

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ЭВМ
_____ Г.И. Радченко
«__» _____ 2020 г.

Программно-аппаратный комплекс для системы доступа в организацию с
последующим контролем перемещения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Руководитель работы,
к.т.н., доцент каф. ЭВМ
_____ П.О. Шабуров
«__» _____ 2020 г.

Автор работы,
студент группы КЭ-405
_____ В.А. Полонский
«__» _____ 2020 г.

Нормоконтролёр,
ст. преп. каф. ЭВМ
_____ С.В. Сяськов
«__» _____ 2020 г.

Челябинск-2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу бакалавра
студенту группы КЭ-405
Полонскому Вячеславу Александровичу
обучающемуся по направлению
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Тема работы: «Программно-аппаратный комплекс для системы доступа в организацию с последующим контролем перемещения» утверждена приказом по университету от 24 апреля 2020 г. №627

- 1. Срок сдачи студентом законченной работы:** 1 июня 2020 г.
- 2. Исходные данные к работе:** статьи, книги, техническое задание.
 - Никитин, В.В. Существующие системы аутентификации и идентификации пользователей: основные проблемы и направления их модернизации / В.В. Никитин // Вестник московского университета МВД России – 2014. – №2 – С.165–172;
 - Ethernet модуль ENC28J60;
 - RFID модуль RC-522;
 - микроконтроллер ESP32;
 - сервер на PHP7.2 и система управления базой данных PostgreSQL9.5.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов:

- рассмотрение существующих решений контроля рабочего времени сотрудников организации с учетом их передвижения по зданию;
- анализ современных бесконтактных технологий, обеспечивающих определение человека;
- разработка собственного программно-аппаратного комплекса для реализации масштабируемых научных вычислений;
- оценка работоспособности разработанного программного комплекса в различных режимах и внешних условиях.

4. Дата выдачи задания: 1 декабря 2019 г.

Руководитель работы _____ /*П.О. Шабуров* /

Студент _____ /*В.А. Полонский* /

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Этап	Срок сдачи	Подпись руководителя
Введение и обзор литературы	01.03.2020	
Разработка модели, проектирование	01.04.2020	
Реализация системы	01.05.2020	
Тестирование, отладка, эксперименты	15.05.2020	
Компоновка текста работы и сдача на нормоконтроль	24.05.2020	
Подготовка презентации и доклада	30.05.2020	

Руководитель работы _____ /П.О. Шабуров/

Студент _____ /В.А. Полонский/

Аннотация

В.А. Полонский. Программно-аппаратный комплекс для системы доступа в организацию с последующим контролем перемещения. – Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ВШЭКН; 2020, 108 с., 40 ил., библиогр. список – 20 наим.

В рамках выпускной квалификационной работы производится детальный анализ современных систем учета рабочего времени. Организуется разработка программно-аппаратного комплекса для решения проблемы контролирования перемещения сотрудников с использованием RFID технологии с работой на частоте 13,56МГц. Обосновывается выбор тех или иных технологий, помогающих достижению цели. Доказывается способность предлагаемой архитектуры к обеспечению успешного цикла решения задач определенного класса.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Аннотация	5
ВВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	11
1.1 ОБЗОР АНАЛОГОВ	12
1.1.1 СУРВ от компании Tibbo	12
1.1.2 СКУД Esmart	14
1.1.3 RFID-система мониторинга перемещения персонала и контроля рабочего времени от СМАРТ Системы	15
1.2 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	17
1.2.1 Выбор технологии распознавания	17
1.2.2 Выбор технологии передачи данных	19
1.2.3 Выбор микроконтроллера	19
1.3. ВЫВОД	20
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ	21
2.1 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	22
2.2 НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	24
2.2.1 Конструктивные требования	24
2.2.2 Требования к обработке информации	24
2.2.3 Требования к серверу	25
2.2.4 Требования к RFID меткам	25
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ	26
3.1 АРХИТЕКТУРА ПРЕДЛАГАЕМОГО РЕШЕНИЯ	26
3.1.1 АРХИТЕКТУРА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ	27
3.1.2 АРХИТЕКТУРА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ	28
3.1.3 АРХИТЕКТУРА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ	29

