования являются распределенные сети. Объектом проектирования являются распределенные сети в автоматизированных системах контроля доступа.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Исследование характеристик распределенных сетей; Исследование автоматических систем контроля доступа; Разработка распределенных сетей для автоматических систем контроля доступа на базе микропроцессора esp32; Разработка системы управления пользователями для автоматических систем контроля доступа; Развертывание и использование облачных серверов;
---	---

Перечень графического материала	Структурная схема.
--	--------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Татьяна Васильевна, доцент ОСГН, ШБИП, к.э.н
Социальная ответственность	Антоневич Ольга Алексеевна, Доцент ООД ШБИП, к.б.н.
Раздел, выполненный на английском языке	Сидоренко Татьяна Валерьевна, Доцент ОИЯ ШБИП, к.т.н.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Распределенные сети в автоматизированных системах контроля доступа (Distributed networks in automated access control systems)

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.02.2022
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев Михаил Сергеевич	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ТМ01	Дун Бо		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Уровень образования Магистратура
 Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: 02.06.2022

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.05.2022	Основная часть	60
04.06.2022	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20
29.05.2022	Раздел «Социальная ответственность»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М. С.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М. С.	к.т.н., доцент		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8ТМ01		Дун Бо	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Н.М.Кижнера
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

<i>Распределенные сети в автоматизированных системах контроля доступа</i>	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования: Распределенные сети в автоматизированных системах контроля доступа</p> <p>Область применения: Областью применения разрабатываемой системы является любая отрасль, где требуется разграничение прав доступа на объекты предприятия.</p> <p>Рабочая зона: лаборатория</p> <p>Размеры помещения: 10*10м</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: плата разработки esp32, RFID-модуль RC522, Персональный компьютер</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Разработать программное обеспечение для систем контроля доступа и протестировать работоспособность разработанных систем</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – 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
<p>2. Производственная безопасность</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – отклонение показателей климата; <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – поражение электрическим током;
<p>3. Экологическая безопасность</p>	<ul style="list-style-type: none"> – загрязнение гидросферы не выявлено; – загрязнение атмосферы не выявлено; – выявлено загрязнение литосферы объектом

	исследования: утилизация платы, а также неисправных деталей.
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	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ТМ01	Дун Бо		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ТМ01	Дун Бо

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Магистратура	Направление /специальность	15.04.04 «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	Стоимость ресурсов НИ определялась по средней рыночной стоимости; оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 16%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Провести предпроектный анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Разработать элементы Устава: цели и результаты проекта, организационную структуру проекта
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Представить план управления научно-техническим проектом
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Провести оценку сравнительной эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT 3. График разработки и внедрения ИП 4. Диаграмма Ганта 5. Бюджет ИП 6. Основные показатели эффективности ИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	07.02.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН, ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	к.э.н		07.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ТМ01	Дун Бо		07.02.2022

Реферат

Выпускная квалификационная работа 91 страница, 29 рисунков, 22 таблиц, 35 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: Интернет вещей, распределенная сеть, автоматическая система контроля доступа, микропроцессор esp32, ячеистая сеть ESP.

Объектом исследования является распределенная сеть и автоматическая система контроля доступа.

Цель работы – разработка распределенной сетевой системы автоматического контроля доступа.

В данной работе был проведен три этапа: разработка сети WiFi-Mesh на базе микропроцессора esp32, разработка системы управления пользователями для системы автоматического контроля доступа, а также развертывание и использование облачного сервера.

Результатом этой работы является успешная разработка автоматизированной системы контроля доступа на основе распределенной сети, способной идентифицировать посещаемые объекты и управлять посетителями.

Область применения: любое предприятие, территория, КПП.

Значимость работы заключается в повышении уровня безопасности на предприятиях, путем ограничения доступа на территорию лиц, не зарегистрированных в базе данных.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
1.1 Концепция ESP Mesh.....	15
1.2 Структура сети ESP Mesh.....	17
1.3 Процесс доступа к сети ESP Mesh.....	23
1.4 Заключение главы.....	26
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА.....	27
2.1 Принцип работы устройства.....	27
2.2 Введение и параметры аппаратного оборудования.....	29
2.3 Программная реализация.....	32
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА.....	46
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	52
4.1 Предпроектный анализ.....	52
4.2 Инициация проекта.....	56
4.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	58
4.4 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	70
5 Социальная ответственность.....	73
Введение.....	73
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	73
5.2 Производственная безопасность.....	76
5.3 Экологическая безопасность.....	82
Заключение по разделу «Социальная ответственность».....	86
Заключение.....	87
Список использованных источников.....	88
Приложение А.....	92
Приложение Б.....	102
Приложение В.....	107

ВВЕДЕНИЕ

Системы контроля доступа идентифицируют человека и разрешает (или запрещает) доступ человека для входа в помещение, тем самым обеспечивая полную защиту, обеспечивая безопасность системы. Современные системы контроля доступа – это электронные системы, которые предназначены для управления через сеть с возможностью изменения списка пользователей, которым разрешено входить в помещение, а также с ведением истории доступа.

Традиционная система контроля доступа использует кабель для передачи данных или Wi-Fi для прямого подключения к маршрутизатору для доступа к базе данных на сервере. Рядом с каждой машиной контроля доступа должен быть маршрутизатор, что приводит к сложной проводке или сложным методам установки сети. Таким образом, прокладка проводной сети является сложной и дорогостоящей, что приводит к высокой стоимости развертывания системы контроля доступа. Для решения этой проблемы предлагается метод использования самоорганизующейся беспроводной MESH сети. Узлы в сети могут подключаться друг к другу и передавать информацию. Теоретически расстояние связи между узлами может достигать более 100 метров (между узлами нет таких барьеров, как стены). В реальной жизни из-за препятствий расстояние связи может достигать десятков метров. В ячеистой сети ESP-WiFi может быть более 1000 узлов, поэтому можно реализовать ячеистую сеть ESP-WiFi с большим радиусом действия. В сети мы устанавливаем узел в качестве корневого узла, корневой узел может использоваться как точка доступа

для подключения к Интернету, а другие узлы могут отправлять свои собственные запросы доступа в Интернет корневому узлу, а затем корневой узел будет отправлять запрос обратно отправителю. На основе этого метода мы разработали систему контроля доступа на базе сети ESP-WiFi-Mesh.

В этой магистерской диссертации мы представим метод работы ячеистой сети и подробно обсудим процесс реализации системы контроля доступа на основе микроконтроллера esp32 и ячеистой сети.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Концепция ESP Mesh

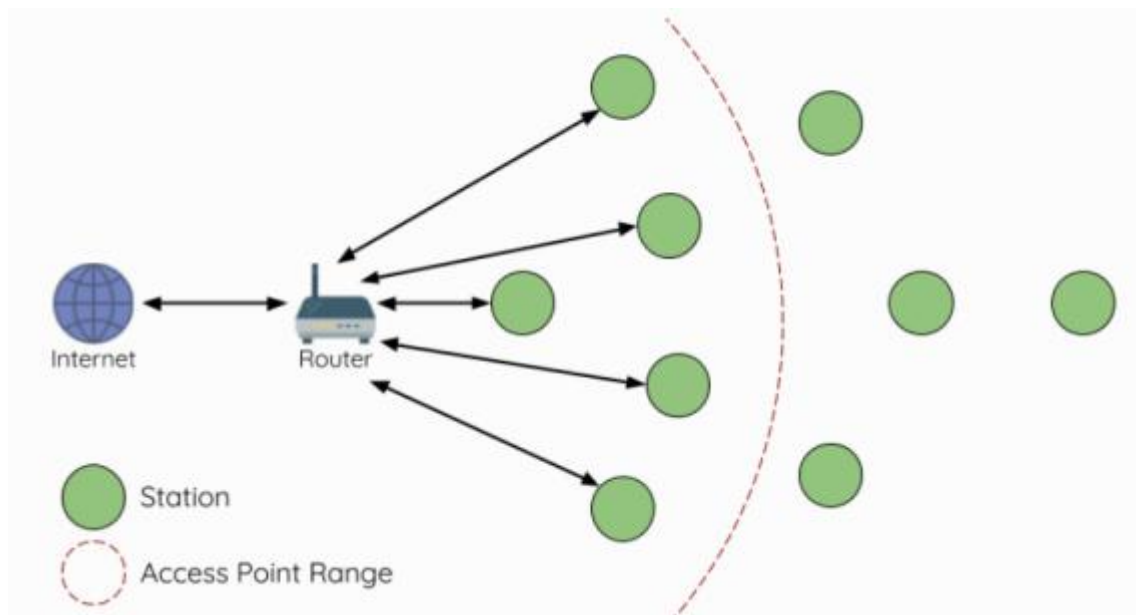


Рисунок 1 – Традиционная сетевая архитектура Wi-Fi (топология «звезда»)

Традиционная инфраструктурная сеть Wi-Fi реализует сетевую топологию «звезда» и представляет собой сеть с многоточечным соединением, в которой один центральный узел, известный как точка доступа (AP), напрямую подключен ко всем другим узлам, известным как станции. AP отвечает за арбитраж и пересылку передач между станциями. Некоторые точки доступа также ретранслируют передачи во внешнюю IP-сеть и из нее через маршрутизатор. Традиционные инфраструктурные сети Wi-Fi страдают недостатком ограниченной зоны покрытия из-за требования, чтобы каждая станция находилась в зоне действия для прямого подключения к точке доступа.[34]

Представьте, что мы находимся в большом заводском здании и, если нам нужно подключить наше оборудование к сети или позволить им общаться друг с другом, нам нужно проложить сетевые кабели в каждом углу завода или использовать кабели для их соединения. Это способ мало того, что имеет больше ограничений по расстоянию, но также требует ремонта и электромонтажа, что обходится дороже. Мы знаем, что в традиционной сети WIFI все узлы должны быть подключены к маршрутизатору для связи друг с другом. Могут ли узлы подключаться друг к другу, чтобы каждый узел стал станцией передачи и отправителем информации? Конечно, да, и сеть ESP Mesh предназначена для этого.

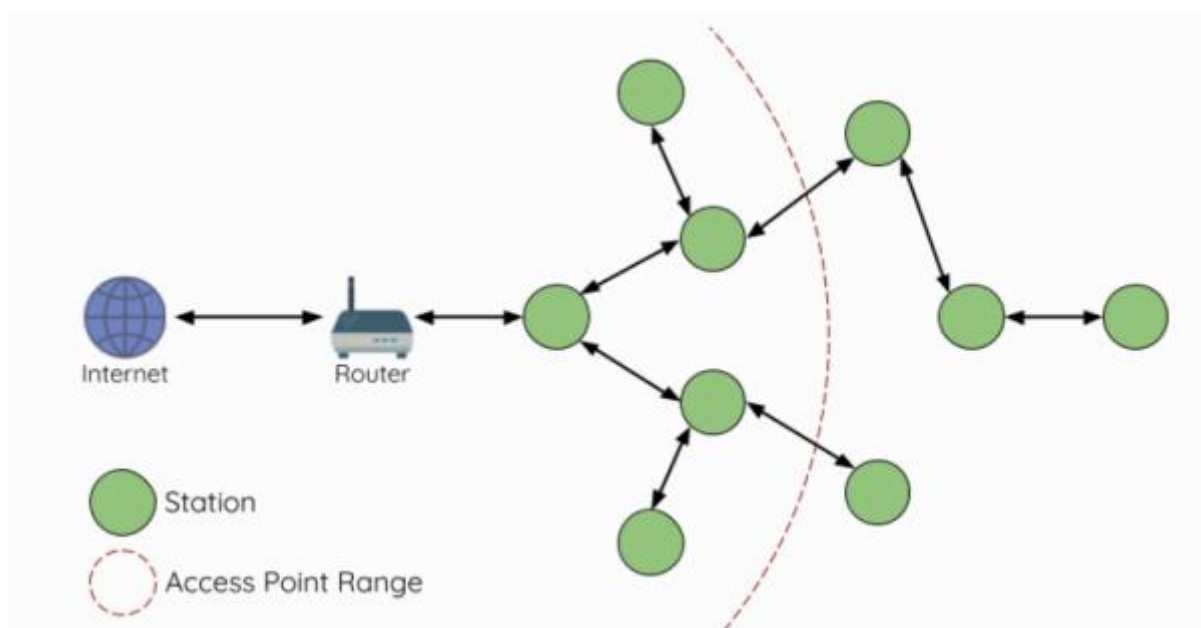


Рисунок 2 – Сетевая архитектура ESP-MESH[34]

1.2 Структура сети ESP Mesh

ESP-MESH отличается от традиционных инфраструктурных сетей Wi-Fi тем, что узлам не требуется подключаться к центральному узлу. Вместо этого узлам разрешено подключаться к соседним узлам. Узлы несут взаимную ответственность за ретрансляцию передач друг друга. Это позволяет ESP-MESH сети иметь гораздо большую зону покрытия, поскольку узлы попрежнему могут обеспечивать взаимодействие без необходимости находиться в пределах досягаемости центрального узла. Аналогичным образом, ESP-MESH также менее подвержен перегрузке, поскольку количество узлов, разрешенных в сети, больше не ограничивается единым центральным узлом.

Таблица 1.1 – Сетевая терминология MESH-сетей[34]

Наименование	Описание
Узел (Node)	Любое устройство, которое принадлежит или может принадлежать сети ESP-MESH
Корневой узел (Root Node)	Верхний узел в сети
Родительский узел (Parent Node)	Обратная концепция дочерних узлов
Дочерний узел (Child Node)	Любой узел, достижимый путем повторения от родительского узла к дочернему узлу
Родственный узел (Descendant Node)	Узлы с одним и тем же родительским узлом
Подсеть (Subnetwork)	Подсеть – это подразделение сети ESP-MESH, которое состоит из узла и всех его потомков. Таким образом, подсеть корневого узла состоит из всех узлов сети ESP-MESH.
MAC-адрес (MAC Address)	Адрес управления доступом к среде передачи. Используется для уникальной идентификации каждого узла или маршрутизатора в сети ESP-MESH.
Восходящее соединение (Upstream Connection)	Соединение от узла к его родительскому узлу
Нисходящее соединение (Downstream Connection)	Соединение узла с одним из его дочерних узлов

1.2.1 Топология дерева

ESP-MESH построен на инфраструктурном протоколе Wi-Fi и может рассматриваться как сетевой протокол, который объединяет множество отдельных сетей Wi-Fi в одну WLAN. В Wi-Fi станция ограничена одним подключением к AP в любое время (восходящее соединение), а AP может быть подключена к нескольким станциям одновременно (нисходящее соединение). Однако ESP-MESH позволяет узлу действовать одновременно как станция и точка доступа. Таким образом, узел в ESP-MESH может использовать свой интерфейс softAP для создания нескольких нисходящих подключений, а интерфейс станции - для одного восходящего соединения. Это, естественно, приводит к топологии сети в виде дерева с иерархией родитель-потомок, состоящей из нескольких уровней. [31]

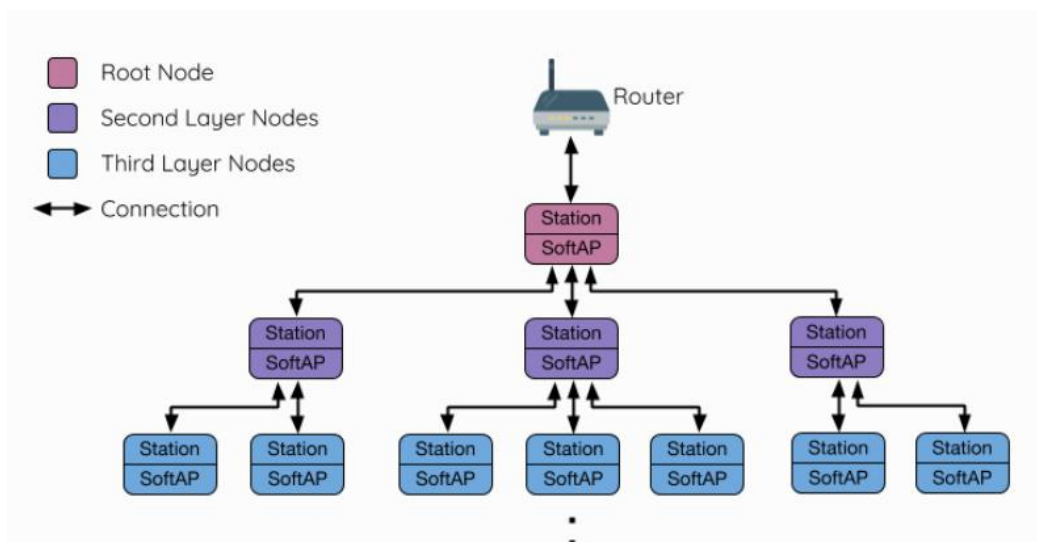


Рисунок 3 – Топология дерева ESP-MESH

1.2.2 Тип узла

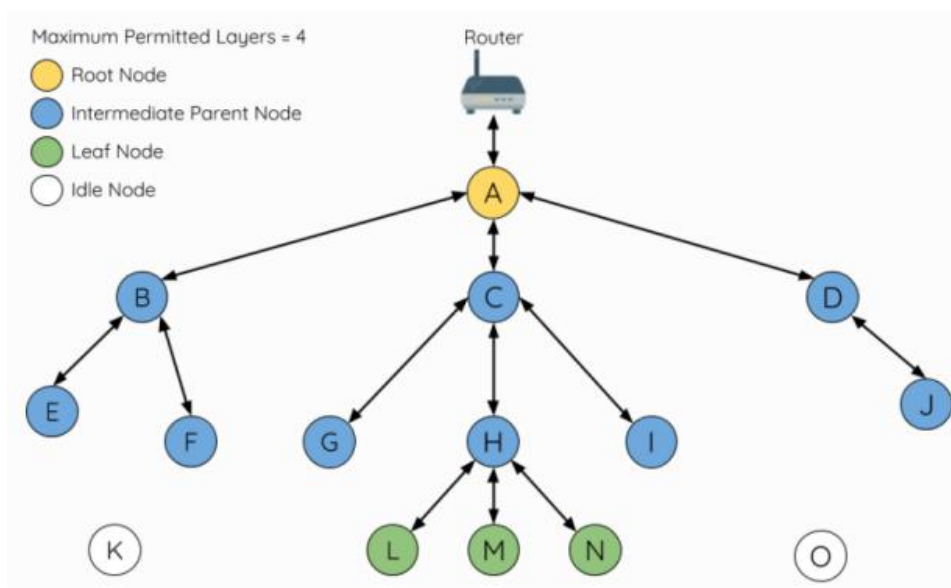


Рисунок 4 – Тип узла ESP-MESH

Корневой узел: корневой узел является верхним узлом в сети и единственным интерфейсом между сетью ESP-MESH и внешней IP-сетью. Корневой узел подключен к традиционному маршрутизатору Wi-Fi и ретранслирует пакеты данных во внешнюю IP-сеть или из внешней IP-сети на узлы в сети ESP-MESH. В сети ESP-MESH может быть только один корневой узел, а восходящее соединение корневого узла может быть подключено только к маршрутизатору.[34]

Конечный узел: это узел, который не допускает никаких дочерних узлов (нет подключений к нисходящему потоку). Следовательно, конечные узлы могут отправлять или получать только свои собственные пакеты данных, но не могут пересылать пакеты данных других узлов. Если узел находится на максимально допустимом уровне сети, он будет назначен как конечный узел.

Это не позволяет узлам формировать какие-либо нисходящие соединения, тем самым гарантируя, что в сеть не будут добавлены дополнительные уровни. Поскольку для любого нисходящего соединения требуется интерфейс softAP, некоторые узлы (только станции), у которых нет интерфейса softAP, также будут назначены как конечные узлы.[33]

Промежуточный родительский узел: соединяющий узел, который не является ни корневым узлом, ни конечным узлом, является промежуточным родительским узлом. Промежуточный родительский узел должен иметь одно восходящее соединение (единственный родительский узел), но может иметь от нуля до многих нисходящих соединений (от нуля до многих дочерних узлов). Следовательно, промежуточный родительский узел может как отправлять, так и принимать пакеты данных, а также пересылать пакеты данных, отправленные из его восходящих и нисходящих соединений. Как показано на рисунке выше, узлы от В до J являются промежуточными родительскими узлами. Промежуточные родительские узлы без нисходящих подключений (например, узел E / F / G / I / J) не эквивалентны конечным узлам, потому что им по-прежнему будет разрешено формировать нисходящие соединения в будущем.

Свободный узел: узлы, которые не присоединились к сети, назначаются как незанятые узлы. Неактивный узел будет пытаться сформировать восходящее соединение с промежуточным родительским узлом или попытаться стать корневым узлом при правильных обстоятельствах.

Кадр маяка и порог RSSI[34]: Каждый узел в ESP-MESH, который может формировать нисходящее соединение, будет периодически передавать кадры маяка Wi-Fi. Узлы используют кадры маяка, чтобы позволить другим узлам обнаруживать его присутствие и понимать его статус. Неактивный узел будет прослушивать фрейм маяка, чтобы сгенерировать список потенциальных родительских узлов, а бездействующий узел сформирует восходящее соединение с одним из них.

Предпочтительный родительский узел: Когда у незанятого узла есть несколько кандидатов в родительский узел (потенциальные родительские узлы), бездействующий узел будет формировать восходящее соединение с предпочтительным родительским узлом. Предпочтительный родительский узел определяется в соответствии со следующими критериями:

- где находится родительский узел-кандидат;
- количество нисходящих подключений (дочерних узлов), которые в настоящее время принадлежат родительскому узлу-кандидату.

Выбор предпочтительного родительского узла всегда будет отдавать приоритет кандидатам в родительский узел на самом мелком уровне сети (включая корневой узел). Это помогает минимизировать общее количество уровней в сети ESP-MESH при формировании восходящих соединений. Например, учитывая узел второго уровня и узел третьего уровня, узел второго уровня всегда будет первым выбором.[33]

Если в одном слое есть несколько кандидатов в родительский узел, первым будет выбран кандидат в родительский узел с наименьшим количеством дочерних узлов. Этот стандарт обеспечивает балансировку количества нисходящих соединений между узлами на одном уровне.

Таблица маршрутизации: Каждый узел в сети ESP-MESH будет поддерживать свою собственную таблицу маршрутизации, которая используется для правильной маршрутизации пакетов ESP-MESH к правильному узлу назначения. Таблица маршрутизации конкретного узла будет содержать MAC-адреса всех узлов в подсети конкретного узла (включая MAC-адреса самого конкретного узла). Каждая таблица маршрутизации внутренне разделена на несколько подтаблиц, и каждая подтаблица соответствует подсети каждого дочернего узла.

Если взять в качестве примера рисунок 5, таблица маршрутизации узла В будет состоять из MAC-адресов узлов от В до I (то есть подсети, эквивалентной узлу В). Таблица маршрутизации узла В внутренне разделена на две подтаблицы, включая узлы от С до F и узлы от G до I (то есть, эквивалентные подсетям узлов С и G соответственно).

ESP-MESH использует таблицу маршрутизации, чтобы определить, следует ли пересылать пакеты ESP-MESH восходящим или нисходящим потоком в соответствии со следующими правилами.

1. Если MAC-адрес пункта назначения сообщения находится в таблице маршрутизации текущего узла и не является текущим узлом, выбирается

подтаблица, содержащая MAC-адрес пункта назначения, и пакет данных пересылается в нисходящем направлении на соответствующий суб-узел. узел подтаблицы.

2. Если MAC-адрес назначения отсутствует в таблице маршрутизации текущего узла, пакет данных пересылается восходящим потоком к родительскому узлу текущего узла. Повторение этого приведет к тому, что пакет данных достигнет корневого узла, где таблица маршрутизации должна содержать все узлы в сети.

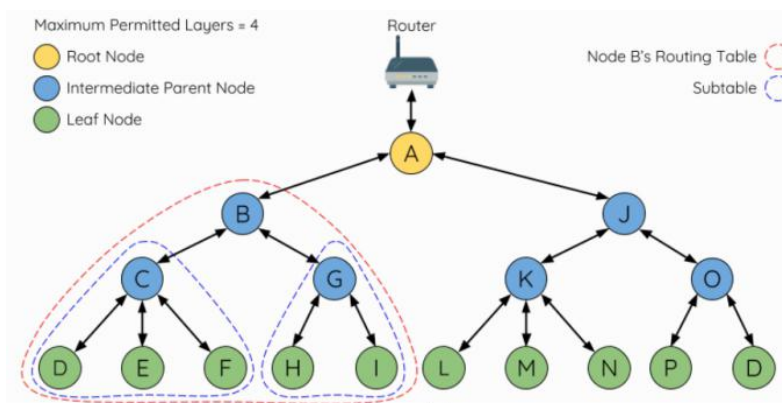


Рисунок 5 – Пример таблицы маршрутизации ESP-MESH

1.3 Процесс доступа к сети ESP Mesh

Перед тем, как начнется процесс построения сети ESP-MESH, определенные части конфигурации должны быть согласованы на каждом узле сети. Каждый узел должен быть настроен с одним и тем же идентификатором Mesh Network ID, конфигурацией маршрутизатора и конфигурацией softAP.[34]

Процесс построения сети ESP-MESH включает в себя выбор корневого узла, а затем формирование нисходящих подключений слой за уровнем, пока

все узлы не присоединятся к сети. Процесс построения сети ESP-MESH можно резюмировать следующим образом:

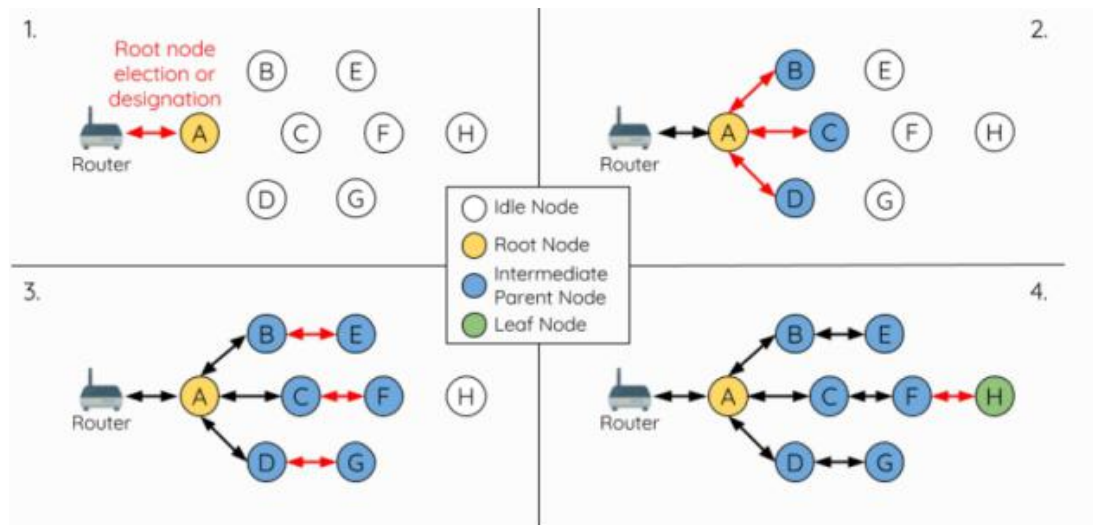


Рисунок 6 - Процесс построения сети ESP-MESH

1. Выбор корневого узла

Корневой узел может быть указан во время настройки или динамически выбран в зависимости от уровня сигнала между каждым узлом и маршрутизатором. После выбора корневой узел подключится к маршрутизатору и начнет создавать нисходящие соединения. Ссылаясь на приведенный выше рисунок, узел A выбран в качестве корневого узла, поэтому узел A формирует восходящее соединение с маршрутизатором.

2. Второй слой

После подключения корневого узла к маршрутизатору свободные узлы в пределах диапазона корневого узла начнут соединяться с корневым узлом, образуя, таким образом, второй уровень сети. После подключения узел второго уровня становится промежуточным родительским узлом (при условии, что

максимально допустимое количество слоев > 2) и, таким образом, образует следующий уровень. Обратитесь к рисунку выше, узлы от В до D находятся в пределах области действия корневого узла. Следовательно, узлы от В до D образуют восходящее соединение с корневым узлом и становятся промежуточным родительским узлом.

3. Формирование оставшегося слоя

Оставшиеся незанятые узлы будут связаны с промежуточными родительскими узлами в диапазоне, таким образом, образуя новый уровень в сети. После подключения бездействующий узел станет промежуточным родительским узлом или листовым узлом, в зависимости от максимально допустимого уровня сети. Повторяйте этот шаг до тех пор, пока в сети не останется неиспользуемых узлов или пока не будет достигнут максимально допустимый уровень сети. Ссылаясь на рисунок выше, узлы E / F / G подключаются к узлам В / С / D соответственно и сами становятся промежуточными родительскими узлами.

4. Ограничение глубины дерева

Чтобы сеть не превышала максимально допустимое количество слоев, узлы на самом большом уровне автоматически становятся листовыми узлами после их подключения. Это предотвращает соединение любых других бездействующих узлов с листовыми узлами, тем самым предотвращая образование новых слоев. Однако, если у незанятого узла нет других потенциальных родительских узлов, он останется бездействующим

неопределенно долго. На рис. 6 представлен пример построения сети ESP-MESH с максимально допустимым количеством уровней сети, равным четырем. Следовательно, когда узел N подключен, он становится конечным узлом, чтобы предотвратить формирование любых нисходящих подключений.

1.4 Заключение главы

Данная глава описывает структуру, сетевой метод и характеристики самоорганизующейся и самовосстанавливающейся сети WiFi-Mesh, сформированной на основе ESP32, он обеспечивает теоретическую поддержку для последующей разработки системы контроля доступа на основе Mesh-сети.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА

2.1 Принцип работы устройства

Чтобы реализовать систему доступа, как показано на рисунке 7, мы разделили всю систему на три части для разработки:

1. Реализация сети ESP32-WiFi-Mesh.
2. Разработка системы управления пользователями.
3. Облачный сервер.

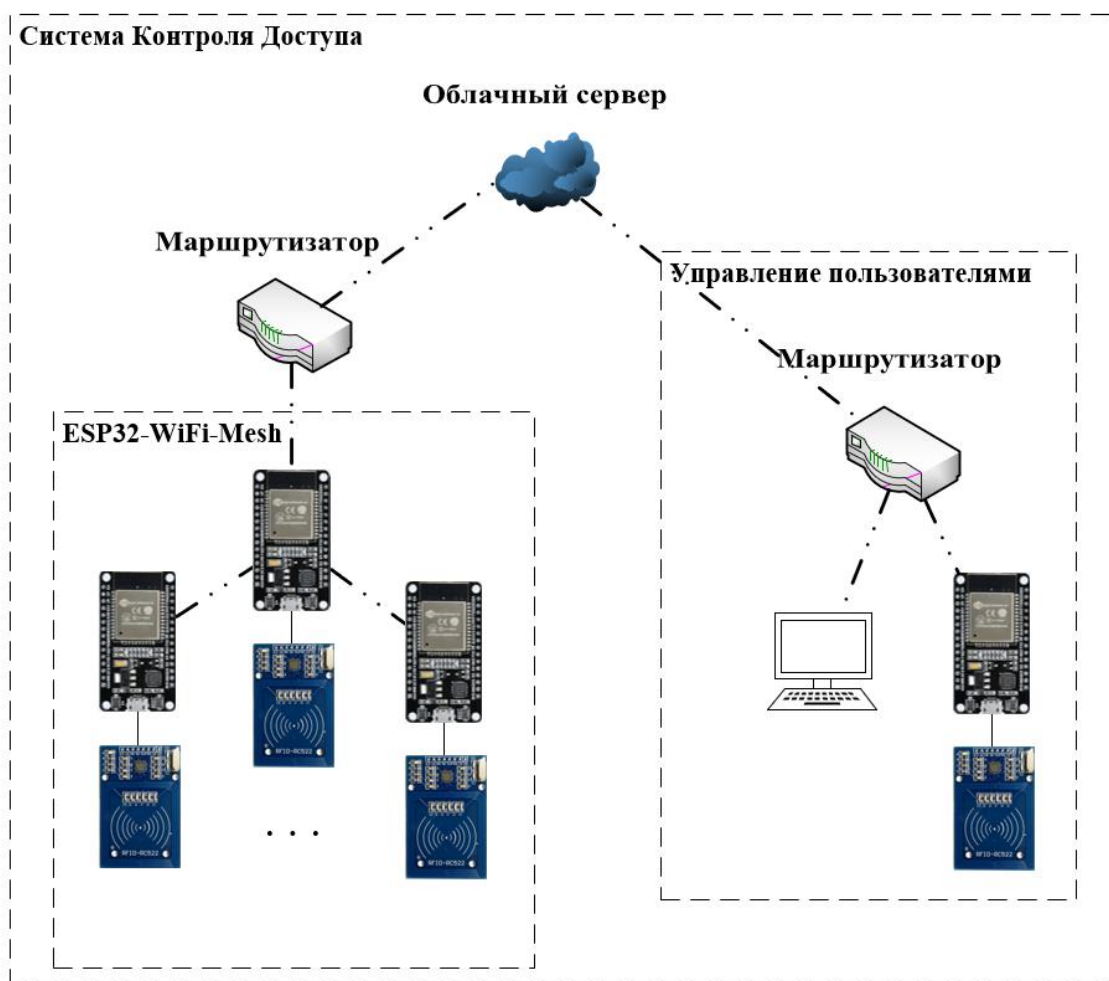


Рисунок 7 – Структура системы контроля доступа

Задачи проекта:

1. Сеть ESP32-WiFi-Mesh

В сети ESP32-WiFi-Mesh каждый микроконтроллер esp32 подключается друг к другу для формирования ячеистой сети. Они выбирают корневой узел в соответствии с уровнем сигнала маршрутизатора, а затем корневой узел подключается к маршрутизатору, чтобы вся ячеистая сеть может быть подключена к Интернету. Когда корневой узел выходит из строя или когда сеть начинает работать неустойчиво, они переизбирают корневой узел для реализации самоорганизации сети. Когда пользователь использует карту управления доступом для получения доступа к устройству, то контроллер должен определить права доступа этого пользователя к объекту. Для этого, если устройство является дочерним узлом сети, то оно передает информацию о доступе на корневой узел, а корневой узел использует протокол HTTP для передачи информации о доступе на сервер с помощью метода GET, а затем сервер обрабатывает информацию о доступе и отправляет результат. Далее происходит передача полученной информации устройству, которое инициировало передачу. Если устройство, к которому осуществляется доступ, является корневым узлом, вы можете отправить запрос HTTP напрямую, чтобы получить результат обратной связи HTTP.

2. Система управления пользователями

В системе управления пользователями мы разработали веб-страницу для проверки идентификационной информации администратора и управления

информацией о пользователях (на данный момент доступны только функции регистрации и удаления), при ее использовании микроконтроллеру ESP32 и терминальному устройству необходимо быть в той же локальной сети. Доступ к веб-странице производится путем доступа к IP-адресу микроконтроллера через локальную сеть.

3. Облачный сервер

На облачном сервере мы использовали язык PHP и базу данных MySQL для разработки внутренней программы обработки запросов доступа пользователей к объектам. В программе мы обрабатываем данные из сети ESP32-WiFi-Mesh по протоколу HTTP и данные из системы управления пользователями и формируем ответ. Программа формирует ответ на основе содержимого базы данных на сервере. Также поддерживаются функции добавления, изменения, удаления и выборки.

2.2 Введение и параметры аппаратного оборудования

2.2.1 Устройство чтения карт RFID-RC522

RFID (радиочастотная идентификация) – радиочастотная идентификация

В своей работе мы также используем модуль RFID-RC522, который используется для считывания информации пропускной карты в системе контроля доступа[35]. Принцип его работы следующий:

RFID состоит из 2 частей: транспондер / метка прикрепляется к объекту. Беспроводной приемник используется для считывания данных с транспондера / метки.

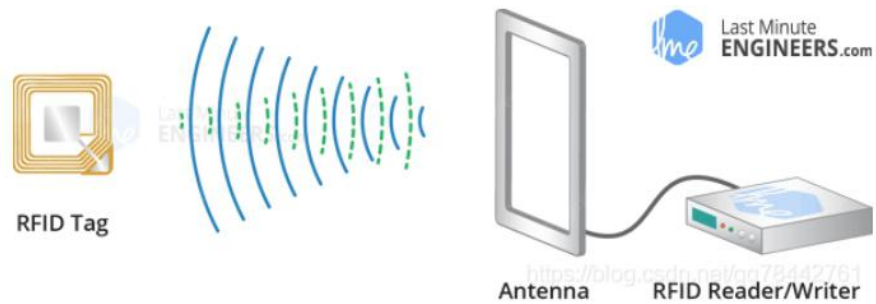


Рисунок 8 - RFID Схема принципа работы

Мы используем RFID-устройство RFID-RC522, которое обменивается данными с чипом через последовательный периферийный интерфейс SPI (Serial Peripheral Interface) со скоростью 10 Мбит / с, а также поддерживает протоколы I2C и UART. В этом модуле есть вывод прерывания. Рабочее напряжение этого модуля составляет от 2,5 до 3,3 В.

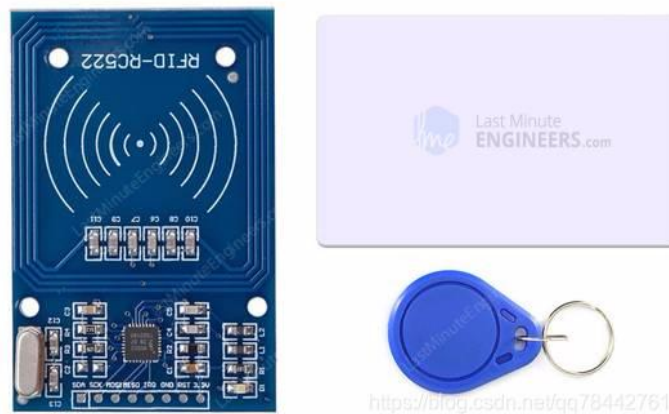


Рисунок 9 - RFID-RC522

Ниже приводится описание каждого вывода, всего их 8:

Таблица 2.1 - Контакты RFID-RC522

Наименование вывода	Описание
VCC	Для подключения к 2,5–3,3 В, если вы подключаетесь к интерфейсу 5В, этот модуль RC522 может выйти из строя;
RST	Входной вывод сброса и точки останова. RC522 отключается на низких частотах, включая генератор, входные контакты и отключение последовательного периферийного интерфейса;
MOSI (Master Out Slave In)	Этот вывод является SPI (последовательным периферийным интерфейсом) этого модуля.
SCK (Serial Clock)	Получение импульсного сигнала от SPI.
GND	Земля
SS/SDA/Rx	При запуске SPI этот вывод является входным сигналом. Когда это интерфейс протокола I2C, это порт данных последовательного порта, а когда это UART, это входной порт последовательного порта.
IRQ	Вывод предупреждения о прерывании. Когда метка RFID находится рядом с устройством, она запускается этим выводом.
MISO/SCL/Tx	Этот интерфейс является (Master In Slave Out), когда включен SPI (последовательный периферийный интерфейс). При использовании интерфейса протокола I2C этот вывод является часами последовательного порта, при использовании интерфейса протокола UART этот вывод является портом вывода последовательных данных.