3.2. АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ.....	30
3.3. ОПИСАНИЕ ДАННЫХ.....	34
4 РЕАЛИЗАЦИЯ	40
4.1 РЕАЛИЗАЦИЯ МАКЕТА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ.....	40
4.1.1 Микроконтроллер ESP32 DEVKIT V1	40
4.1.2 Плата считывателя RFID-RC522	41
4.1.3 Ethernet контроллер ENC28J60.....	44
4.1.4 Фоторезистор GL5528	45
4.1.5 Сборка макета.....	46
4.1.6 Устройство администратора	48
4.2 РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ	49
4.3 РЕАЛИЗАЦИЯ КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ.....	50
4.3.1 Программное обеспечение для администратора	51
4.3.2 Программное обеспечение для составления отчетов	57
5. ТЕСТИРОВАНИЕ	64
5.1. МЕТОДОЛОГИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ	64
5.2. ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ТЕСТИРОВАНИЯ	64
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Часто на предприятиях и других организациях возникает вопрос о контроле сотрудников: систематические опоздания, уход с работы ранее положенного времени, «разговоры у кулера» и прочие способы уклонения от рабочих обязанностей. Но при приеме сотрудника в штат руководство ожидает другого и не собирается платить деньги за нерабочие дела.

Особенно проблема дисциплины труда актуальна в деятельности государственных учреждений, в обязанности которых входит решение задач в интересах общества и защита прав граждан, а также самого государства. Работники в таких организациях являются представителями государства, а, значит, для поддержания статуса правительства кадры должны быть профессиональными и не нарушать трудовой распорядок. Дисциплина труда не складывается без какого-либо контроля.

По данным социологических опросов, наиболее типичные нарушения трудовой дисциплины связаны с нарушениями трудового распорядка (80 %), из которых большая часть приходится на опоздания (около 60 %). Решение личных вопросов в ходе рабочего дня составляет (5 %); затраты времени на походы в магазин, частые и продолжительные перекуры, разговоры по телефону на посторонние темы, использование компьютера в личных целях отнимают около 3 % рабочего времени; отсутствие на рабочем месте в положенное время и прогулы – примерно 4%; несвоевременный приход и преждевременный уход с работы с разрешения руководства – около 1,5 % [1].

Исходя из приведенных данных, видно, что не все сотрудники добросовестно исполняют трудовые обязанности. За ними требуется контроль: приход/уход, перемещения, длительность отсутствия на рабочем месте и подобное.

Как этого добиться? Стоит начать с определения способа контроля. Например, организовать некоторую информационную систему с контрольно-пропускным режимом, которая будет отслеживать перемещения работников по зданию организации, включить в нее все помещения, коридоры.

Необходимо проводить отслеживание перемещений сотрудников по зданию в рабочие часы, тем самым контролируя трудовой распорядок и занятость работника. Осуществлять это можно различными способами. На рынке множество разнообразных систем учета рабочего времени, но почти все они обладают рядом недостатков: передача карт другим сотрудникам, путаница между выбором режимов приход/уход, скопление большого количества персонала на проходных.

Целью данной выпускной работы является построение такого программно-аппаратного комплекса, который будет наблюдать за перемещениями сотрудников, выяснять на рабочем ли месте находится человек, а также собирать полученные данные в статистику, которая поможет в формировании различного рода отчетов. По выбранной технологии необходимо построить некоторое аппаратное средство, которое распознает передвижения и отправляет данные на сервер. Последний, в свою очередь, принимает и обрабатывает пришедшую информацию и записывает всё в базу данных. В качестве интерфейса для конечного пользователя предлагается ПО для создания требуемых отчетов, а также для работы с базой данных

Для получения результата необходимо выполнить следующие задачи:

1. Выполнить анализ рынка и рассмотреть коммерческие предложения, предлагаемые компаниями для полноценного или частичного решения поставленной проблемы.

2. Провести анализ технологий, позволяющих построить собственный программно-аппаратный комплекс, решающий максимально приближенно поставленную задачу.
3. Разработать архитектуру проекта с учетом серверной, аппаратной и пользовательской частей.
4. Провести анализ работоспособности полученного программно-аппаратного комплекса в различных условиях, максимально приближенных к реальным.
5. Провести анализ полученных результатов, при выявлении каких-либо недостатков - попытаться исправить.

Структура данной выпускной работы следующая:

1. Анализ предметной области

Подразумевает под собой анализ уже представленных решений и технологий на рынке технологий, решающие полностью или частично поставленную проблему.

2. Определение требований

Необходимо выделить функциональные и конструктивные требования к программно-аппаратному комплексу.

3. Проектирование.

Провести проектирование всех модулей разрабатываемой системы: аппаратные средства, серверное ПО, пользовательский интерфейс

4. Реализация системы.

5. Тестирование

Провести разностороннее тестирование полученного комплекса для выяснения уязвимостей и их устранения.