2.2.2 Микропроцессор esp32

ESP32-WROOM-32 – миниатюрный высокопроизводительный совмещённый Wi-Fi + BT + BLE модуль от компании Espressif, разработанный для широкого спектра применений, начиная от маломощных сетевых датчиков до самых сложных приложений, например, таких как кодирование голоса, потоковая передача музыки и MP3 кодирование.

ESP32-WROOM-32 выполнен на базе популярного двухъядерного чипсета ESP32, с регулируемой частотой от 80 МГц до 240 МГц, возможностью индивидуального управления и питания.

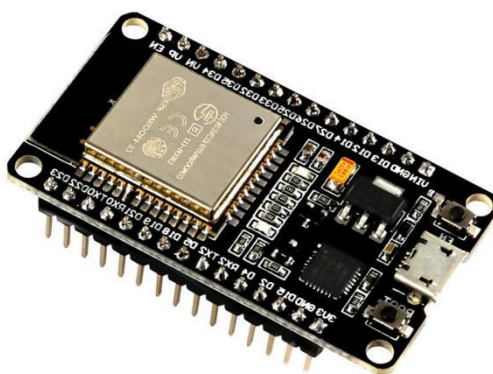


Рисунок 10 – Микроконтроллер esp32

2.3 Программная реализация

Для программной реализации системы контроля доступа мы декомпозируем ее на несколько задач, а именно: реализация сети WiFi-Mesh,

система управления пользователями и внутренняя программа облачного сервера.

2.3.1 Сеть WiFi-Mesh

Интегрированная среда разработки (IDE): Microsoft Visual Studio

Инструменты разработки: ESP-IDF

ESP-IDF — это официальная платформа разработки IoT от Espressif для SoC серий ESP32, ESP32-S и ESP32-C. Он предоставляет самодостаточный SDK для разработки любых универсальных приложений на этих платформах с использованием таких языков программирования, как C и C++.

Скомпилированный язык: C

Важные библиотечные файлы и их роль:

1. "esp_mesh.h" - Эта библиотека содержит все необходимое для реализации сети ESP-Mesh.

2. "esp_http_client.h" - esp_http_client предоставляет API для отправки запросов HTTP/S из приложений ESP-IDF.

3. "FreeRTOS.h" - FreeRTOS - Это многозадачная операционная система реального времени (ОСРВ) для встраиваемых систем. FreeRTOS.h предоставляет API для использования функции FreeRTOS.

4. "rc522.h" - Библиотека C для взаимодействия ESP32 со считывателем RFID-карт MFRC522.

Полный листинг программы приведен в приложении А. Поскольку общий код очень длинный, я не стал показывать все методы с символами "..." в коде, приведенном в приложении А.

На основе этих библиотечных файлов мы реализовали несколько основных функций:

`espread(void):`

Если это дочерний узел, то читать сообщения, предназначенные для себя в ячеистой сети, если это корневой узел, он вызовет функцию `task1()`.

`espwirte(mess,toAddr):`

`mess` - сообщение для отправки, `toAddr` - адрес ячеистой сети устройства назначения, эта функция реализует функцию ячеистой сети для отправки сообщений.

`tag_handler(sn):`

`sn`-получить адрес RFID-метки, когда карта контроля доступа используется на считывателе карт, информация о карте будет храниться в `sn`, если устройство является дочерним узлом, вызовите функцию `esppwrite()` для отправки URL-адрес корневого узла. Если устройство является корневым узлом, функция `esppwrite()` будет вызываться с параметром `toSelf`, установленным в значение `true`.

`http_rest_with_url(url):`

Создание http-клиента для доступа к целевому URL-адресу и возврата информации обратной связи http.

`task1(par):`

`par` - Это данные структуры данных `writeData`. Эти данные содержат URL-адрес назначения `http` и адрес в ячеистой сети. Когда этот метод вызывается, метод вызывает метод `http_rest_with_url (url)`, и после получения обратной связи `http`, если параметр `toSelf` равен `false`, отправить сообщение атомарному узлу, без обработки, если `toSelf` имеет значение `true`.

После запуска программа сначала выполнит функцию инициализации `app_main()`, а затем запустит функцию `espwrite()` через FreeRTOS. При доступе к устройству будет запущена функция `tag_handler()`. Логика выполнения программы следующая:

Эти две программы выполняются параллельно

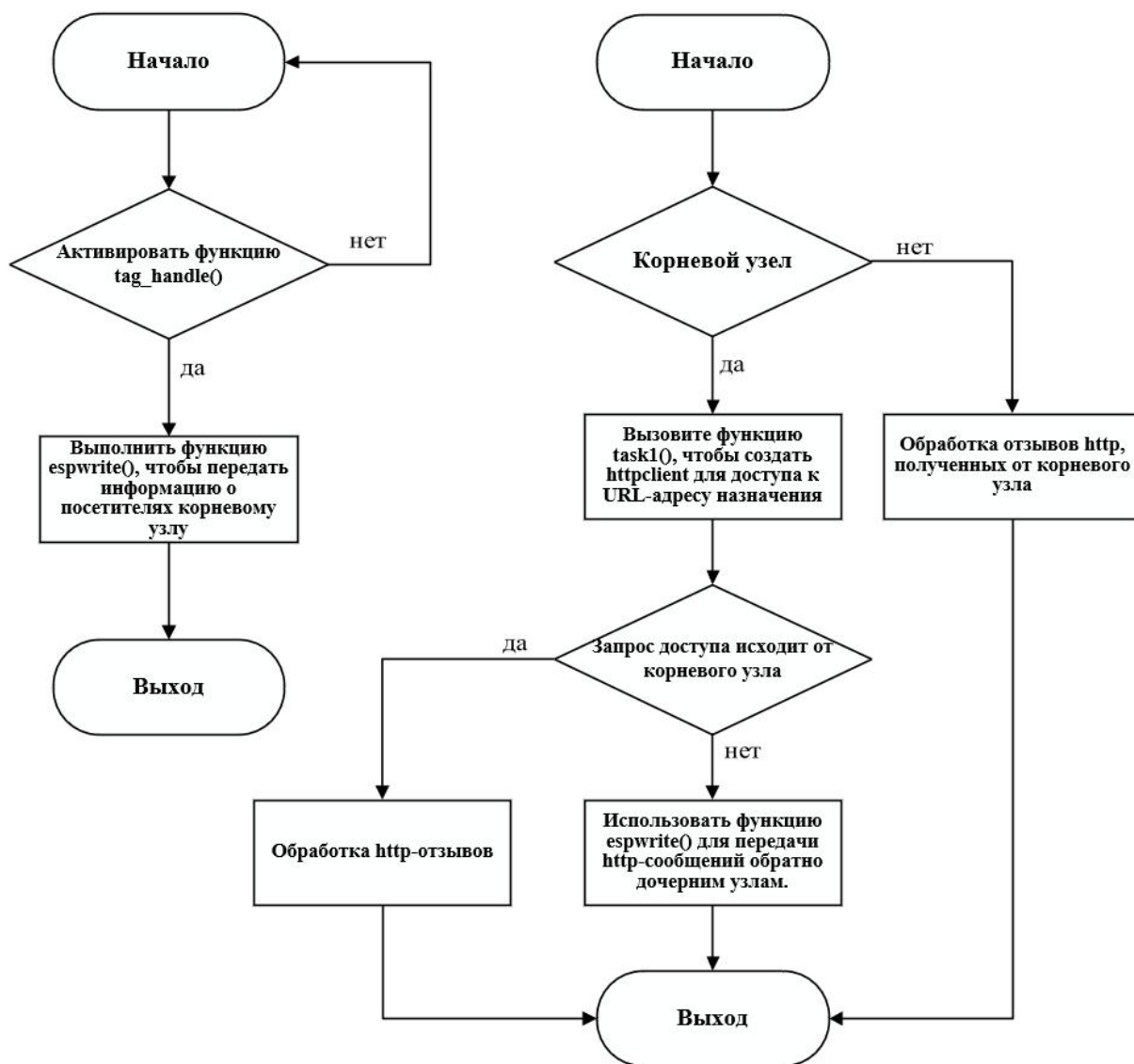


Рисунок 11 - Логическая схема работы программы ячеистой сети

2.3.2 Система управления пользователями

Интегрированная среда разработки (IDE): Microsoft Visual Studio, Arduino

Скомпилированный язык: HTML+CSS, javascript, C/C++

Важные библиотечные файлы, используемые в проекте

Отказ от ответственности: файлы CSS в этом проекте взяты из проектов с открытым исходным кодом: <https://gitee.com/bilibili-ayang/login>.

jQuery — это быстрая, небольшая и многофункциональная библиотека JavaScript. Она значительно упрощает такие вещи, как обход и манипулирование документами HTML, обработку событий, анимацию и Ajax, с помощью простого в использовании API, который работает во множестве браузеров.

ESPAsyncWebServer.h — асинхронный сервер HTTP и WebSocket для ESP8266/ESP32/Arduino.

MFRC522.h — библиотека для MFRC522 и других модулей на базе RFID RC522. Позволяет считывать и записывать различные типы карт радиочастотной идентификации (RFID) на контроллере с помощью считывателя на базе RC522, подключенного через интерфейс последовательного периферийного интерфейса (SPI).

Отображение страниц управления пользователями

На веб-странице мы реализовали функцию входа администратора, и мы реализовали функцию регистрации и удаления пользователей на странице управления пользователями, а информацию о считывании карт считывателя RFID-карт можно получать в режиме реального времени на странице.

Ниже приведен интерфейс входа администратора:

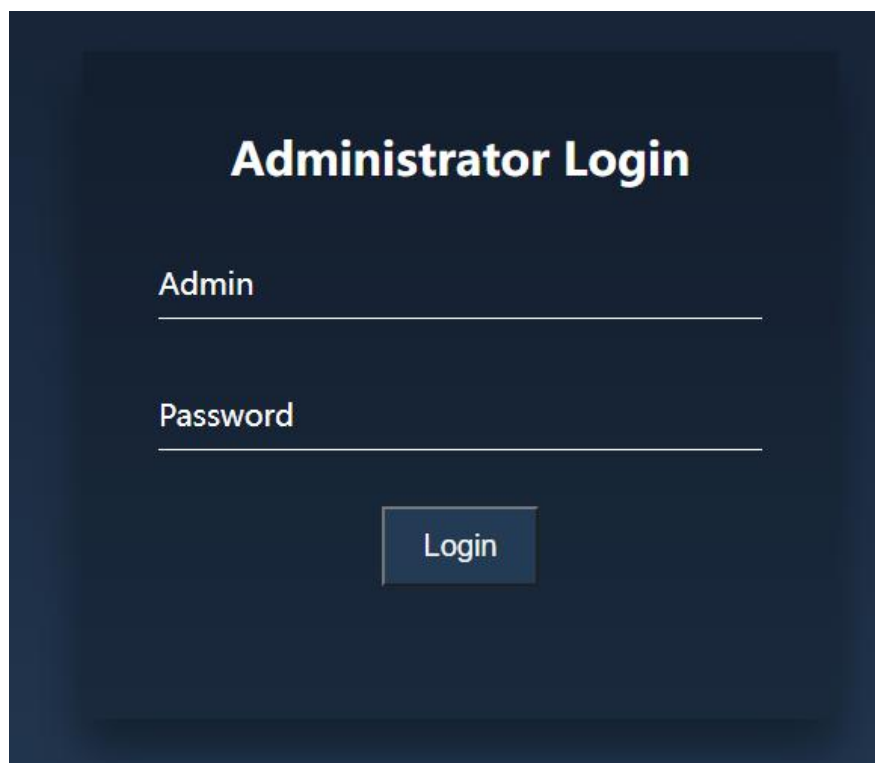


Рисунок 12 - Интерфейс входа администратора

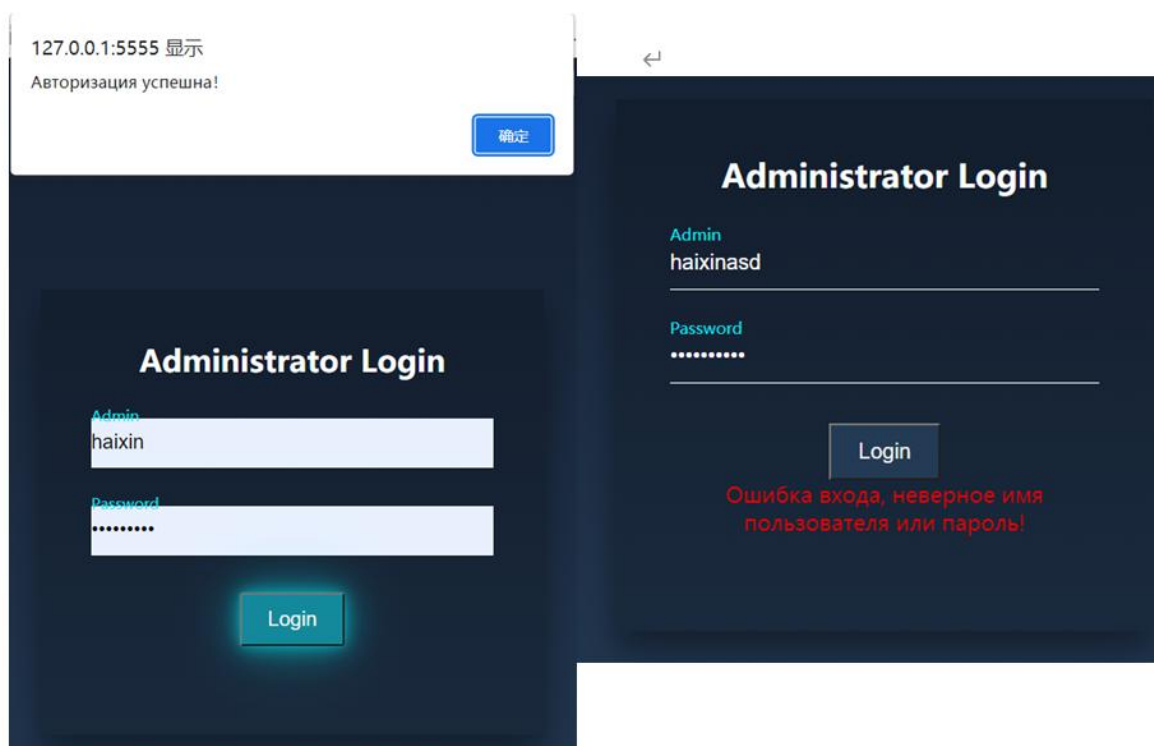
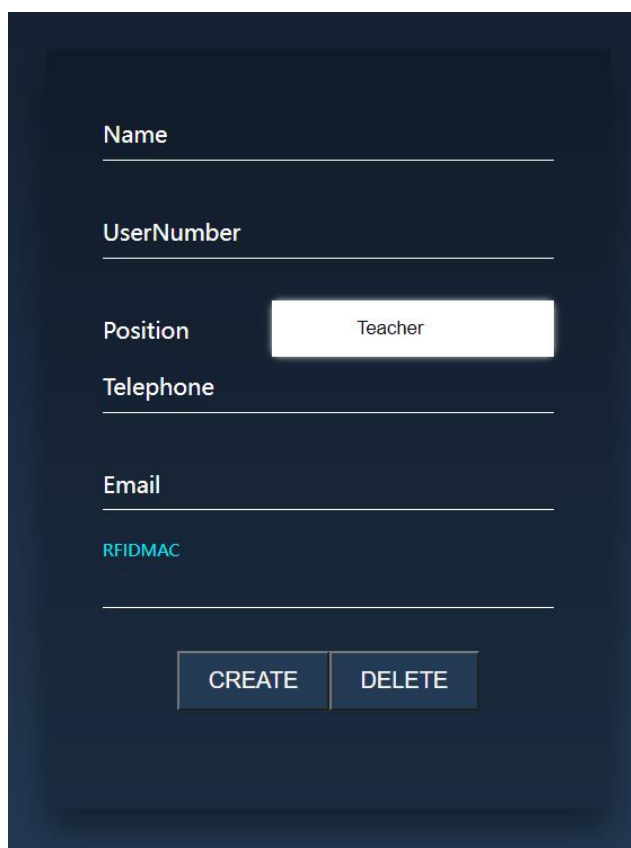


Рисунок 13 – Успешный вход администратора и ошибка входа

После успешного входа вы попадаете в интерфейс управления пользователями.



The image shows a dark-themed web interface for user management. It features several input fields: 'Name', 'UserNumber', 'Position' (with a dropdown menu showing 'Teacher'), 'Telephone', 'Email', and 'RFIDMAC'. At the bottom, there are two buttons labeled 'CREATE' and 'DELETE'.

Рисунок 14 – Интерфейс управления пользователями

Как видно на рисунке 14, когда администратор регистрирует пользователя, необходимо ввести имя пользователя, идентификатор пользователя, должность, номер мобильного телефона и адрес электронной почты. Эта информация о пользователе будет привязана к RFID-карте пользователя.

Стоит отметить, что я реализовал функцию отображения информации о карте, считанной устройством считывания карт RFID, на веб-странице в

режиме реального времени, фактический эффект ее работы выглядит следующим образом:

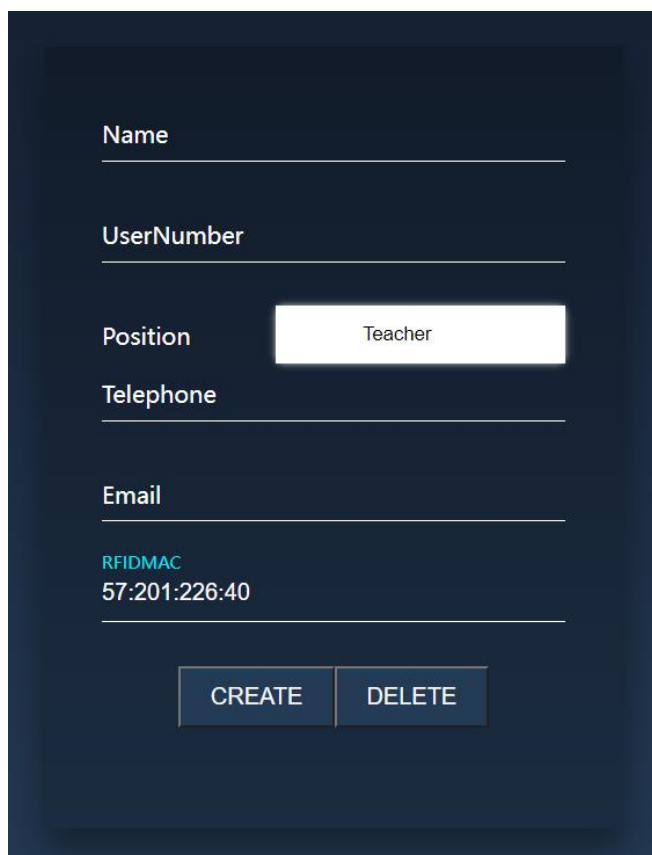


Рисунок 15 - Функция чтения адреса в карте в режиме реального времени

Я создал новую веб-страницу в каталоге "/rfidmac", создав новую страницу на AsyncWebServer ESP32. Эта веб-страница отображает информацию о карте, считываемой устройством RFID, в режиме реального времени, так что главная веб-страница может читать RFID с этой веб-страницы время от времени адрес карты.

```
server.on("/rfidmac", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {  
    request->send_P(200, "text/plain", rfidmac.c_str());  
});  
  
server.begin();
```

Рисунок 16 - Создайте веб-страницу «/rfidmac» в esp32(Arduino)


```

setInterval(function () {
    var xhttp;
    if (window.XMLHttpRequest) {
        // IE7+, Firefox, Chrome, Opera, Safari код выполнения браузера
        xhttp = new XMLHttpRequest();
    }
    else {
        // IE6, IE5 код выполнения браузера
        xhttp = new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }

    xhttp.onreadystatechange = function () {
        if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
            document.getElementById("RFIDMAC").value = this.responseText;
        }
    };
    xhttp.open("GET", "/rfidmac", true);
    xhttp.send();
}, 100);

```

Рисунок 17 – Основная веб-страница считывает информацию о RFID-карте на веб-странице «/rfidmac» в режиме реального времени (javascript)

В управлении пользователями я реализовал две функции создания пользователя и удаления пользователя. В функции создания пользователя, после сбора информации о пользователе и подтверждения правильности формата, браузер будет использовать метод HTTP POST для передачи информации на облачный сервер. Полученные облачным сервером данные будут обработаны соответствующим образом, а затем результаты обработки будут возвращены в браузер. В настоящее время имеется три результата (1 – успешное создание, 2 – создание не выполнено, 3 – возникла проблема с сервером).

В функции удаления пользователя вам нужно только предоставить информацию о карте RFID. После отправки на облачный сервер, облачный сервер удалит данные, связанные с картой. Есть три результата (1 – удаление успешно, 2 – ошибка удаления, 3 – проблема с сервером).

Стоит отметить, что при использовании этого устройства требуется компьютер, который может получить доступ к браузеру, и два устройства должны быть подключены к одному и тому же маршрутизатору, а браузер получает доступ к веб-странице через IP-адрес ESP32.

2.3.3 Создание облачных серверов и серверные программы

Создание облачного сервера

Мой сервер — легкий сервер приложений Tencent Cloud, сервер находится в Сингапуре, операционная система сервера — Linux, я установил на сервер HTTP-сервер Apache, разработал программу фоновой обработки на PHP и использовал базу данных MySQL для хранения данных.

Apache HTTP-сервер — свободный веб-сервер. Apache является кроссплатформенным ПО, поддерживает операционные системы Linux, BSD, Mac OS, Microsoft Windows, Novell NetWare, BeOS. Основными достоинствами Apache считаются надёжность и гибкость конфигурации.

PHP — скриптовый язык общего назначения, интенсивно применяемый для разработки веб-приложений. В настоящее время поддерживается

подавляющим большинством хостинг-провайдеров и является одним из лидеров среди языков, применяющихся для создания динамических веб-сайтов.

MySQL— свободная реляционная система управления базами данных.

Я подал заявку на доменное имя для сайта: dongbtest.site

Проектирование базы данных

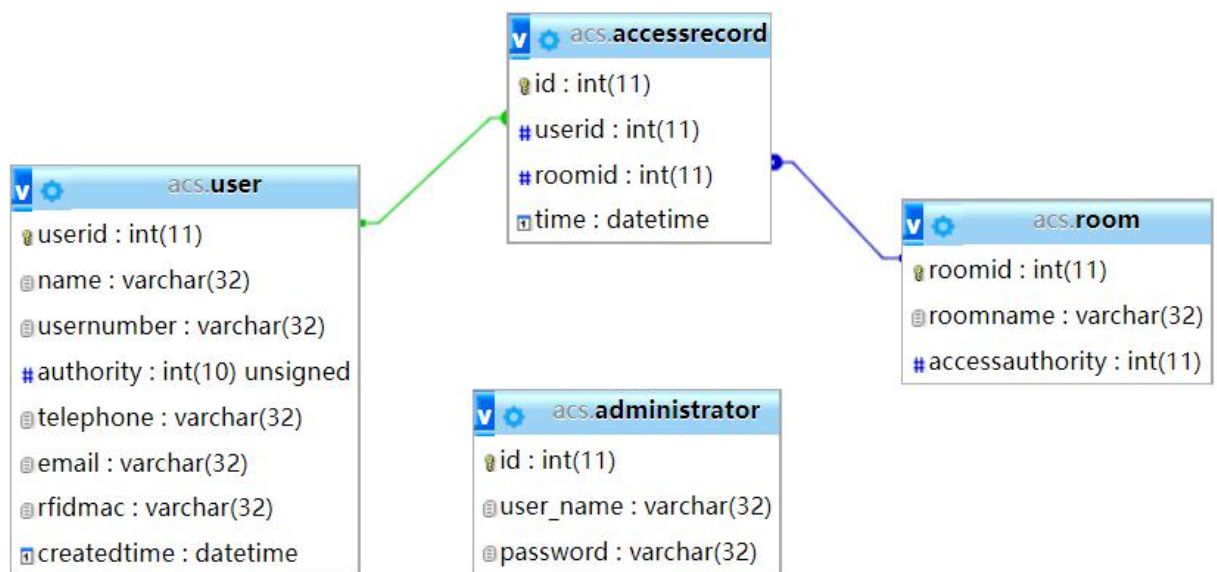


Рисунок 18 – Структура базы данных

В базе данных "acs" мы создали четыре таблицы, а именно: user, administrator, accessrecord и room, а их структуры данных и взаимосвязи показаны на рисунке 18.

В таблице user хранятся имя пользователя, полномочия, контактная информация и информация о удерживаемой RFID-карте. В таблице room хранится идентификатор комнаты, имя комнаты и уровень разрешений, необходимый для доступа к комнате. Таблица accessrecord используется для

хранения информации о доступе пользователя к комнате в определенный момент времени. `administrator` — это независимая таблица, используемая для хранения учетной записи администратора и пароля для последующей проверки личности администратора.

Разработка обработчика доступа

Программа PHP размещена в Приложении Б. В программе мы используем расширение `MySQLi` для работы с базой данных `MySQL`.

Расширение `MySQLi` — это драйвер реляционной базы данных, используемый в языке сценариев PHP для обеспечения интерфейса с базами данных `MySQL`.

Для подключения к базе данных `MySQL` был использован следующий метод:

```
mysqli_connect(dbhost, dbuser, dbpass);
```

где `dbhost` – имя сервера

`dbuser` – имя пользователя

`dbpass` – пароль

PHP использует функцию `mysqli_query` для выполнения команд базы данных `MySQL`.

```
mysqli_query(connection,query,resultmode);
```

где `connection` – необходимый параметр. Он указывает используемое соединение MySQL.

`query` – SQL запрос для выполнения

`resultmode` – необязательный параметр, константа. Может быть любым из следующих значений:

`MYSQLI_USE_RESULT` (используется, если необходимо получить много данных)

`MYSQLI_STORE_RESULT` (по умолчанию)

В программе PHP я реализовал три режима: первый режим — режим входа администратора. Программа PHP реализует доступ к базе данных, проверяет правильность учетной записи и пароля и выдает результаты обратной связи. Второй режим – режим создания информации о пользователе, в программе реализована функция добавления информации о пользователе в базу данных. Третий – режим управления доступом, программа проверяет, существует ли пользователь в библиотеке, и оценивает, может ли пользователь получить доступ к комнате назначения, и дает обратную связь.

Если соответствующая операция прошла успешно, сервер возвращает результат 1, если операция не удалась, он возвращает результат 0, а если возникла проблема с подключением к базе данных, он возвращает 2.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Система управления пользователями

При показе программы мы начнем с системы управления пользователями, а логин администратора показан на рисунке 19.

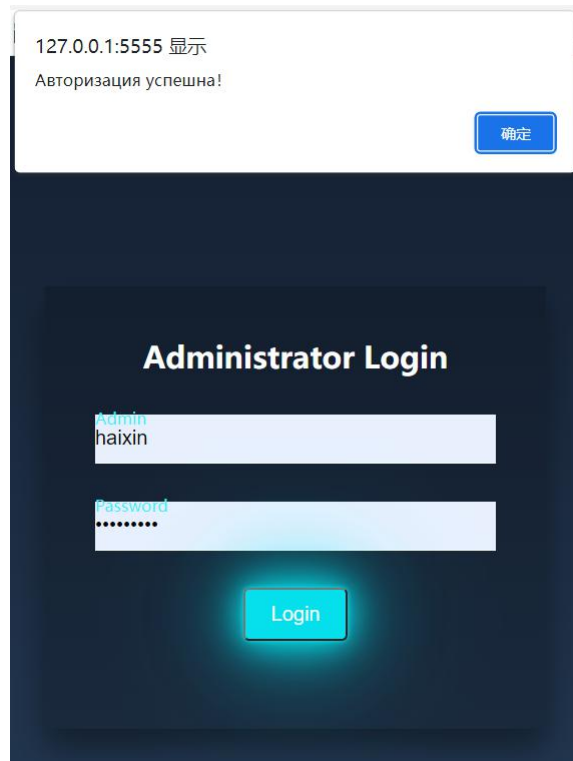


Рисунок 19 – Вход администратора

После успешного входа вы попадете на страницу управления пользователями, как показано на рисунке 20, мы покажем процесс создания пользователя.

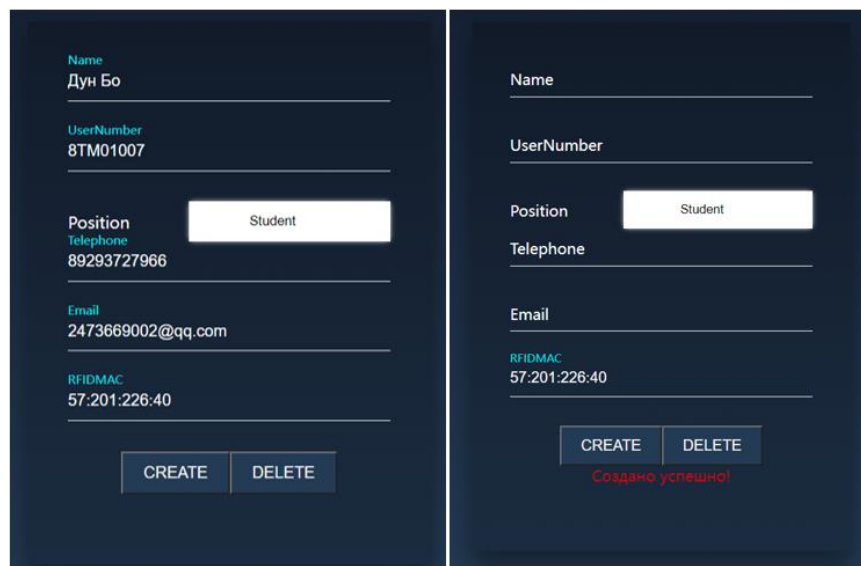


Рисунок 20 – Пользователь успешно создан

Пользовательские данные в MySQL показаны на рисунке 21.

	userid	name	username	authority	telephone	email	rfidmac	createdtime
12	Дун Бо	8TM01007	5	89293727966	2473669002@qq.com	57:201:226:40	2022-05-25 05:00:53	

Рисунок 21 – Данные пользователя в базе

При удалении информации вам нужно только предоставить информацию о RFID-карте считывателю карт, и после нажатия кнопки удаления соответствующая информация о пользователе будет удалена.

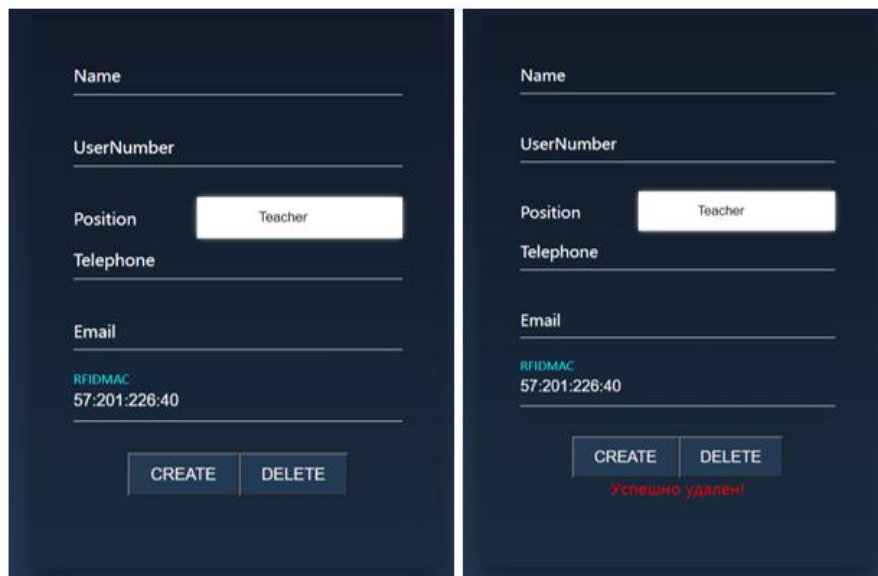


Рисунок 22 - Демонстрация функции удаления

ESP32 Сеть Wi-Fi Mesh

Для теста мы использовали две платы разработки esp32 для формирования небольшой ячеистой сети, когда они были подключены к источнику питания. Они начинают выборы корневого узла.


```

I (1802) mesh_main: <MESH_EVENT_MESH_STARTED>ID:77:77:77:77:77
I (1802) mesh_main: mesh starts successfully, heap:164608, root not fixed<>(tree), ps:1
I (5712) mesh: [S1]HUAWEI P40 Bo, 42:71:e0:ab:a8:37, channel:1, rssi:-44
I (5712) mesh: find router:[ssid_len:13]HUAWEI P40 Bo, rssi:-44, 42:71:e0:ab:a8:37(encrypted), new channel:1, old channel:0
I (5712) mesh: [FIND][ch:0]AP:13, otherID:0, MAP:0, idle:0, candidate:0, root:0[42:71:e0:ab:a8:37]router found
I (5722) mesh: [FIND:1]find a network, channel:1, cfg<channel:0, router:HUAWEI P40 Bo, 00:00:00:00:00:00>
I (5732) mesh_main: <MESH_EVENT_FIND_NETWORK>new channel:1, router BSSID:00:00:00:00:00:00
I (6062) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (6062) mesh: 6896[SCAN]init rc[ttl:127/votes:2][3c:61:05:2f:cb:31,-46], self[3c:61:05:2f:cb:30,-41,reason:0,votes:1,idle][mine:1,voter:2(0.50)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]
I (6072) mesh: 1368, vote myself, router rssi:-41 > voted rc rssi:-46
I (6082) mesh: [SCAN:1/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-41], self[3c:61:05:2f:cb:30,-41,reason:0,votes:1,idle][mine:1,voter:2(0.50)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]
I (6392) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (6392) mesh: [SCAN:2/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-41], self[3c:61:05:2f:cb:30,-42,reason:0,votes:1,idle][mine:1,voter:2(0.50)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]
I (6712) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (6712) mesh: [SCAN:3/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-46], self[3c:61:05:2f:cb:30,-72,reason:0,votes:1,idle][mine:1,voter:2(0.50)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]
I (7032) mesh: [SCAN][ch:1]AP:5, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (7032) mesh: [SCAN:4/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-45], self[3c:61:05:2f:cb:30,-44,reason:0,votes:2,idle][mine:2,voter:2(1.00)percent:1.00][128,2,3c:61:05:2f:cb:31]
I (7352) mesh: [SCAN][ch:1]AP:5, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (7352) mesh: [SCAN:5/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-44], self[3c:61:05:2f:cb:30,-43,reason:0,votes:2,idle][mine:2,voter:2(1.00)percent:1.00][128,2,3c:61:05:2f:cb:31]
I (7662) mesh: [SCAN][ch:1]AP:5, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (7672) mesh: [SCAN:6/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-48], self[3c:61:05:2f:cb:30,-68,reason:0,votes:2,idle][mine:2,voter:2(1.00)percent:1.00][128,2,3c:61:05:2f:cb:31]
I (7982) mesh: [SCAN][ch:1]AP:5, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (7982) mesh: [SCAN:7/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-51], self[3c:61:05:2f:cb:30,-64,reason:0,votes:2,idle][mine:2,voter:2(1.00)percent:1.00][128,2,3c:61:05:2f:cb:31]

```

ячейная сеть начинается

Корневой узел выборов

Рисунок 23 - Корневой узел выборов

После успешного подключения к сети корневой узел будет подключен к Интернету.

```

I (8942) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (8942) mesh: [SCAN:10/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-47], self[3c:61:05:2f:cb:30,-43,reason:0,votes:2,idle][mine:2,voter:2(1.00)percent:1.00][128,2,3c:61:05:2f:cb:31]
I (8952) mesh: [scan]new scanning time:600ms, beacon interval:300ms
I (8972) mesh: [DONE]connect to router:HUAWEI P40 Bo, channel:1, rssi:-43, 42:71:e0:ab:a8:37[layer:0, assoc:0], my_vote_num:2/voter_num:2, rc[3c:61:05:2f:cb:31/-47/1]

```

Выбор корневого узла завершен

Рисунок 24 - Выбор корневого узла завершен

Тестирование функций контроля доступа

Когда мы используем карту RFID для доступа к устройству, если устройство является корневым узлом, результат отображается следующим

образом:

```
write!
http://www.dongbtest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
receive from 3c:61:05:2f:cb:30 request of http: http://www.dongbtest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
read!
I (1955252) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
I (1955262) mesh_main: HTTP GET Status = 200, content_length = 1
I (1955262) mesh_main: 31
I (1955262) mesh_main: we get the request is:1

I (1955262) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
I (1959192) mesh_main: http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
write!
http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
receive from 3c:61:05:2f:cb:30 request of http: http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
read!
W (1959642) wifi:<ba-add>idx:1 (ifx:0, 42:71:e0:ab:a8:37), tid:1, ssn:10, winSize:64
I (1960092) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
I (1960092) mesh_main: HTTP GET Status = 200, content_length = 1
I (1960102) mesh_main: 30
I (1960102) mesh_main: we get the request is:0

I (1960102) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
```

Рисунок 25 - Проверка результатов устройства корневого узла

Когда мы получаем доступ к устройству корневого узла, используя RFID-карту, записанную в системе, и незарегистрированную RFID-карту, мы получаем результат, показанный на рис. 25.

```
I (55015) mesh_main: http://www.dongbtest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
write!
http://www.dongbtest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
receive from 3c:61:05:17:0f:fc request of http: 1
read!
I (58295) mesh_main: http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
write!
http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
receive from 3c:61:05:17:0f:fc request of http: 0
read!
```

Рисунок 26 - Проверка результатов устройства дочернего узла

Когда мы используем RFID-карту, записанную в системе, и незарегистрированную RFID-карту для доступа к устройству дочернего узла, мы получаем результат, показанный на рисунке 26.