6. Заключение

Подведение итогов о проделанной работе.

1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Автоматизированный учет рабочего времени в компании весьма полезен для кадровых служб предприятий, поскольку он помогает более эффективно управлять персоналом и расходами на оплату труда. Использование полученных данных в бухгалтерских расчетах поможет составить и скорректировать таблицу учета рабочего времени по каждому рабочему, что скажется на зарплатах каждого сотрудника. Служба безопасности предприятия будет знать о присутствии конкретного сотрудника на рабочем месте или в офисе компании.

По данным на май 2019 года ВЦИОМ, около трети (29%) россиян сообщили, что курят [2]. В среднем курящий выкуривает около 1 пачки сигарет (порядка 20 сигарет) в день. В сравнении, в 2018 процент составлял 30%, а в 2017 – 32% [3], причем количество выкуриваемых сигарет остается примерно на одном уровне. «В среднем курильщики ежедневно тратят 1,5–2 часа рабочего времени на дурную привычку» [4]. При пятидневной 40 часовой рабочей недели, сотрудник тратит около 9 часов, а в месяц – около 36. Таким образом, сотрудник проводит значительную часть рабочего времени на перекурах вместо работы.

Существует еще один вид нарушения распорядка рабочего времени – опоздания. Опоздания также не всегда контролируются работодателем, в следствии чего при систематических нарушениях сотрудник проводит не малое количество времени вне своего рабочего места.

Для улучшения эффективности работы необходимо контролировать перемещения сотрудников, чтобы, к примеру, можно было рассчитать длительность нахождения сотрудника на рабочем месте и учитывать эти данные в распределении заработной платы.

1.1 ОБЗОР АНАЛОГОВ

На сегодняшний день рынок наполнен различными СКУД системами, но при подробном рассмотрении каждой становится ясно, что ни одна из них не решает проблему полностью.

1.1.1 СУРВ от компании Tibbo

Компания описывает следующий принцип действия своей системы: при считывании карты на терминале происходит первичная обработка данных, а после они отправляются на сервер, который «отвечает за аналитику, хранение истории, формирование отчетов, эскалацию тревог и управляющих воздействий» [5]. Схема системы представлена на рисунок 1.1.1.1.