Самовосстановление ячеистых сетей

После того, как мы отключим питание корневого узла, ячеистая сеть повторно выберет корневой узел. В тесте процесс повторного выбора корневого узла будет длиться около одной минуты, и результат показан на рисунке 27.

```
I (420415) mesh: 2004<arm>parent monitor, my layer:2(cap:6)(node), interval:362119ms, retries:3<>
W (423345) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (433175) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (442965) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (446075) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (455905) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (469115) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (482325) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (502295) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (525635) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
I (525815) mesh: 5117<assoc>parent layer:1, channel:1, rssi:-58, assoc:1, rssi threshold<-78,-82,-85>
W (530175) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0

I (597835) mesh_main: <MESH_EVENT_NETWORK_STATE>is rootless:1
I (597835) mesh: 5201[healing]looking for a new parent, [l:2]try layer:1[revote][scan]
I (598445) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:0, idle:0, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:2,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (598445) mesh: 1330[SCAN]init rc[3c:61:05:2f:cb:31,-45], mine:0, voter:0
I (598455) mesh: 1368, vote myself, router rssi:-45 > voted rc rssi:-120
I (598455) mesh: [SCAN:1/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-45], self[3c:61:05:2f:cb:30,-45,reason:2,votes:1,idle][mine:1,voter:1(1.00)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]

I (599075) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:0, idle:0, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:2,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (599075) mesh: 1330[SCAN]init rc[3c:61:05:2f:cb:31,-46], mine:0, voter:0
I (599085) mesh: [SCAN:2/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-45], self[3c:61:05:2f:cb:30,-46,reason:2,votes:1,idle][mine:1,voter:1(1.00)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]

I (599705) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:0, idle:0, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:2,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (599705) mesh: 1330[SCAN]init rc[3c:61:05:2f:cb:31,-46], mine:0, voter:0
I (599705) mesh: [SCAN:3/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-45], self[3c:61:05:2f:cb:30,-46,reason:2,votes:1,idle][mine:1,voter:1(1.00)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]
```

Рисунок 27 – Самовосстановление ячеистых сетей

```
I (604075) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:0, idle:0, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:2,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (604075) mesh: 1330[SCAN]init rc[3c:61:05:2f:cb:31,-45], mine:0, voter:0
I (604085) mesh: [SCAN:10/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-44], self[3c:61:05:2f:cb:30,-45,reason:2,votes:1,idle][mine:1,voter:1(1.00)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]

I (604095) mesh: [DONE]connect to router:HUAWEI P40 Bo, channel:1, rssi:-62, 42:71:e0:ab:a8:37[layer:0, assoc:0], my_vote_num:1/voter_num:1, r
c[3c:61:05:2f:cb:31/-44/2]
I (604165) wifi:new:<1,1>, old:<1,0>, ap:<1,1>, sta:<1,0>, prof:1
I (605035) wifi:state: init -> auth (b0)
I (605055) wifi:state: auth -> assoc (0)
I (605065) wifi:state: assoc -> run (10)
I (605085) wifi:connected with HUAWEI P40 Bo, aid = 11, channel 1, BW20, bssid = 42:71:e0:ab:a8:37
I (605085) wifi:security: WPA2-PSK, phy: bgn, rssi: -45
I (605095) wifi:Set ps type: 0

I (605105) mesh: <nvs>write layer:1
I (605105) mesh: <flush>upstream packets, connections(max):6, waiting:0, upQ:0
I (605115) mesh_main: <MESH_EVENT_TODS_REACHABLE>state:0
I (605115) mesh: <flush>root
I (605115) mesh: [TXQ]<max:128>up(0, be:0), down(0, be:0), mgmt:0, xon(req:0, rsp:0), bcast:0, wnd(2, parent:3c:61:05:17:0f:fd)
I (605125) mesh: [RXQ]<max:128 = cfg:128 + extra:0>self:0, <max:128 = cfg:128 + extra:0>tods:0
I (605175) wifi:pm start, type: 0

I (605275) wifi:AP's beacon interval = 102400 us, DTIM period = 2
I (605705) esp_netif_handlers: sta ip: 192.168.43.163, mask: 255.255.255.0, gw: 192.168.43.1
I (605705) mesh_main: <TP_EVENT_STA_GOT_IP>IP:192.168.43.163
W (652175) wifi:<ba-addidx:0 (ifx:0, 42:71:e0:ab:a8:37), tid:0, ssn:13, winSize:64
I (895605) mesh_main: http://www.dongbttest.site/?tag=57:201:226:40&roomId=1
write!
http://www.dongbttest.site/?tag=57:201:226:40&roomId=1
receive from 3c:61:05:2f:cb:30 request of http: http://www.dongbttest.site/?tag=57:201:226:40&roomId=1
read!
I (896645) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
I (896645) mesh_main: HTTP GET Status = 200, content_length = 1
I (896655) mesh_main: 31
I (896655) mesh_main: we get the request is:1
I (896655) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
```

Рисунок 28 – Самовосстановление ячеистых сетей

После самовосстановления ячеистой сети дочерний узел становится корневым узлом.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

Объектом исследования является пропускная система на базе esp32 mesh. Группу потребителей данной системы стабилизации могут составлять предприятия, на которых необходимо осуществлять контролируемый допуск к определённому объекту, например, на территорию предприятия или склада могут иметь доступ не все работники компании.

Таковыми предприятиями могут быть: склады, офисы, заводы, охраняемые объекты, научные центры, информационные центры. Сегментирование рынка произведено по следующим критериям: размер компании-заказчика и личный доступ к предприятию. Карта сегментирования представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Карта сегментирования

		Личный доступ к предприятию			
		Магазины	Интернет-магазины	Офисы, информационные центры	Заводы, склады
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				

Согласно карте сегментирования, можно выделить следующие сегменты рынка: разработка системы автоматизированного пропускного контроля на базе

esp32 mesh для предприятий любого размера, где требуется разграничение доступа личного присутствия к территориям предприятия.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо производить систематически, так как рынки пребывают в постоянном движении. Данный анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам.

Полноценных систем, включающих в себя контролирующее устройство, а также управляемые двери, не было найдено. Но были обнаружены терминал контроля доступа российского и зарубежного производств. Среди производителей выделены следующие компании: ANVIZ (конкурент 1), Biolink Solutions (конкурент 2). Анализ представлен в таблице 4.2.

ANVIZ – компания, основанная в 2001 году в Китае, являющаяся ведущим провайдером конвергентных интеллектуальных систем обеспечения безопасности для предоставления комплексного контроля доступа. Будет рассмотрен продукт ANVIZ Face Pass. Biolink Solutions – это российская компания, которая является лидером российского рынка система контроля доступа.

Таблица 4.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Объем памяти база данных	0,2	4	5	5	1	1,25	1,25
2. Простота использования системы	0,4	2	5	3	0,8	2	1,2

Продолжение таблицы 4.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
3. Степень свободы управления контроль доступа	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
4. Надежность	0,05	4	5	2	0,2	0,25	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	4	5	2	0,4	0,5	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	1	0,15	0,15	0,05
3. Цена	0,075	5	2	1	0,38	0,15	0,08
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,025	5	5	5	0,13	0,13	0,13
Итого	1	32	33	23	3,55	4,73	3,4

Согласно техническим критериям ресурсоэффективности можно выделить основную слабую сторону проекта, которую необходимо устранить путем внедрения иных методов: Простота использования системы. Однако, продукт остается конкурентоспособным по оставшимся техническим характеристикам. Из сильных сторон можно выделить степень свободы управления контроль доступа. Для оценки экономической эффективности были выбраны следующие экономические критерии: конкурентоспособность продукта, уровень проникновения на рынок, цена и предполагаемый срок эксплуатации. Цена является ключевым конкурентным критерием. По результатам анализа можно сделать выводы о том, что созданный продукт является конкурентоспособным в условиях существующего рынка.

4.1.3 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 4.3.1.

Таблица 4.3.1 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Низкая стоимость.</p> <p>С2. Простота установки и использования</p>	<p>Сл1.Высокое энергопотребление</p> <p>Сл2.Низкая чувствительность срабатывания системы контроля доступа</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Улучшите алгоритм, увеличьте функцию сна, чтобы снизить энергопотребление</p> <p>В2. Выход на иностранный рынок.</p> <p>В3. Увеличение вычислительной мощности</p>	<p>Установка и использование нашей системы контроля доступа очень просты, а цена относительно низкая, поэтому рынок более конкурентоспособен.</p>	<p>Изменение правительственной политики позволит выйти на новые рынки.</p> <p>При осваивании новых отраслей и выходе на иностранный рынок возможно появление и увеличение команды разработчиков и бюджета, что приведет к уменьшению времени интеграции данного решения.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Боевые действия.</p> <p>У2.Экономический кризис.</p> <p>У3.Высокая конкуренция на рынке.</p>	<p>Низкая стоимость проекта позволит расширить круг потребителей.Вариативность исполнения проекта позволит выжить в случае экономического кризиса.В случае боевых действий данное решение может быть использовано повсеместно, тем самым расширится круг потребителей.</p>	<p>Увеличение функциональности системы и снижение мощности системы сделает систему более конкурентоспособной. Выход на зарубежные рынки поможет поддержать спрос в условиях неблагоприятных изменений государственной политики в отношении отрасли.</p>

По результатам SWOT-анализа можно сделать выводы о том, что необходимо поддерживать на высоком уровне такие сильные стороны проекта, как низкая себестоимость. А также необходимо устранять слабые стороны,

такие как высокое энергопотребление и низкая чувствительность системы контроля доступа.

4.2 Инициация проекта

Устав научного проекта магистерской работы:

В данной группе процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта.

1. Цели и результат проекта. Информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей представим в таблицах 4.2.1, 4.2.2.

Таблица 4.2.1 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Конкуренты	Честная конкуренция
клиенты / пользователи	Получение именно того результата(продукта или услуги), за который они платят обозначенную цену
команда проекта	Продукция более конкурентоспособна на рынке

Цели и результаты проекта представлены в таблице 4.2.2.

Таблица 4.2.2 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработайте систему контроля доступа с использованием распределенной сети, чтобы независимые элементы в системе контроля доступа могли общаться друг с другом посредством беспроводной связи. Тем самым снижая временные и материальные затраты на установку системы контроля доступа.
Ожидаемые результаты проекта:	Разработанная система контроля доступа успешно использует распределенную сеть, и связь между независимыми элементами в системе контроля доступа хорошая.
Критерии приемки результата проекта:	Сеть, образованная разработанной системой контроля доступа, является самоорганизующейся и самовосстанавливающейся.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Система контроля доступа является самоорганизующейся и самовосстанавливающейся. Сокращение времени и материальных затрат на установку продукта и облегчение использования потребителями.

2. Организационная структура проекта. Рабочая группа, роль каждого участника в данном проекте, а также их функции и их трудозатраты в проекте в таблице 4.2.3.

Таблица 4.2.3 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное ме- сто работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, час.
1	Суходоев М.С., кабинет учителя, доцент ОАР ИШИТР	Руководитель	1.Назначение задач проекта 2.Тестирование и оценка результатов проекта	51
№ п/п	ФИО, основное ме- сто работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, час.

3.Ограничения и допущения проекта. Факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта в таблице 4.2.4.

Таблица 4.2.4 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	150000 руб
3.1.1. Источник финансирования	частный
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	20.2.2022
3.2.2. Дата завершения проекта	20.5.2022

4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

4.3.1 План проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

а) - определение структуры работ в рамках научного исследования;

- б) - определение участников каждой работы;
- в) - установление продолжительности работ;
- г) - построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения исследования необходимы исполнители в лице руководителя и инженера. Перечень этапов, работ и исполнителей приведен в таблице 4.3.1.1.

Таблица 4.3.1.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, инженер
Теоретические исследования	2	Подбор 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
Разработка и проектирование системы	6	Покупка комплектующих	Инженер
	7	Сборка системы	Инженер
	8	Создание программной части	Инженер
	9	Тестирование и отладка работы системы	Руководитель, Инженер
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка полученных результатов	Руководитель
Оформление отчета по НИР	11	Составление пояснительной записки	Инженер

Так как отсутствует нормативная база по проводимым работам, а также достоверная информация о процессе выполнения подобных работ иными исполнителями, воспользуемся экспертным способом оценки продолжительности выполнения запланированных работ. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (4,1)$$

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

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

t_{maxi} – 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. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %. Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (4,2)$$

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

$T_{ожі}$ – 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 Гранта. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4,3)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

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

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

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

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

Полученные данные представлены в таблице 4.3.1.1.

Таблица 4.3.1.1 – 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	2	6	6	3,6	3,6	1,8	1,8	2196	2196
Подбор и изучение материалов по теме		10		18		13,2		13,2		16104
Изучение существующих систем		1		2		1,4		1,4		1,708
Календарное планирование работ по теме	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1,098	1,098
Подбор компонентов для реализации системы		1		1		1		1		1,22
Покупка комплектующих		1		1		1		1		1,22
Сборка системы		1		1		1		1		1
Создание программной части		18		20		18,8		18,8		22,936

Продолжение таблицы 4.3.1.1 – 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				
Тестирование и отладка работы системы	1	1	4	4	2,2	2,2	1,1	1,1	1,342	1,342
Оценка полученных результатов	1		2		1,4		1,4		1,708	
Составление пояснительной записки		8		13		10		10		12,2
Итого							5,2	50,2	6,344	61,024

На основе полученной таблицы 4.3.1.1 строится календарный планграфик. График строится для максимального по длительности исполнения работ с разбивкой по месяцам и декадам. График работ приведен в таблице 4.3.1.2.

Таблица 4.3.1.2 – Календарный план-график выполнения проекта

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , 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, инженер	4			■										
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	16			■	■	■	■							
3	Изучение существующих систем	Инженер	2						■							
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер	2						■							
5	Подбор компонентов для реализации системы	Инженер	1						■							
6	Покупка комплектующих	Инженер	1													
7	Сборка системы	Инженер	1						■							
8	Создание программной части	Инженер	23						■	■	■	■	■	■		
9	Тестирование и отладка работы системы	Руководитель, инженер	3											■		
10	Оценка полученных результатов	Руководитель	2											■		
12	Составление пояснительной записки	Инженер	12												■	■

■ - инженер ■ - руководителя

4.3.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Материальные затраты учитываются с учетом количества использованной электроэнергии. Для юридических лиц стоимость 1 кВт*ч составляет 3,8 рублей. В среднем на работу с компьютером затрачивается 6 часов в день, всего на работу с компьютером затрачивается около 50 дней. Ноутбук с подключенным к нему внешним монитором потребляет в среднем 120 Вт в час (суммарно за все время использования). Плата esp32 потребляет в среднем 1 Вт в час. Следовательно, затраты на электроэнергию составят:

$$З_{ЭН} = ((120 + 1) * 6 * 50 / 1000) * 3,8 = 165,528$$

В таблице 4.3.2.1 сведены данные о специальном оборудовании на научное исследование

Таблица 4.3.2.1 – Специальное оборудование на проведение НТИ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
ноутбук	Шт.	1	50000	50000
Клавиатура	Шт.	1	1000	1000
Мышь	Шт.	1	1000	1000
Шаговый двигатель Tower Pro MG90S MicroServo	Шт.	1	400	400
микроконтроллер esp32	Шт.	1	5 00	5 00
Светодиод	Шт.	2	9	18
Итого				54262,54

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 от 20 до 30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{ЗП}} = Z_{\text{ОСН}} + Z_{\text{ДОП}}, \quad (4,6)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата от 12 до 20 % от основной.

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

$$Z_{\text{ОСН}} = Z_{\text{ДН}} \cdot T_p, \quad (4,7)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. Среднедневная зарплата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{ДН}} = \frac{Z_m \cdot M}{F}, \quad (4,8)$$

где Z_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 4.3.2.2.

Таблица 4.3.2.2 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	52
– выходные дни		
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени	48	48
– отпуск		
– невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p \quad (4,9)$$

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

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

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

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

Расчет основной платы представлен в таблице 4.3.2.3.

Таблица 4.3.2.3 – Расчет 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	1 813,23	5,2	9 429,11
Инженер	12 663	-	-	1,3	16 461,9	682,09	50,2	34 240,92
Итого:								43 670,03

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (4,10)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным от 0,12 до 0,15).

Расчет дополнительной заработной платы приведен ниже:

$$Z_{\text{доп Р}} = 0,13 \cdot 9\,429,11 = 1\,225,79$$

$$Z_{\text{доп И}} = 0,13 \cdot 34\,240,92 = 4\,451,32$$

Итого – 5 677,1 рубля.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4,11)$$

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

Расчет приведен в таблице 4.3.2.4.

Таблица 4.3.2.4 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений	Отчисления
Руководитель	9 429,11	1 225,79	0,3	3196.47
Инженер	34 240,92	4 451,32		11607.672
Итого				14804.142

Получили, что всего будет перечислено 13 373,17 руб. во внебюджетные фонды.

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

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4,12)$$

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

В итоге величина накладных расходов получается равной:

$$C_{накл} = 0.16 * 43\,670,03 = 6987.2$$

Определение бюджета затрат приведено в таблице 4.5.6.1.

В исп.2 мы разрабатываем функцию сна сети, чтобы разработанная система имела более высокую энергоэффективность, но это увеличит время разработки инженеров, что увеличит время разработки примерно на 10%.

По таблице 4.3.2.4 – Расчет основной заработной платы,затраты по основной заработнойплате исполнителей темы для исп.2:

$$З_{осн}^{Исп.2} = З_{осн}^{рук} + З_{осн}^{инж} * 1.1 = 47093.11 руб$$

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы для исп.2:

По формуле (4,10)

$$З_{ооп}^{Исп.2} = 47093.11 * 0.13 = 6122.09 руб$$

Отчисление во внебюджетный фонды:

По формуле (4,11)

$$З_{внеб}^{Исп.2} = (47093.11 + 6122.09) * 0.3 = 15964.56 руб$$

Накладные расходы:

По формуле (4,12)

$$C_{накл}^{Исп.2} = 47093.11 * 0.16 = 7534.88 руб$$

Таблица 4.3.2.5 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Исп.1, руб.	Исп.2, руб.
1. Материальные затраты НТИ	54262,54	54262,54
2. Затраты по основной заработнойплате исполнителей темы	43 670,03	47093,11
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5 677,1	6122,09
4. Отчисление во внебюджетный фонды	14804.142	15964.56
5. Расходы на электроэнергию	165,5	165,5
6. Накладные расходы	6987,2	7534,88
7. Бюджет затрат НТИ	125566,512	131122,68

4.4 Оценка сравнительной эффективности исследования

Интегральный показатель эффективности научного исследования состоит из двух составляющих: интегральный показатель финансовой эффективности и интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности получается в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования. Второй возможный вариант реализации данного проекта предполагает использовать другие методы алгоритма энергосбережения при той же комплектации. Бюджет затрат приведен в таблице 4.5.5.1. Интегральный финансовый показатель эффективности рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{финр}^{испi} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (4,13)$$

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{финр}^{исп1} = \frac{125566,512}{131122,68} = 0.958 \quad \text{– интегральный финансовый показатель}$$

разработки первого исполнения;

$$I_{финр}^{исп1} = \frac{131122,68}{131122,68} = 1 \quad \text{– интегральный финансовый показатель разработки}$$

первого исполнения.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения проекта может быть определен по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (4,14)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения;

b_i – оценка в баллах для i -го варианта исполнения.