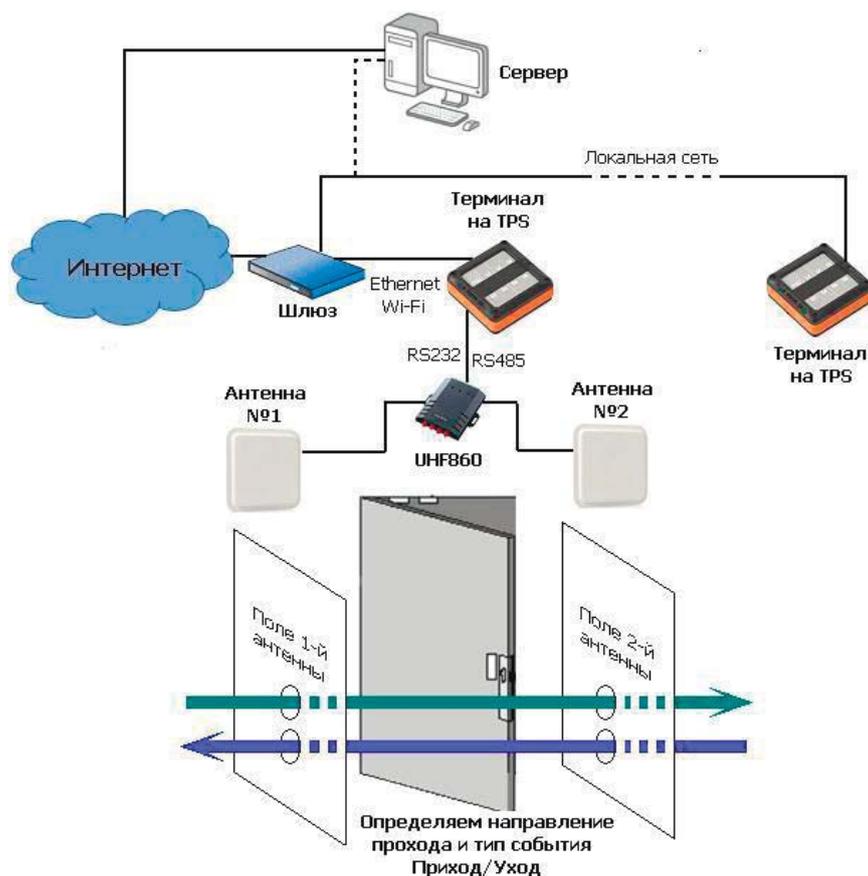


Рисунок 1.1.1.1 – Схема СУРВ от компании Tibbo

Считыватель ставится на вход в предприятие с двух сторон от двери, что дает возможность определять события прихода/ухода. Аппаратная часть системы представлена контроллером, который выполнен в виде терминала. В момент прикладывания карты происходит считывание данных, которые проходят первичную обработку. На этом этапе происходит определение уровня доступа, и система решает впускать сотрудника или нет. Далее данные пересылаются на сервер и отправляются в журнал событий.

Производители данной системы обещают гибкость системы, так как существует возможность использования различных технологий: NFC, RFID, считыватель с магнитной полосой или штрих-кодом. Также система может быть передела для мест со «сквозным» проходом, т.е. там, где высокая плотность потока сотрудников, а любое действие тормозит людей.

Для передачи данных на сервер используется технология Ethernet, что дает использование системы в филиалах в удаленных друг от друга точках. Такая возможность позволяет объединить несколько зданий в одну сеть, даже если они находятся в разных городах. За счет этого не придется иметь сервер в каждом филиале и форматировать базу данных снова и снова во многих отделениях организации.

В систему можно загрузить расписание всех сотрудников. Тогда при считывании карты сотрудника будет проходить проверка рабочего времени и корректного местонахождения: должен ли работник находиться здесь в данный момент времени или это нарушение трудового распорядка.

Также компания предлагает инструментарий, позволяющий формировать отчеты различного рода: посещаемость, активность за день, контроль рабочего времени и многие другие.

Казалось бы, система решает поставленную цель – осталось купить и больше нет проблемы. Но для начала необходимо рассмотреть недостатки.

Единственное место, где предлагается устанавливать считыватель – вход в организацию. Таким образом, отсутствует контроль перемещения по зданию, что усложняет сбор статистики по расположению сотрудника в различные моменты времени.

При установке в «сквозных» проходных используется RFID технология с частотой диапазона UHF, особенность которой – высокая дальность считывания, что может привести к ошибочному считыванию, соответственно, ошибочной идентификации. Также оборудование для работы в этом диапазоне сравнительно дороже, к примеру, подобного для диапазона HF.

1.1.2 СКУД Esmart

Устройство данного производителя выполнено в виде небольшой коробочки, устанавливаемой возле двери на входе в помещение (рисунок 1.1.2.1). Данная разработка ориентирована больше на взаимодействие со смартфонами [6].

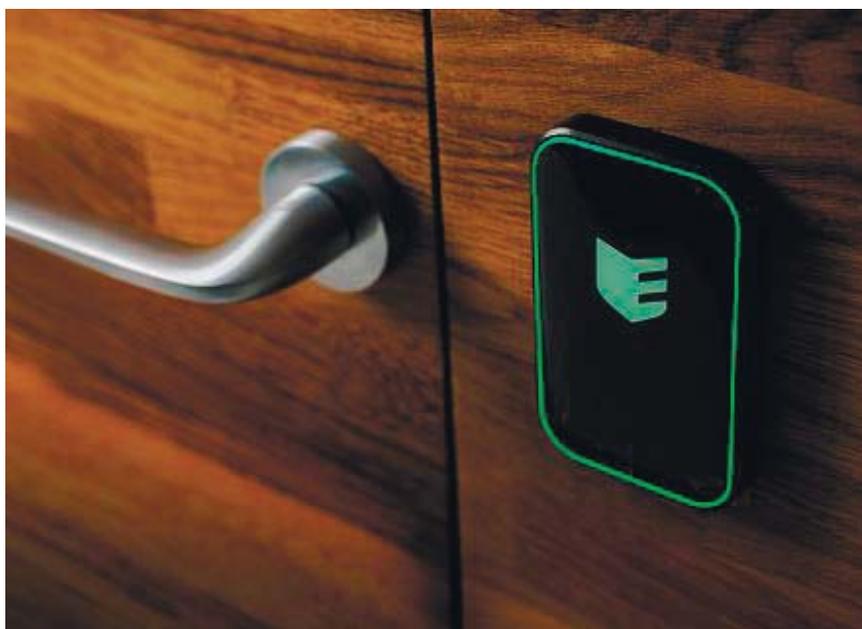


Рисунок 1.1.2.1 – Конструктивное представление считывателя СКУД

Esmart

Принцип действия прост: через специальное приложение происходит связь смартфона и считывателя. Если доступ данному человеку разрешен, то дверь разблокируется. Связь смартфон-считыватель осуществляется по 2м технологиям: NFC либо BLE. Кроме виртуального идентификатора могут применяться и физические – различные карты и брелоки. Считыватель поддерживает технологии шифрования AES.

Безусловно, система удобна, но не в реалиях поставленной ранее цели. Использование такого форм-фактора в совокупности с NFC неизбежно приводит к задержке проходящих людей, так как из-за короткого радиуса действия (до 7см) требуется какое-то время на поднесение телефона/карточки к считывателю и процесс открывания двери. Применение BLE означает радиус считывания до 10м. При таком расстоянии и плотном потоке людей наиболее вероятно возникновение ошибки идентификации.

Также в данной СКУД отсутствует журналирование событий для сохранения истории перемещений и доступов в те или иные помещения. Поэтому отсутствует система отчетов передвижения и активности сотрудников.

1.1.3 RFID-система мониторинга перемещения персонала и контроля рабочего времени от СМАРТ Системы

Данная система представлена в виде: RFID-метки у сотрудника и считывателя, находящегося в помещении. Принцип ее действия следующий: в помещении устанавливается RFID-считыватель (или несколько) с радиусом действия, покрывающим всю комнату (см. рисунок 1.1.3.1). При попадании сотрудника в поле действия считывателя передается UID метки и данные о местоположении передаются на сервер и далее в базу данных.

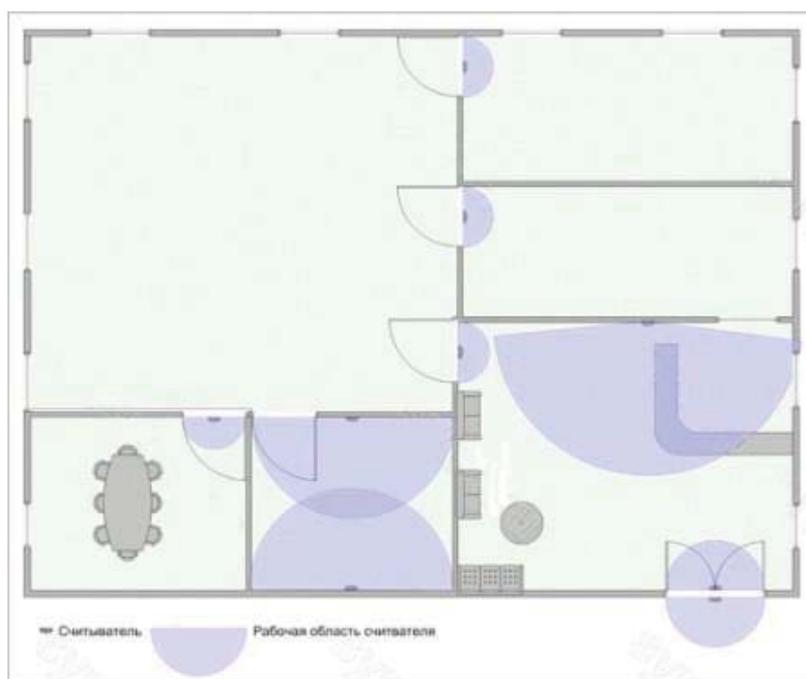


Рисунок 1.1.3.1 – Структура расположения считывателей системы от
СМАРТ Системы

Заявленный функционал схож с первой системой из п. 1.1.1:

- контроль рабочего времени персонала;
- контроль местоположения сотрудников;
- контроль нахождения сотрудников на рабочем месте;
- решение задач по обеспечению безопасности на объекте;
- управление доступом в помещения на предприятии.

Выглядит как то, что необходимо для решения поставленной задачи, но данная разработка не учитывает, что в помещение возможно проходить без RFID метки, таким образом оставаясь невидимым для считывателя и системы в целом.

1.2 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

1.2.1 Выбор технологии распознавания

Для выбора способа распознавания сведем достоинства и недостатки в таблицу некоторых наиболее популярных технологий.