Таблица 4.3.2.6 применяется для расчета интегрального показателя ресурсоэффективности.

Таблица 4.3.2.6 – Сравнительная оценка вариантов исполнения

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
Энергосбережение	0,2	2	5
2. Удобство в эксплуатации	0,2	5	5
3.Требовательность к вычислительным ресурсам	0,1	5	5
4. Надежность конструкции	0,15	4	4
5. Управляйте гибкостью данных	0,05	5	5
6. Скорость отклика	0,3	5	2
Итого	1		

Ниже приведен расчет интегрального показателя ресурсоэффективности вариантов исполнения:

$$I_{p-исп1} = 0,2 \cdot 2 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,05 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 = 4,25$$

$$I_{p-исп2} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,05 \cdot 5 + 0,3 \cdot 2 = 3.95$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{ИСП1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} \quad I_{ИСП2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} \text{ и т.д.} \quad (4,15)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки осуществляется по формуле, представленной ниже:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}, \quad (4,16)$$

Рассчитанные данные сведены в таблицу 4.3.2.7.

Таблица 4.3.2.7 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,957	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,25	3,95
3	Интегральный показатель эффективности	4,44	3,95
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,12	

На основании данных таблицы 4.3.2.7 можно сделать вывод о том, что более эффективным является первый вариант исполнения разработки

Итак, в ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» произведен анализ конкурентов исходя из которого можно заключить, что данное устройство является конкурентоспособным. Формирован бюджет затрат научно-исследовательского проекта. Произведен расчет сравнительной эффективности разработки на основании интегрального показателя эффективности. Результаты показали, что наиболее эффективным вариантом решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи является исполнение один (текущий проект).

5 Социальная ответственность

Введение

В данном разделе рассмотрены неблагоприятные воздействия и вредные факторы на человека при проектировании и использовании распределенных сетей автоматических систем контроля доступа. Распределенная сеть автоматической системы контроля доступа - это сеть, применяемая в системе контроля доступа, а система контроля доступа - это место, которое широко используется в месте, которое необходимо идентифицировать. Например, системы контроля доступа, используемые в метрополитенах и на предприятиях и т. д.

Распределенная сеть автоматических систем контроля доступа может помочь этим устройствам быстрее устанавливаться и подключаться друг к другу, уменьшать сложность проводки и снижать расходы на использование и сеть.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Для того, чтобы осуществить практическую деятельность в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, которые позволяют их обеспечить. В связи с тем, что проектирование распределенных сетей в автоматизированных системах контроля доступа производится при помощи ЭВМ, необходимо рассмотреть требования к рабочей зоне оператора и самой ЭВМ.

В соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации работодатель обязан обеспечить нормальные условия для выполнения работниками норм выработки. К таким условиям, в частности, относятся:

- исправное состояние помещений, сооружений, машин, технологической оснастки и оборудования;

- своевременное обеспечение технической и иной необходимой для работы документацией;
- надлежащее качество материалов, инструментов, иных средств и предметов, необходимых для выполнения работы, их своевременное предоставление работнику;
- условия труда, соответствующие требованиям охраны труда и безопасности производства.

В соответствии со статьей 14 федерального закона № 426 при проектировании распределенных сетей в автоматизированных системах контроля доступа по классификации условий труда – оптимальные. Воздействие неблагоприятных факторов отсутствует и влияния на организм не происходит.

В соответствии со статьей 109 ТК РФ перерывы для приема пищи, отдыха и обогрева общей продолжительностью один час, которые входят в рабочее время. Внутрисменный перерыв для отдыха: первая пауза – 10 мин., через 2 часа после начала работ; вторая пауза – 20 мин., через 4 часа работы; третья пауза – 10 мин., через 6 часов работы; четвертая пауза – 20 мин., через 8 часов работы; пятая пауза – 12 мин, за 2 часа до окончания работы.

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Организация рабочего места программиста или оператора регламентируется следующими нормативными документами: ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа,

клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места программиста или оператора являются стол и кресло. Основное рабочее положение – положение сидя. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле – пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека. Максимальная зона досягаемости рук – часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона – часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом в соответствии с рисунком 5.1.

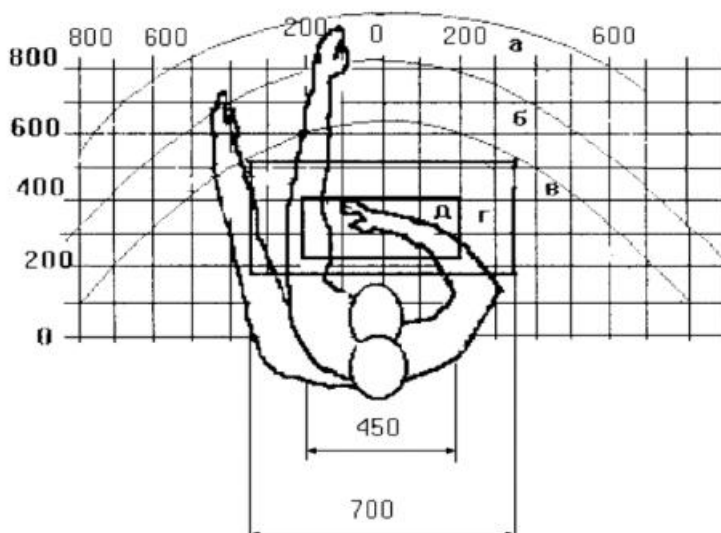


Рисунок 5.1 - Зоны досягаемости рук:

а) зона максимальной досягаемости;

- б) зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
- в) зона легкой досягаемости ладони;
- г) оптимальное пространство для грубой ручной работы;
- д) оптимальное пространство для тонкой ручной работы;

Кресло следует устанавливать на такой высоте, чтобы не чувствовалось давления на копчик (это может быть при низком расположении кресла) или на бедра (при слишком высоком) [1].

Работающий за ПЭВМ должен сидеть прямо, опираясь в области нижнего края лопаток на спинку кресла, не сутулясь, с небольшим наклоном головы вперед до 7° . Предплечья должны опираться на поверхность стола, снимая тем самым статическое напряжение плечевого пояса и рук.

Положение экрана определяется:

- а) расстоянием считывания;
- б) углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению. Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами:

- а) нет хорошей подставки для документов;
- б) клавиатура находится слишком высоко, а документы – низко;
- в) некуда положить руки и кисти;
- г) недостаточно пространство для ног.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

5.2 Производственная безопасность

5.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Вредные факторы	
повышенный уровень шума	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [6]; СП 51.13330.2011 Защита от шума [7].
недостаточная освещенность рабочей зоны	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [8].
отклонение параметров микроклимата в помещении	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [9].
Опасные факторы	
поражение электрическим током	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [10].

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум – это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека и мешающих его работе и отдыху. Основным источником шума при работе с вычислительными машинами является системный блок. В

современном мире настоящей проблемой системных блоков стала шумность систем вентиляции. Естественно, что чем выше частота процессора, тем выше будет его энергопотребление. Таким образом, возникает нужда в более мощном охлаждении. И соответственно растет уровень шума, создаваемый системой вентиляции.

Помещения, в которых для работы используют компьютеры не должны соседствовать с помещениями, в которых уровни шума превышают нормируемые значения. Для помещения, в котором велась разработка, основными источниками шума являются расположенные в помещении компьютеры и кондиционер. Также источником шума является охлаждающий блок питания, процессор, графические платы и жесткие диски [12]. Так как данная работа выполнялась в классных помещении, согласно СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания нормативным эквивалентным уровнем звука (L_{pAeqT} , дБА), на рабочих местах, является 40 дБА [16].

Методы для уменьшения воздействий шума представлены в СП 51.13330.2011 Защита от шума [7]:

- экранирование рабочих мест, то есть установка перегородок между рабочими местами;
- установка оборудования, производящего минимальный шум;
- применение звукопоглощающих материалов.

Для обеспечения снижения уровня шума персональных компьютеров, необходимо регулярно проводить чистку от пыли, замену смазывающих веществ и прочее техническое обслуживание. Также необходимо поддерживать в исправном состоянии систему вентиляции и кондиционирования.

На рабочем месте уровень шума является допустимым, так как не вызывает значительного беспокойства, и не влияет на психологическое состояние.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение рабочего места – важнейший фактор создания нормальных условий труда. Освещению следует уделять особое внимание, так как при работе наибольшее напряжение получают глаза. Освещение делится на естественное, искусственное и совмещенное. Совмещенное сочетает оба вида освещения. На посту управления, где расположено рабочее место оператора, используется совмещенное освещение. Для определения приемлемого уровня освещенности в помещении необходимо определить требуемый для операторов уровень освещенности внешними источниками света.

Рекомендуемые соотношения яркостей в поле зрения, следующие:

- а) между рабочими поверхностями не больше (1:3 - 1:5);
- б) между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 1:10.

Освещённость на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется наименьшим размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и характеристикой фона.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть от 300 до 500 лк (52.13330.2016 [8]). Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Следует ограничивать прямую блесккость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Отклонение показателей микроклимата

Значимым физическим фактором является микроклимат рабочей зоны (температура, влажность и скорость движения воздуха). Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха влияют на теплообмен и необходимо учитывать их комплексное воздействие. Нарушение теплообмена вызывает тепловую гипертермию, или перегрев. Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха производственных помещений для работ, производимых сидя и не требующих систематического физического напряжения (категория Ia), приведены в таблице 5.2, в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.

Таблица 5.2 – Нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Период года	Категория работы	Температура, С	Относительная влаж. воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Ia	(22 – 24)	(40 – 60)	0,1
Теплый	Ia	(23 – 25)	(40 – 60)	0,1

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Таблица 5.3 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влаж. воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Ia	(20 – 25)	(15 – 75)	0,1
Теплый	Ia	(21 – 28)	(15 – 75)	(0,1 – 0,2)

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха на рабочих местах и в помещениях применяют вентиляцию. Общеобменная вентиляция используется для обеспечения в помещениях соответствующего микроклимата. Периодически должен вестись контроль влажностью воздуха. В летнее время при высокой уличной температуре должны использоваться системы кондиционирования.

Поражение электрическим током

ПЭВМ и периферийные устройства являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При работе с компьютером возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Электрические изделия по способу защиты человека от поражения электрическим током подразделяются на пять классов: 0, 01, 1, 2, 3.

ЭВМ можно отнести к классу 01, то есть, к изделиям, имеющим рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания. При начале работы с ЭВМ необходимо проверить герметичность корпуса, не открыты ли токоведущие части.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током относятся:

- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели компьютера должны быть запрещены;
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки;
- защитные оболочки;

- безопасное расположение токоведущих частей, размещение их вне зоны досягаемости частями тела, конечностями;
- ограничение установившегося тока прикосновения и электрического заряда;
- предупредительная световая, звуковая сигнализации, блокировки безопасности, знаки безопасности;
- электрозащитные средства и другие средства индивидуальной защиты [10].

5.3 Экологическая безопасность

Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации [17]. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [17].

Так как объект данной работы является нематериальным, и, следовательно, может рассматриваться в связке только с ЭВМ. Их производство включает в себя токсичное сырье, которое подлежит специальной утилизации и переработке – без них материалы способны постепенно разрушаясь наносить непоправимый вред экологии и здоровью человека. Многие предметы офисной техники, после завершения срока своей эксплуатации, становятся опасными отходами, которые могут оказать вред атмосфере, гидросфере и литосфере. Например, ЖК-экраны являются большим источником парниковых газов, а люминесцентные лампы содержат в себе от 40 до 60 мг ртути [20].

Согласно Кодексу Российской Федерации, об административных правонарушениях [18], отработанную технику (в том числе ЭВМ) запрещается выбрасывать наряду с обыкновенным мусором, а необходимо обратиться в специальные службы для ее утилизации или переработки. ГОСТ 12.3.031-83 «Работы со ртутью. Требования безопасности» требует, чтобы все отходы и приборы, содержащие ртуть, подлежали сбору и возврату только сертифицированным лицом (электромонтером) [19].

В качестве профилактики и предотвращения опасного воздействия электрической техники на окружающую среду, санитарные нормы СанПиН 1.2.3685-21 [16] рекомендуют использовать ее в экономичном режиме работы, а также обращать внимание на соответствие используемых материалов в ЭВМ нормам и стандартам экологической безопасности.

По статистике вышедшие из строя люминесцентные лампы являются одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения. Помимо стекла и алюминия каждая лампа содержит приблизительно 60 мг ртути, поэтому отработавшие люминесцентные лампы являются опасным источником токсичных веществ [18].

Утилизация таких ламп заключается в их передаче перерабатывающим предприятиям, которые имеют специальное оборудование для переработки вредных ламп в безвредное сырье – сорбент, которое может являться материалом для других производств. Согласно ГОСТ Р 57740-2017 [19] и ГОСТ Р 51768-2001 [15] отработанные люминесцентные лампы относятся к отходам, которые собираются и сортируются отдельно, поэтому их утилизация и хранение должны отвечать определенным требованиям.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На объекте возможные следующие ЧС:

- а) Утечка;

б) пожар. Наиболее типичной ЧС для данного объекта является короткое замыкание.

Данная система является электронным устройством, работающим от постоянного напряжения. Для данного устройства вероятна ситуация короткого замыкания, а также перегревания. Для предупреждения ЧС на объекте приняты следующие меры:

- а) защитное заземление;
- б) изоляция контактов;
- в) регулярная проверка целостности контактов и дорожек на плате.

Для повышения устойчивости объекта к данной ЧС используется внешний стабилизатор напряжения. В случае возникновения на объекте ЧС будут произведены следующие действия:

- а) немедленное аварийное отключение устройства;
- б) обесточивание всей лаборатории во избежание короткого замыкания.

В этом разделе наиболее актуальным будет рассмотрение вида ЧС - пожар, определение категории помещения по пожаровзрывобезопасности в котором происходит управление технологическим процессом. Рабочее место оператора поста управления, должно соответствовать требованиям ФЗ Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 и СНиП 21-01-97. Основным поражающим фактором пожара для помещений данной категории является наличие открытого огня и отравление ядовитыми продуктами сгорания оборудования. Пожар в помещении может возникнуть вследствие причин неэлектрического и электрического характера. К причинам неэлектрического характера относятся халатное и неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов). К причинам электрического характера относятся:

- а) короткое замыкание;
- б) перегрузка проводов;
- в) большое переходное сопротивление;
- г) искрение;
- д) статическое электричество.

Режим короткого замыкания – появление в результате резкого возрастания силы тока, электрических искр, частиц расплавленного металла, электрической дуги, открытого огня, воспламенившейся изоляции.

Пожарная опасность при перегрузках – чрезмерное нагревание отдельных элементов, которое может происходить при ошибках проектирования в случае длительного прохождения тока, превышающего номинальное значение. Пожарная опасность переходных сопротивлений – возможность воспламенения изоляции или других близлежащих горючих материалов от тепла, возникающего в месте аварийного сопротивления (в переходных клеммах, переключателях и др.). Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Должны быть приняты следующие меры противопожарной безопасности:

- а) обеспечение эффективного удаления дыма, т.к. в помещениях, имеющих оргтехнику, содержится большое количество пластиковых веществ, выделяющих при горении летучие ядовитые вещества и едкий дым;
- б) обеспечение правильных путей эвакуации;
- в) наличие огнетушителей и пожарной сигнализации.

Для тушения пожаров на участке производства необходимо применять углекислотные (ОУ-5 или ОУ-10) и порошковые огнетушители (например, типа ОП-10), которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью

борьбы с огнем. Помещение оборудовано пожарными извещателями, которые позволяют оповестить дежурный персонал о пожаре. В качестве пожарных извещателей в помещении устанавливаются дымовые фотоэлектрические извещатели типа ИДФ-1 или ДИП-1. Выведение людей из зоны пожара должно производиться по плану эвакуации. План эвакуации представляет собой заранее разработанный план (схему), в которой указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации по п. 3.14 ГОСТ Р 12.2.143-2002.

Заключение по разделу «Социальная ответственность»

Фактические значения всех выявленных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам.

Исследование помещения и правила устройства электроустановок показано, что категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ принадлежит к первому классу – «помещения без повышенной опасности» [20].

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок и фактической ситуации в данном помещении персонал должен обладать I группой допуска по электробезопасности.

По фактической работе и СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" можно определить, что категория тяжести труда в данном рабочем помещении принадлежит к категории Ib (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением) [16].

Данное рабочее место принадлежит к категории помещения Д пониженная пожароопасность, Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении: негорючие вещества и материалы в холодном состоянии [21].

Так как рассмотренный объект, оказывающий незначительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к объектам III категории [22].

Заключение

В этой работе мы разрабатываем распределенную сетевую систему контроля доступа. Я разделил эту систему на три части для разработки соответственно. Система может работать хорошо и может соответствовать рабочим требованиям контроля доступа. В процессе разработки я глубоко изучил использование микроконтроллера esp32 и характеристики сети esp-wifi-mesh на его основе, изучил сетевой протокол HTTP.

Кроме того, в процессе разработки управления пользователями системы контроля доступа были приобретены базовые возможности разработки веб-страниц, а также освоена возможность разработки веб-страниц с использованием языков HTML+CSS и javascript.

В ходе развертывания и использования сервера я изучил функции и использование облачного сервера, освоил метод работы и использования базы данных на основе MYSQL, а также понял и освоил возможности языка PHP для обработки запросов доступа к веб-странице.

Список использованных источников

1. Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ. [Электронный ресурс]. / URL: <http://an-site.ru/dk/adpz18.htm/>. – Дата обращения: 05.2019 г.
2. ГОСТ 12.0.003-74. Классификация производственных факторов. – М.: Госстандарт РФ, 1999 г
3. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
4. Электрически заряженные частицы воздуха – аэроионы. [Электронный ресурс]. / URL: http://ohrana-bgd.narod.ru/jdtrans/jdtrans_088.html/. – Дата обращения: 05.2019 г.
5. ГОСТ 30403-96. Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности. – М.: Минстрой РФ, 1996 г.
6. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
7. СП 51.13330.2011 Защита от шума.
8. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
9. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
10. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
11. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]. / URL: <http://base.garant.ru/2306278/>. – Дата обращения 05.2019 г.

12. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 г.

13. Определение (расчет) категории помещений и класса зоны. [Электронный ресурс]. / URL: <http://www.pozhcentr39.ru/kategoriiipomeshhenij/>. – Дата обращения: 05.2019 г

14. Рабочее место программиста (раздел диплома по БЖД). [Электронный ресурс]. / URL: <http://www.topreferat.ru/s12/i31073.html/>. – Дата обращения: 05.2019 г.

15. ГОСТ Р 51768-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методика определения ртути в ртутьсодержащих отходах. Общие требования

16. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

17. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.

18. Содержание ртути в люминесцентных лампах -Утилизация и переработка отходов производства [Электронный ресурс]. URL:

<https://siv-blog.com/soderzhanie-rtuti-v-lyuminestsentnyh-lampah/>

19. ГОСТ Р 57740-2017. Обращение с отходами. Требования к приему, сортировке и упаковыванию опасных твердых коммунальных отходов.

20. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Раздел 1 Общие правила. Глава 1.1 Общая часть

21. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

22. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»
23. Аггау Авиационные цифровые системы контроля и управления; РГГУ - Москва, 2016. - 608 с.
24. Аггау Грузовые автомобили Scania серий P, R, T. Том 1. Инструкция по эксплуатации, техническому обслуживанию, тормозная система, рулевое управление, мосты; Диез - М., 2018. - 352 с.
25. Абрамов И. В. Процессный подход к построению системы проектного управления; Синергия - М., 2019. - 160 с.
26. Васильков А. В., Васильков И. А. Безопасность и управление доступом в информационных системах; Форум - М., 2017. - 368 с.
27. Малафеев С. И., Малафеева А. А. Основы автоматики и системы автоматического управления; Academia - М., 2019. - 384 с.
28. Сарафанов В.И. Информатизация системы государственного управления России; Институт научной информации по общественным наукам (ИНИОН) РАН - М., 2017. - 176 с.
29. Солодов А. В. Линейные системы автоматического управления с переменными параметрами; Государственное издательство физико-математической литературы - М., 2017. - 324 с.
30. Хвощ С. Т., Варлинский Н. Н., Попов Е. А. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления. Справочник; Машиностроение - М., 2018. - 642 с.\
31. Оптимальные системы автоматического управления: моногр. ; Наука - М., 2017. - 220 с.
32. Клименко А. В. Инновационное проектирование оценочных средств в системе контроля качества обучения в вузе; Прометей - М., 2019. - 195 с.

33. Колегов Денис Анализ безопасности управления доступом в компьютерных системах; LAP Lambert Academic Publishing - М., 2016. - 100 с.

34. Espressif Technology ESP-IDF Programming Guide-API-ESP-Mesh//https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/stable/esp32/api_guides/mesh.html#parent-node-switching

35. ESP-WIFI-MESH расширяет ваши IoT-приложения//
<http://pianyifa.com/index.php/cn/1038-esp-wifi-mesh>

Приложение А
(обязательное)

Access Control System Based on Mesh Network

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8TM01	Дун Бо		26.05.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Суходоев М.С.	к.т.н.		26.05.2022

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сидоренко Т.В.	к.п.н.		26.05.2022

INTRODUCTION

The traditional access control system uses a data cable or Wi-Fi to connect directly to the router to access the database on the server. There must be a router near each access control machine, which will lead to complex wiring or complex network installation methods. However, installing a network cable is complicated and expensive, resulting in a high cost for deploying an access control system. To solve this problem, a method of using a self-organizing MESH network is proposed. Nodes in a network can connect to each other and transmit information. Theoretically, the communication distance between nodes can reach more than 100 meters (there are no barriers such as walls between the nodes). In real life, due to obstacles, the communication distance can reach tens of meters. There can be more than 1000 nodes in an ESP-WiFi mesh network, so a long-range ESP-WiFi mesh network can be realized. In the network, we set the node as the root node, the root node can be used as an AP node to connect to the Internet, and other nodes can send their own Internet access requests to the root node, and then the root node will send a request back to the sender after receiving the request result Requested node, so we can solve the problem of the traditional access control system. Based on this method, we have developed an access control system based on the ESP-WiFi-Mesh network.

1 Concept of ESP Mesh

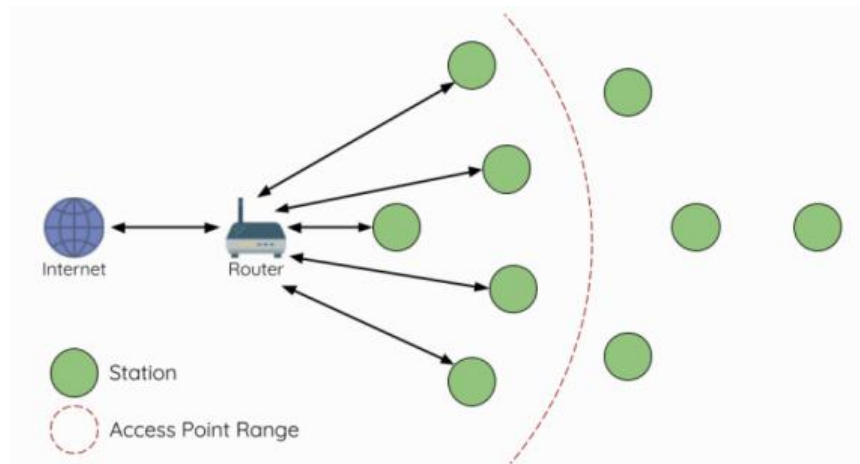


Figure 1-Traditional Wi-Fi Network Architecture

A traditional Wi-Fi infrastructure network is a point-to-multipoint network in which one central node, known as an access point (AP), is directly connected to all other nodes, known as stations. The AP is responsible for arbitrating and forwarding transmissions between stations. Some access points also relay transmissions to and from the external IP network through a router. Traditional infrastructure Wi-Fi networks suffer from the disadvantage of limited coverage due to the requirement that each station be in range to connect directly to an access point.

Imagine that we are in a large factory building, if we need to connect our equipment to the network or let them communicate with each other, we need to run network cables in every corner of the factory or use cables to connect them. This is the Way Not only does it have more distance restrictions, but it also requires repairs and wiring, which is more expensive. We know that in a traditional WIFI network, all nodes must be connected to a router in order to communicate with each other. Can nodes connect to each other so that each node becomes a transmission station and sender of information? Of course, yes, and the ESP Mesh network was born from this.

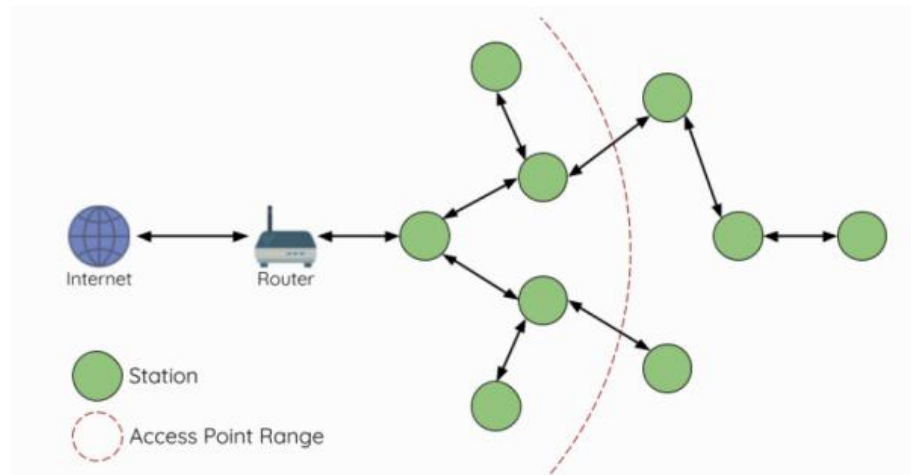


Figure 2 - ESP-MESH Network Architecture

ESP-MESH differs from traditional infrastructure Wi-Fi networks in that nodes do not need to connect to a central site. Instead, nodes are allowed to connect to neighboring nodes. Nodes are mutually responsible for relaying each other's transmissions. This allows the ESP32 MESH network to have a much larger coverage area since the nodes can still communicate without having to be within range of the central node. Likewise, ESP-MESH is also less prone to congestion since the number of nodes allowed on the network is no longer limited to a single central node.

2 Principle of the device

The card reader we use is RFID-RC522 and the microprocessor is ESP32.

To implement this access system, as shown in Figure 3, we divided the entire system into three parts for development:

1. ESP32-WiFi-Mesh network
2. User management system
3. Cloud server

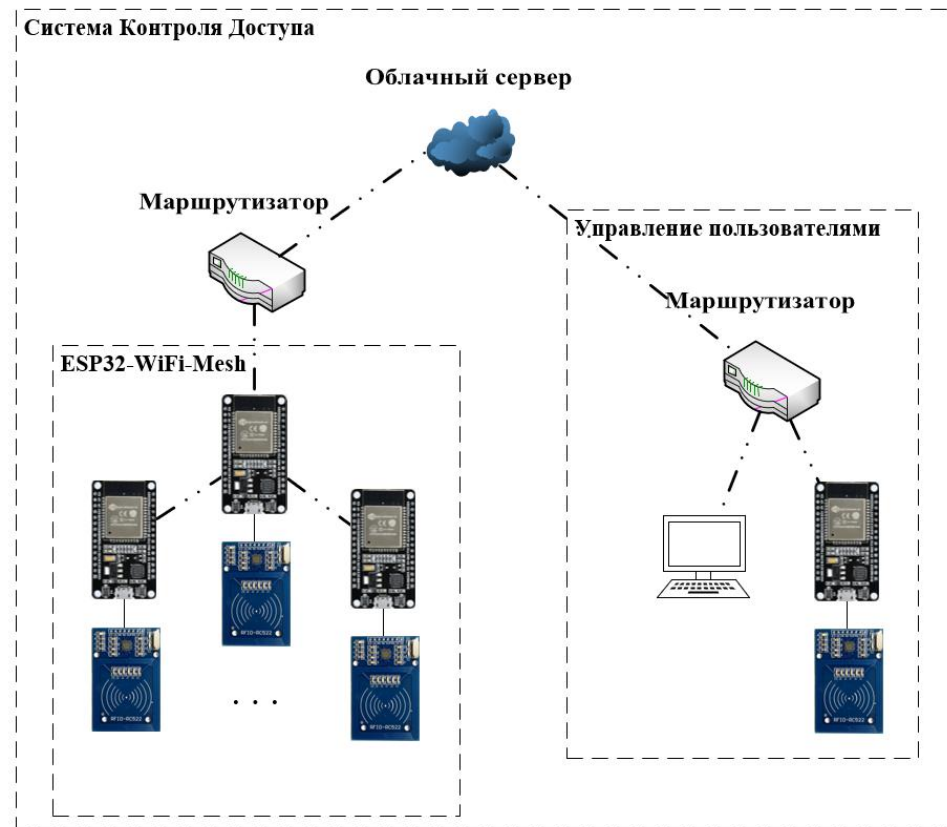


Figure 3 - Structure of the access control system

Project objectives:

1.ESP32-WiFi-Mesh network

In the ESP32-WiFi-Mesh network, each esp32 microcontroller connects to each other to form a mesh network. They select a root node according to the signal strength of the router, and then the root node connects to the router so that the entire mesh network can be connected to the Internet. When the root a node goes down or when the network is too bad, they re-elect the root node to realize the network self-organization. When the user uses the access control card to access the device, if the device is a child node of the network, the device sends access information to the root node, and the root node uses the HTTP protocol to send access information to the server using the GET method, and then the server processes the information on access and sends the result. Feedback to the root node, the root node will send feedback results to child nodes. If the device being accessed is the root node, send an HTTP request directly to get the HTTP feedback result.

2. User management system

In the user management system, we have developed a web page to verify the administrator's identity and manage user information (only the registration and deletion functions are available at the moment), when using it, the ESP32 microcontroller and the terminal device need to be in the same local network. Access to the web -page by accessing the IP address of the microcontroller through the network.

3. Cloud server

In the cloud server, we used PHP language to develop an internal processing program. In the program, we process data from the ESP32-WiFi-Mesh network and data from the user management system and give feedback. The program is responsible for processing data in the database on the server Add, change functions, delete and query.

3 Project results

3.1 User management system

When showing the program, we will start with the user management system, and the administrator login is shown in Figure 4.

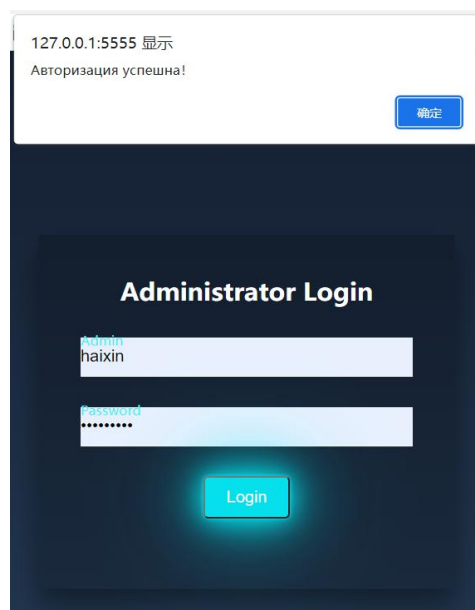


Figure 4 - Administrator Login

After successful login, you will be taken to the user management page, as shown in Figure 5, we will show the process of creating a user.

The figure consists of two side-by-side screenshots of a user management interface. The left screenshot shows a form with the following fields: Name (Дун Бо), UserNumber (8TM01007), Position (Student), Telephone (89293727966), Email (2473669002@qq.com), and RFIDMAC (57:201:226:40). Below the fields are 'CREATE' and 'DELETE' buttons. The right screenshot shows the same form, but with the 'CREATE' button highlighted and a red message 'Создано успешно!' (Created successfully!) displayed below the buttons.

Figure 5 - User successfully created

User data in MYSQL is shown in Figure 6.

userid	name	usernumber	authority	telephone	email	rfidmac	createdtime
12	Дун Бо	8TM01007	5	89293727966	2473669002@qq.com	57:201:226:40	2022-05-25 05:00:53

Figure 6 - User data in the database

When deleting information, you only need to provide RFID card information to the card reader, and after clicking the delete button, the corresponding user information will be deleted.

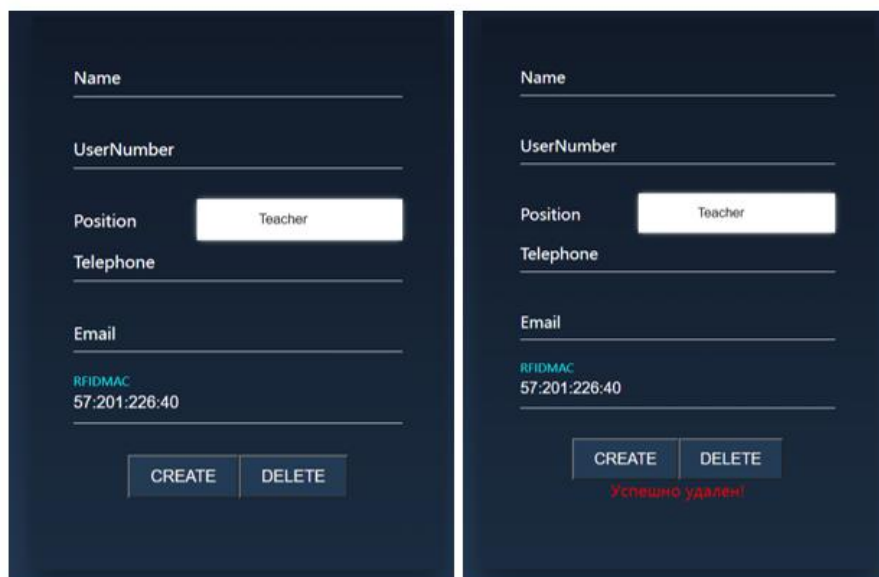


Figure 7 - Demonstration of the delete function

3.2 ESP32 WiFi Mesh Network

For the test, we used two esp32 development boards to form a small mesh network when they were connected to a power supply. They start the election of the root node.

```

I (1802) mesh_main: <MESH_EVENT_MESH_STARTED>ID:77:77:77:77:77
I (1802) mesh_main: mesh starts successfully, heap:164608, root not fixed<0>(tree), ps:1
I (5712) mesh: [S1]HUAWEI P40 Bo, 42:71:e0:ab:a8:37, channel:1, rssi:-44
I (5712) mesh: find router:[ssid_len:13]HUAWEI P40 Bo, rssi:-44, 42:71:e0:ab:a8:37(encrypted), new channel:1, old channel:0
I (5712) mesh: [FIND][ch:0]AP:13, otherID:0, MAP:0, idle:0, candidate:0, root:0[42:71:e0:ab:a8:37]router found
I (5722) mesh: [FIND:1]find a network, channel:1, cfg<channel:0, router:HUAWEI P40 Bo, 00:00:00:00:00:00>
I (5732) wifi:mode : sta (3c:61:05:2f:cb:30) + softAP (3c:61:05:2f:cb:31)
W (5742) wifi:<MESH AP>adjust channel:1, secondary channel offset:1(40U)
I (5752) wifi:Total power save buffer number: 16
I (5732) mesh_main: <MESH_EVENT_FIND_NETWORK>new channel:1, router BSSID:00:00:00:00:00:00
I (6062) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found
I (6062) mesh: 6896[SCAN]init rc[ttl:127/votes:2][3c:61:05:17:0f:fd,-46]
I (6072) mesh: 1368, vote myself, router rssi:-41 > voted rc_rssi:-46
I (6082) mesh: [SCAN:1/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-41], self[3c:61:05:2f:cb:30,-41,reason:0,votes:1,idle][mine:1,voter:2(0.50)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]
I (6392) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<
I (6392) mesh: [SCAN:2/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-41], self[3c:61:05:2f:cb:30,-42,reason:0,votes:1,idle][mine:1,voter:2(0.50)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]
  
```

Figure 8 - Election root node

After successfully connecting to the network, the root node will be connected to the Internet.

```

I (8942) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MAP:1, idle:1, candidate:1, root:0, topMAP:0[c:0,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (8942) mesh: [SCAN:10/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-47], self[3c:61:05:2f:cb:30,-43,reason:0,votes:2,idle][mine:2,voter:2(1.00)percent:1.00]
[128,2,3c:61:05:2f:cb:31]
I (8952) mesh: [scan]new scanning time:600ms, beacon interval:300ms
I (8972) mesh: [DONE]connect to router:HUAWEI P40 B0, channel:1, rssi:-43, 42:71:e0:ab:a8:37[layer:0, assoc:0], my_vote_num:2/voter_num:2, rc[
3c:61:05:2f:cb:31/-47/1]

```

Выбор корневого узла завершен

Figure 9 - Root Node Selection Completed

3.2.1 Testing Access Control Functions

When we use an RFID card to access a device, if the device is the root node, the result is displayed as follows:

```

write!
http://www.dongbtest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
receive from 3c:61:05:2f:cb:30 request of http: http://www.dongbtest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
read!
I (1955252) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
I (1955262) mesh_main: HTTP_GET Status = 200, content_length = 1
I (1955262) mesh_main: 31
I (1955262) mesh_main: we get the request is:1

I (1955262) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
I (1959192) mesh_main: http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
write!
http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
receive from 3c:61:05:2f:cb:30 request of http: http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
read!
W (1959642) wifi:<ba-add>idx:1 (ifx:0, 42:71:e0:ab:a8:37), tid:1, ssn:10, winSize:64
I (1960092) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
I (1960092) mesh_main: HTTP_GET Status = 200, content_length = 1
I (1960102) mesh_main: 30
I (1960102) mesh_main: we get the request is:0

I (1960102) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED

```

Figure 10 - Checking the results of the root node device

When we access the root node device using the RFID card registered in the system and the unregistered RFID card, we get the result shown in Fig. 10.

```

I (55015) mesh_main: http://www.dongbtest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
write!
http://www.dongbtest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
receive from 3c:61:05:17:0f:fc request of http: 1
read!
I (58295) mesh_main: http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
write!
http://www.dongbtest.site/?tag=218:224:237:117&roomid=1
receive from 3c:61:05:17:0f:fc request of http: 0
read!

```

Fig 11 - Checking the results of the child node device

When we use the RFID card registered in the system and the unregistered RFID card to access the child node device, we get the result shown in Figure 11.

3.2.1 Self-healing mesh networks

After we power off the root node, the mesh network will re-elect the root node. In the test, the process of re-electing the root node will take about one minute, and the result is shown in Figure 12.

```
I (420415) mesh: 2004<arm>parent monitor, my layer:2(cap:6)(node), interval:362119ms, retries:3<>
W (423345) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (433175) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (442965) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (446675) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (455905) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (469115) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (482325) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (502295) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
W (525635) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0
I (525815) mesh: 5117<assoc>parent layer:1, channel:1, rssi:-58, assoc:1, rssi threshold<-78,-82,-85>
W (530175) wifi:(->sleep)busy, waked:1, dream:0, sleep:0

I (5997835) mesh_main: <MESH_EVENT_NETWORK_STATE>is rootless:1
I (5997835) mesh: 5201[healing]looking for a new parent, [L:2]try layer:1[revote][scan]
I (598445) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MWP:0, idle:0, candidate:1, root:0, topMWP:0[c:2,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (598445) mesh: 1330[SCAN]init rc[3c:61:05:2f:cb:31,-45], mine:0, voter:0
I (598455) mesh: 1368, vote myself, router rssi:-45 > voted rc rssi:-128
I (598455) mesh: [SCAN:1/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-45], self[3c:61:05:2f:cb:30,-45,reason:2,votes:1,idle][mine:1,voter:1(1.00)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]

I (599075) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MWP:0, idle:0, candidate:1, root:0, topMWP:0[c:2,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (599075) mesh: 1330[SCAN]init rc[3c:61:05:2f:cb:31,-46], mine:0, voter:0
I (599085) mesh: [SCAN:2/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-45], self[3c:61:05:2f:cb:30,-46,reason:2,votes:1,idle][mine:1,voter:1(1.00)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]

I (599705) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MWP:0, idle:0, candidate:1, root:0, topMWP:0[c:2,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (599705) mesh: 1330[SCAN]init rc[3c:61:05:2f:cb:31,-46], mine:0, voter:0
I (599705) mesh: [SCAN:3/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-45], self[3c:61:05:2f:cb:30,-46,reason:2,votes:1,idle][mine:1,voter:1(1.00)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]
```

Figure 12 - Self-healing mesh networks

```
I (604075) mesh: [SCAN][ch:1]AP:4, other(ID:0, RD:0), MWP:0, idle:0, candidate:1, root:0, topMWP:0[c:2,i:1][42:71:e0:ab:a8:37]router found<>
I (604075) mesh: 1330[SCAN]init rc[3c:61:05:2f:cb:31,-45], mine:0, voter:0
I (604085) mesh: [SCAN:10/10]rc[128][3c:61:05:2f:cb:31,-44], self[3c:61:05:2f:cb:30,-45,reason:2,votes:1,idle][mine:1,voter:1(1.00)percent:1.00][128,1,3c:61:05:2f:cb:31]

I (604095) mesh: [DONE]connect to router:HJAMEI P40 8o, channel:1, rssi:-62, 42:71:e0:ab:a8:37[layer:0, assoc:0], my_vote_num:1/voter_num:1, r
c[3c:61:05:2f:cb:31/-44/2]
I (604105) wifi:new:<1,1>, old:<1,0>, ap:<1,1>, sta:<1,0>, prof:1
I (605035) wifi:state: init -> auth (b0)
I (605055) wifi:state: auth -> assoc (0)
I (605065) wifi:state: assoc -> run (10)
I (605085) wifi:connected with HJAMEI P40 8o, aid = 11, channel 1, Bw20, bssid = 42:71:e0:ab:a8:37
I (605085) wifi:security: WPA2-PSK, phy: bgn, rssi: -45
I (605095) wifi:Set ps type: 0

I (605105) mesh: <mv>write layer:1
I (605105) mesh: <flush>upstream packets, connections(max):6, waiting:0, upQ:0
I (605115) mesh_main: <MESH_EVENT_TODS_REACHABLE>state:0
I (605115) mesh: <flush>root
I (605115) mesh: [TXQ]<max:128>up(0, be:0), down(0, be:0), mgmt:0, xon(req:0, rsp:0), bcast:0, wnd(2, parent:3c:61:05:17:0f:fd)
I (605125) mesh: [RXQ]<max:128 = cfg:128 + extra:0>self:0, <max:128 = cfg:128 + extra:0>tods:0
I (605175) wifi:pm start, type: 0

I (605275) wifi:AP's beacon interval = 102400 us, DTIM period = 2
I (605705) esp_netif handlers: sta ip: 192.168.43.163, mask: 255.255.255.0, gw: 192.168.43.1
I (605705) mesh_main: <IP_EVENT_STA_GOT_IP>IP:192.168.43.163
W (653175) wifi:sta-add:idx:0 (ifx:0, 42:71:e0:ab:a8:37), tid:0, ssn:13, winSize:64
I (895605) mesh_main: http://www.dongbttest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
write!
http://www.dongbttest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
receive from 3c:61:05:2f:cb:30 request of http://www.dongbttest.site/?tag=57:201:226:40&roomid=1
read!
I (896645) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
I (896645) mesh_main: HTTP GET Status = 200, content_length = 1
I (896655) mesh_main: 31
I (896655) mesh_main: we get the request is:1
I (896655) mesh_main: HTTP_EVENT_DISCONNECTED
```

Figure 13 - Self-healing mesh networks

After the mesh network self-heals, the child node becomes the root node.

Приложение Б (обязательное)

сеть esp-mesh, реализованная с помощью инструмента esp-idf

```
#include "rc522.h"...

#define MAX_HTTP_RECV_BUFFER 512
#define MAX_HTTP_OUTPUT_BUFFER 2048

#define BOOL int
#define TRUE 1
#define FALSE 0

#define RX_SIZE (1500)
#define TX_SIZE (1460)

#define CONFIG_MESH_ROUTER_SSID "HUAWEI P40 Bo"
#define CONFIG_MESH_ROUTER_PASSWD "12345678"

static const char *MESH_TAG = "mesh_main";
static const uint8_t MESH_ID[6] = { 0x77, 0x77, 0x77, 0x77, 0x77, 0x77};
static uint8_t tx_buf[TX_SIZE] = { 0, };
static uint8_t rx_buf[RX_SIZE] = { 0, };
static bool is_running = true;
static bool is_mesh_connected = false;
static mesh_addr_t mesh_parent_addr;
static int mesh_layer = -1;
static esp_netif_t *netif_sta = NULL;
const char* roomid = "1";
BOOL meshWork=FALSE;
BOOL toSlef=FALSE;

struct tagRFID
{
    int tag[5];
    char *url;
};
struct writeData
{
    uint8_t *addr;
    char* url;
};

esp_err_t _http_event_handler(esp_http_client_event_t *evt);
static void task1(void* par);
```

```

static char* http_rest_with_url(char* toUrl);
void espwrite(char *mess,uint8_t toAddr[6]);
void tag_handler(uint8_t* sn) {

    if(meshWork){
        char url[200] = "";
        sprintf(url,"http://www.dongbtest.site/?tag=%d:%d:%d:%d&roomid=%s",sn[0],sn[1],sn[2],sn[3],roomid);
        if(esp_mesh_is_root()){
            toSlef=TRUE;
        }
        espwrite(url,NULL);
    }
}

void espwrite(char *mess,uint8_t toAddr[6])
{
    esp_err_t err;
    mesh_addr_t route_table[50];
    int route_table_size = 0;
    mesh_data_t data;
    data.data = tx_buf;
    data.size = sizeof(tx_buf);
    data.proto = MESH_PROTO_BIN;
    data.tos = MESH_TOS_P2P;
    esp_mesh_get_routing_table((mesh_addr_t *) &route_table,
                               50 * 6, &route_table_size);
    memcpy(tx_buf, (uint8_t *)mess, strlen(mess)+1);
    if(!esp_mesh_is_root() || toAddr==NULL){
        err = esp_mesh_send(NULL, &data, 0, NULL, 0);
    }else if(toAddr!=NULL){
        err = esp_mesh_send(toAddr, &data, MESH_DATA_P2P, NULL, 0);
    }
}

void espread(void *arg)
{
    int recv_count = 0;
    esp_err_t err;
    mesh_addr_t from;
    int send_count = 0;
    mesh_data_t data;
    int flag = 0;
    data.data = rx_buf;
    data.size = RX_SIZE;
    is_running = true;
}

```

```

while (is_running) {
    data.size = RX_SIZE;
    err = esp_mesh_recv(&from, &data, portMAX_DELAY, &flag, NULL, 0);
    if(esp_mesh_is_root() && err==ESP_OK){
        struct writeData d1={&from.addr,(char*)data.data};
        xTaskCreate(task1, "task", 10*1024, &d1, 5, NULL);
    }
}
vTaskDelete(NULL);
}
esp_err_t esp_mesh_comm_p2p_start(void)...
//Mesh event handler
void mesh_event_handler(void *arg, esp_event_base_t event_base,
                        int32_t event_id, void *event_data)...
//ip event handler
void ip_event_handler(void *arg, esp_event_base_t event_base,
                     int32_t event_id, void *event_data)...
void app_main(void)
{
    ESP_ERROR_CHECK(nvs_flash_init());
    /* tcpip initialization */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_netif_init());
    /* event initialization */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_event_loop_create_default());
    /* create network interfaces for mesh (only station instance saved for further manipulation, soft AP instance
ignored */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_netif_create_default_wifi_mesh_netifs(&netif_sta, NULL));
    /* wifi initialization */
    wifi_init_config_t config = WIFI_INIT_CONFIG_DEFAULT();
    ESP_ERROR_CHECK(esp_wifi_init(&config));
    ESP_ERROR_CHECK(esp_event_handler_register(IP_EVENT, IP_EVENT_STA_GOT_IP, &ip_event_handler, NULL));
    ESP_ERROR_CHECK(esp_wifi_set_storage(WIFI_STORAGE_FLASH));
    ESP_ERROR_CHECK(esp_wifi_start());
    /* mesh initialization */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_init());
    ESP_ERROR_CHECK(esp_event_handler_register(MESH_EVENT, ESP_EVENT_ANY_ID, &mesh_event_handler, NULL));
    /* set mesh topology */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_topology(CONFIG_MESH_TOPOLOGY));
    /* set mesh max layer according to the topology */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_max_layer(CONFIG_MESH_MAX_LAYER));
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_vote_percentage(1));
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_xon_qsize(128));
    const rc522_start_args_t start_args = {
        .miso_io = 19,
        .mosi_io = 23,

```



```

        .sck_io   = 18,
        .sda_io   = 21,
        .callback = &tag_handler,
    };
    rc522_start(start_args);
#ifdef CONFIG_MESH_ENABLE_PS
    /* Enable mesh PS function */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_enable_ps());
    /* better to increase the associate expired time, if a small duty cycle is set. */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_ap_assoc_expire(60));
    /* better to increase the announce interval to avoid too much management traffic, if a small duty cycle is
set. */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_announce_interval(600, 3300));
#else
    /* Disable mesh PS function */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_disable_ps());
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_ap_assoc_expire(10));
#endif

    mesh_cfg_t cfg = MESH_INIT_CONFIG_DEFAULT();
    /* mesh ID */
    memcpy((uint8_t *) &cfg.mesh_id, MESH_ID, 6);
    /* router */
    cfg.channel = CONFIG_MESH_CHANNEL;
    cfg.router.ssid_len = strlen(CONFIG_MESH_ROUTER_SSID);
    memcpy((uint8_t *) &cfg.router.ssid, CONFIG_MESH_ROUTER_SSID, cfg.router.ssid_len);
    memcpy((uint8_t *) &cfg.router.password, CONFIG_MESH_ROUTER_PASSWD,
        strlen(CONFIG_MESH_ROUTER_PASSWD));
    /* mesh softAP */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_ap_authmode(CONFIG_MESH_AP_AUTHMODE));
    cfg.mesh_ap.max_connection = CONFIG_MESH_AP_CONNECTIONS;
    cfg.mesh_ap.nonmesh_max_connection = CONFIG_MESH_NON_MESH_AP_CONNECTIONS;
    memcpy((uint8_t *) &cfg.mesh_ap.password, CONFIG_MESH_AP_PASSWD,
        strlen(CONFIG_MESH_AP_PASSWD));
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_config(&cfg));
    /* mesh start */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_start());
#ifdef CONFIG_MESH_ENABLE_PS
    /* set the device active duty cycle. (default:10, MESH_PS_DEVICE_DUTY_REQUEST) */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_active_duty_cycle(CONFIG_MESH_PS_DEV_DUTY, CONFIG_MESH_PS_DEV_DUTY_TYPE));
    /* set the network active duty cycle. (default:10, -1, MESH_PS_NETWORK_DUTY_APPLIED_ENTIRE) */
    ESP_ERROR_CHECK(esp_mesh_set_network_duty_cycle(CONFIG_MESH_PS_NWK_DUTY,
CONFIG_MESH_PS_NWK_DUTY_DURATION, CONFIG_MESH_PS_NWK_DUTY_RULE));
#endif

    ESP_LOGI(MESH_TAG, "mesh starts successfully, heap:%d, %s<%d>%s, ps:%d\n",
esp_get_minimum_free_heap_size(),
        esp_mesh_is_root_fixed() ? "root fixed" : "root not fixed",

```

```

        esp_mesh_get_topology(), esp_mesh_get_topology() ? "(chain)": "(tree)", esp_mesh_is_ps_enabled());
    }
    esp_err_t _http_event_handler(esp_http_client_event_t *evt)...
    static char* http_rest_with_url(char* toUrl)
    {
        char local_response_buffer[MAX_HTTP_OUTPUT_BUFFER] = {0};
        /**
         * NOTE: All the configuration parameters for http_client must be specified either in URL or as host and path
parameters.
         * If host and path parameters are not set, query parameter will be ignored. In such cases,
         * query parameter should be specified in URL.
         * If URL as well as host and path parameters are specified, values of host and path will be considered.
         */
        esp_http_client_config_t config = {
            .method=HTTP_METHOD_GET,
            .url = toUrl,
            .event_handler = _http_event_handler,
            .user_data = local_response_buffer, // Pass address of local buffer to get response
        };
        esp_http_client_handle_t client = esp_http_client_init(&config);
        esp_err_t err = esp_http_client_perform(client);
        if (err == ESP_OK) {
            ESP_LOGI(MESH_TAG, "HTTP GET Status = %d, content_length = %d",
                esp_http_client_get_status_code(client),
                esp_http_client_get_content_length(client));
        } else {
            ESP_LOGE(MESH_TAG, "HTTP GET request failed: %s", esp_err_to_name(err));
        }
        char* result=(char*)local_response_buffer;
        esp_http_client_cleanup(client);
        return result;
    }
    static void task1(void* par)
    {
        struct writeData *d;
        d=(struct writeData*)par;
        char* result;
        result=http_rest_with_url((*d).url);
        if(toS1ef){
            toS1ef=FALSE;
        }else{
            espwrite(result,(*d).addr);
        }
        vTaskDelete(NULL);
    }
}

```

Приложение В (обязательное)

Обработчик доступа PHP

```
<?php

//Установите соответствующие заголовки HTTP
header('Access-Control-Allow-Origin:');
header("Cache-Control: no-cache, private");
header("Connection: Keep-Alive");
header("Content-length: 1");

//Разрешение на доступ к базе данных
$dbhost = "localhost";
$dbuser = "****";
$dbpass = "****";
$dbname = 'acs';
$conn = mysqli_connect($dbhost, $dbuser, $dbpass);
//Ошибка подключения к базе данных
if(! $conn ){
    echo 2;
    die();
}
mysqli_query($conn , "set names utf8");
mysqli_select_db( $conn, $dbname );
/*Данные, полученные методом POST, получены из системы управления пользователями,
а данные, полученные методом GET, получены от HTTP-клиента сети WiFi-Mesh ESP32.
*/

if( $_SERVER['REQUEST_METHOD'] == 'POST'){
    if($_POST["mode"]=="login"){
        $admin=$_POST["adm"];
        $password=$_POST["pwd"];
        $sql="SELECT user name,password FROM administrator WHERE user name='{ $admin}' and
password='{ $password}'";
        $result = mysqli_query($conn, $sql);
        if (mysqli_num_rows($result) > 0){
            echo 1;
        }else{
            echo 0;
        }
        mysqli_close($conn);
    }else if($_POST["mode"]=="create"){
```

```

/*
    create это режим регистрации
    create Информация о новой карте может быть записана
    Данные, добавленные в базу данных,:name id telephone email position rfidmac
*/

$sql="SELECT userid FROM user WHERE rfidmac='{$_POST["rfidmac"]}";
$result = mysqli_query($conn, $sql);
if (mysqli_num_rows($result) > 0){
    echo 0;
}else{
    $authority;
    if($_POST["position"]=="teacher"){
        $authority = 9;
    }else{
        $authority = 5;
    }
    $sql="INSERT INTO user (name,usernumber,authority,telephone,email,rfidmac)
    VALUES
    ('{$_POST["name"]}','{$_POST["usernumber"]}','{$authority}','{$_POST["telephone"]}','{$_POST["e
    mail"]}','{$_POST["rfidmac"]}');
    if(mysqli_query($conn, $sql)){
        //Вставить данные успешно
        echo 1;
    }else{
        //Не удалось вставить данные
        echo 0;
    }
}
mysqli_close($conn);
}else if($_POST["mode"]=="delete"){
//режим удаления
$sql="DELETE FROM user WHERE rfidmac='{$_POST["rfidmac"]}";
if(mysqli_query($conn, $sql)){
    //Данные успешно удалены
    echo 1;
}else{
    //Не удалось удалить данные
    echo 0;
}
}
}else if( $_SERVER['REQUEST_METHOD'] == 'GET'){
    $tag = $_GET['tag'];

```

```

$roomid = $_GET['roomid'];
$sql = "SELECT userid ,authority FROM user WHERE rfidmac='{ $tag}'";
$retval = mysqli_query( $conn, $sql );
if( ! $retval ){
    echo 2;
    mysqli_close($conn);
    die();
}
if(mysqli_num_rows($retval)<=0){
    echo 0;
    mysqli_close($conn);
    die();
}
//Определить, может ли разрешение посетителя получить доступ к комнате
$row = mysqli_fetch_array($retval, MYSQLI_ASSOC);
$authorityUser = $row['authority'];
$userid = $row['userid'];
$sql = "SELECT accessauthority FROM room WHERE roomid='{ $roomid}'";
$retval = mysqli_query( $conn, $sql );
if( ! $retval ){
    echo 2;
    mysqli_close($conn);
    die();
}
if(mysqli_num_rows($retval)<=0){
    echo 0;
    mysqli_close($conn);
    die();
}
$row = mysqli_fetch_array($retval, MYSQLI_ASSOC);
$authorityRoom = $row['accessauthority'];

if($authorityRoom<=$authorityUser){
    //Добавить запись доступа
    echo 1;
    $sql = "INSERT INTO accessrecord (userid,roomid)
VALUES ('{$userid}','{$roomid}')";
    $retval = mysqli_query( $conn, $sql );
    if( ! $retval ){
        //не удалось добавить
        echo 2;
    }
}

```

```
        }else{
            echo 0;
        }
        mysqli_close($conn);
    }
?>
```