Таблица 1.2.1.1 – сравнение различных технологий идентификации

Вид идентификации	Состав	Используемые методы	Недостатки
Отпечаток пальца [8]	Сканирующее устройство, ПО	Температурный метод получения изображения в сочетании с протяжным сканированием; Оптическое протяжное сканирование	Низкая чувствительность температурного метода; Зависимость от внешних факторов (чистота пальца, неровное прикладывание); Низкая скорость идентификации.
Bio-Dynamic Signature	Устройство регистрации сигналов, блок обработки	Уникальность ЭКГ данных в качестве биодинамической подписи	Низкая чувствительность; высокая зависимость от внешних факторов; низкая скорость идентификации
Радиочастотная идентификация (RFID), NFC[9]	Считыватель с антенной, радиочастотная метка	Радиочастотное магнитное излучение	Высокая зависимость от внешних факторов, вероятность потери метки
Распознавание лица [10]	Устройство ввода, ПО	Кодирование уникальных черт лица и сравнение с базой	С повышением чувствительности значительно увеличиваются затраты на обработку данных; возможность подмены

Продолжение таблицы 1.2.1.1

Bluetooth [11]	Bluetooth станция, телефон с поддержкой Bluetooth	Беспроводная передача данных между совместимыми устройствами	Ошибочная идентификация в связи с большим радиусом действия (более 5 метров)
Распознавание радужной оболочки [12]	Сканер, ПО, блок доступа	Цифровое кодирование изображения радужной оболочки глаза	Длительное время распознавания

Необходимо выбрать такую технологию, которая будет безошибочно распознавать людей в местах большого потока людей. Учитывая этот факт, отменяются контактные технологии: отпечаток пальца, bio-dynamic signature и распознавание радужной оболочки глаза.

Остались RFID, NFC, Bluetooth. В связи с коротким радиусом действия, NFC также необходимо исключить, т.к. для идентификации необходимо производить дополнительные манипуляции, которые тормозят поток людей. Bluetooth не подходит для решения задачи, так как данная технология имеет большой радиус действия, что приведет к ложным срабатываниям системы и ошибочной идентификации.

В технологии RFID применяется 3 различных частотных диапазона:

– низкие частоты (LF):

125–134 кГц, малое расстояние считывание, которое достигает не более 7см

– высокие частоты (HF):

13,56 МГц, расстояние считывания до 1м в зависимости от мощности считывателя

– ультравысокие частоты (UHF):

860–960МГц, расстояние считывания может достигать 15м.

В случае данной системы будет оптимальным выбор высокочастотного диапазона, так как при низкочастотном диапазоне расстояние считывания очень маленькое, приводящее к лишним действиям, а при ультравысоком слишком больше, что будет приводить к ложным срабатываниям.

1.2.1.1 Выбор технологии передачи данных

Очевидно, что для соединения с сервером необходим интернет, так как реализуется большая сеть с учетом разных филиалов. Для подключения в глобальную сеть необходимо использовать либо Ethernet кабель, либо Wi-Fi. Так как при беспроводной передаче данных существует шанс перехвата трафика, то появляются риски потери конфиденциальных данных, либо атаки на сервер. При выборе проводного подключения такие шансы сводятся к нулю. Но и не стоит совсем отменять технологию беспроводной передачи данных. Будем использовать ее в случаях, если проводное соединение будет недоступно для передачи данных в данный момент.

1.2.2 Выбор микроконтроллера

Рынок предоставляет огромный выбор производителей и моделей для различных задач. Выбор происходил из производителей Arduino, Espressif и STMicroelectronics. По итогу, в рамках учебного проекта, был выбран микроконтроллер ESP32 по следующим причинам:

- оборудован двумя SPI интерфейсами, по которым подключаются Ethernet и RFID модули, чего нельзя сказать о микроконтроллерах Arduino, имеющих 1 SPI интерфейс.
- оборудован встроенным Wi-Fi модулем, который можно использовать как запасной вариант для передачи данных.

- написание программы для этого микроконтроллера идентично написанию программы для микроконтроллера Arduino, что является несомненно большим плюсом при имеющимся опыте разработки на последнем.
- достаточно много различных материалов и другой информации. В связи с поддержкой Arduino (одни из самых популярных микроконтроллеров) поиск ошибок упрощается.

1.3. ВЫВОД

Проведя анализ предметной области становится ясно, что ни одно коммерческое предложение на данный момент не решает задачу в необходимой степени.

Разработка подобного программно-аппаратного комплекса остается актуальной всё то время, пока работодатель теряет деньги и выплачивает сотрудникам за время отдыха сотрудника как за часы плодотворной работы.

Для достижения цели наиболее подходящей технологией оказалась RFID с работой в высокочастотном диапазоне. На сегодняшний день радиочастотная идентификация объектов хорошо развита и обладает сформировавшейся базой стандартов, которая продолжает совершенствоваться. Эта технология стремительно набирает популярность, что мотивирует производителей улучшать различные технологические решения

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ

Для реализации разрабатываемой системы необходим следующий набор компонентов и подсистем:

1. *RFID-модуль* с возможностью чтения RFID-меток до 10 штук в секунду
2. *Микроконтроллер*, обеспечивающий передачу данных со считывателя на сервер через Ethernet подключение, а в случае обрыва проводного соединения – по Wi-Fi.
3. Необходимо обеспечить *контроль прохождения* сотрудника через рамку-считыватель, таким образом убедившись, что произошло неложное распознавание, а человек действительно вошел в помещение.
4. *HTTP-сервер Apache* с веб-интерфейсом в виде набора *PHP-скриптов*. С помощью данных инструментов обеспечивается общее управление системой, создание событий, пересылка данных со считывателя в базу.
5. *PostgreSQL* база данных, обеспечивающая хранение данных о пользователях, заданиях.
6. *Клиентское компьютерное ПО для формирования отчетов* – организация выполнения вычислений за счет ресурсов компьютера пользователя, направленные на запросы к серверу для получения данных и формирования отчетов.
7. *Графический интерфейс клиентского ПО* – настройка и контроль работы клиентского приложения, визуальное отображение вводимых данных, получение результата формирования отчета;
8. *ПО для администратора* – обеспечение доступа к базе данных для работы с таблицами и строками в них.

2.1 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

На примере диаграммы вариантов использования системы, представленной на рисунке 2.1.1, рассмотрим функционал разработки

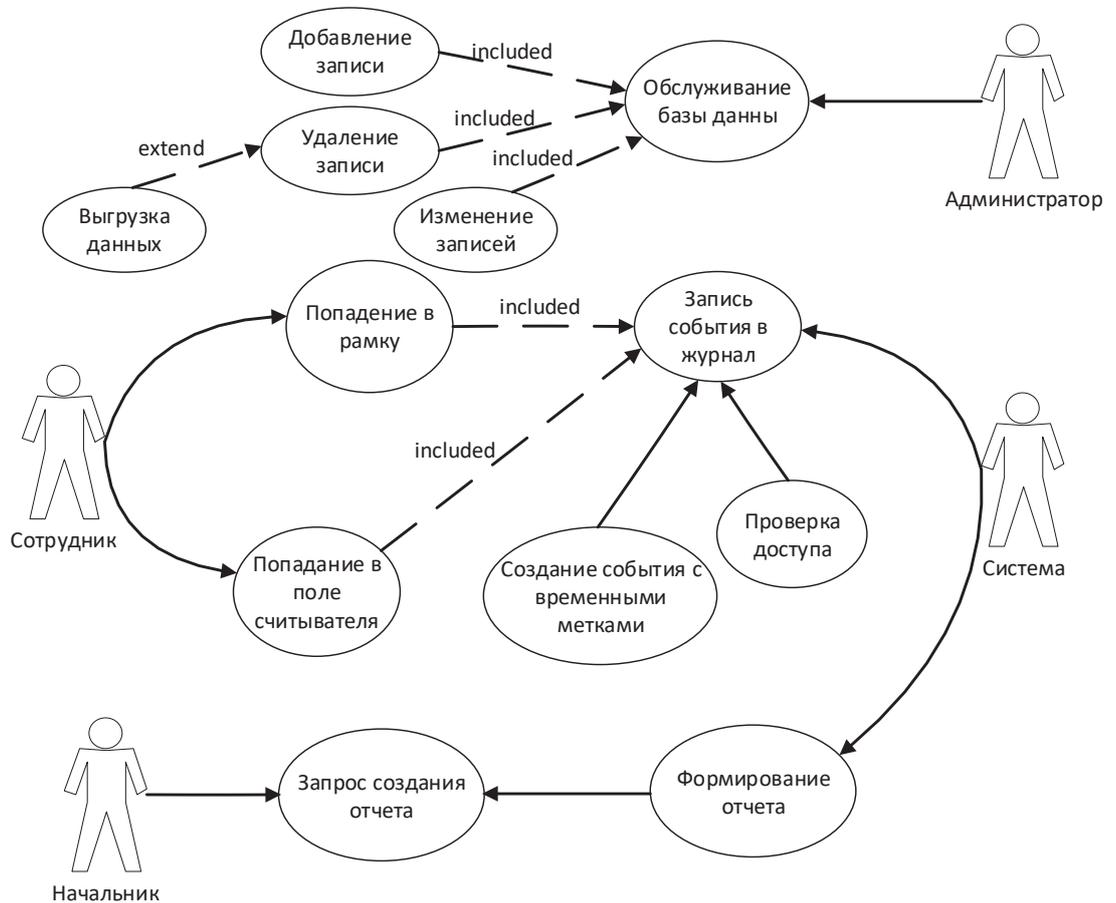


Рисунок 2.1.1 – Диаграмма вариантов использования системы

Таким образом, получается следующий список актеров:

- сотрудник – человек, работающий в организации, выполняющий поручения начальства. В системе имеет уникальный идентификационный номер, который считывается при попадании работника в поле считывателя.

- начальник – должностное лицо, ответственное за организацию рабочего процесса группы сотрудников. Через специальное ПО может запрашивать формирование различного рода отчетов.
- администратор – сотрудник организации, занимающийся обслуживанием базы данных сотрудников (добавляет/удаляет записи, корректирует).
- система – сервер, обрабатывающий запросы пользователей и передающий полученные данные со считывателя в базу данных.

Рассмотрим прецеденты системы.

Сотрудники попадают в область действия считывателя. Микроконтроллер считывает метку в момент прохождения и через Ethernet модуль (или Wi-Fi) передается уникальный идентификатор сотрудника, с пометкой где произошло считывание. На сервере создается событие, которое включает: время, ID сотрудника, указанное место, а также проверяется уровень доступа (разрешено ли находиться здесь рабочему) и указывается соответствующая запись о нарушении.

В течении дня записи собираются в базе данных. Администратор имеет доступ ко всем данным, тем самым осуществляя обслуживание базы. Он может изменить запись или удалить ее из базы совсем. Также администратор может выгрузить историю событий на сервер. В конце дня история выгружается автоматически.

В любой момент начальник или другое должностное лицо, которое имеет доступ, запрашивает формирование требуемого отчета за прошедший период. Необходимые данные, которые берутся из файлов, куда ранее были выгружены записи истории, пересылаются с сервера на компьютер пользователя, где создаётся конечный вид отчета.

2.2 НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.2.1 Конструктивные требования

В разрабатываемой системе должно быть реализовано следующее:

- физический сервер с базой данных, способный поддерживать до 1000 запросов в секунду
- рамка-считыватель, подключенная к серверу, с фиксацией момента прохода и первичным определением уровня допуска
- коридорный считыватель, подключенный к серверу. Имеет большую мощность и расстояние определения в сравнении с рамкой.
- метка с уникальным UID у каждого сотрудника

2.2.2 Требования к обработке информации

Создание различных отчетов и сводок за требуемый период через специальное ПО, либо по расписанию. Виды отчетов:

- отчет о перемещениях одного сотрудника: длительность рабочего времени, длительность отсутствия на рабочем месте, длительность нахождения в конкретном помещении
- отчет о посещаемости конкретного помещения: средняя длительность нахождения одного человека, количество посещений в день
- статистика перемещений: среднее время перехода от одного помещения до другого
- отчет о нарушениях: время, место, вид нарушения и совершившая его личность

2.2.3 Требования к серверу

Сервер, совместно с базой данных, должны обеспечить обработку до тысячи запросов в секунду, так как в организации может работать большое количество людей в различных помещениях. Для корректной работы системы необходимо обеспечить поддержку скоростной передачи данных в базу.

Также необходимо обеспечить хранение на сервере историю событий за определенный промежуток времени (к примеру, срок исковой давности – 3 года).

2.2.4 Требования к RFID меткам

Метки сотрудников изменения в них информации третьими лицами. Это может обеспечиваться путём использования меток только для чтения (read only) или однократно записываемых меток (write once read many). Таким функционалом обеспечены пассивные метки классов 0 и 1 соответственно.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В этом разделе необходимо описать методы реализации ПС или ПТС (со схемами, в частности, структурной, функциональной, принципиальной схемой, схемой соединений, подключений, общей, расположения), используемые математические алгоритмы решения задачи (если они есть) и исследовательскую часть, если она необходима для решения проблемы. Вся информация может быть описана как в одном разделе, так и разбита, например, на нижеприведенные подразделы.

3.1 АРХИТЕКТУРА ПРЕДЛАГАЕМОГО РЕШЕНИЯ

Рассмотрим архитектуру разрабатываемого комплекса. Полностью система состоит из 3х частей (см. рисунок 3.1.1):

- аппаратная часть;
- сервер;
- клиентское ПО.

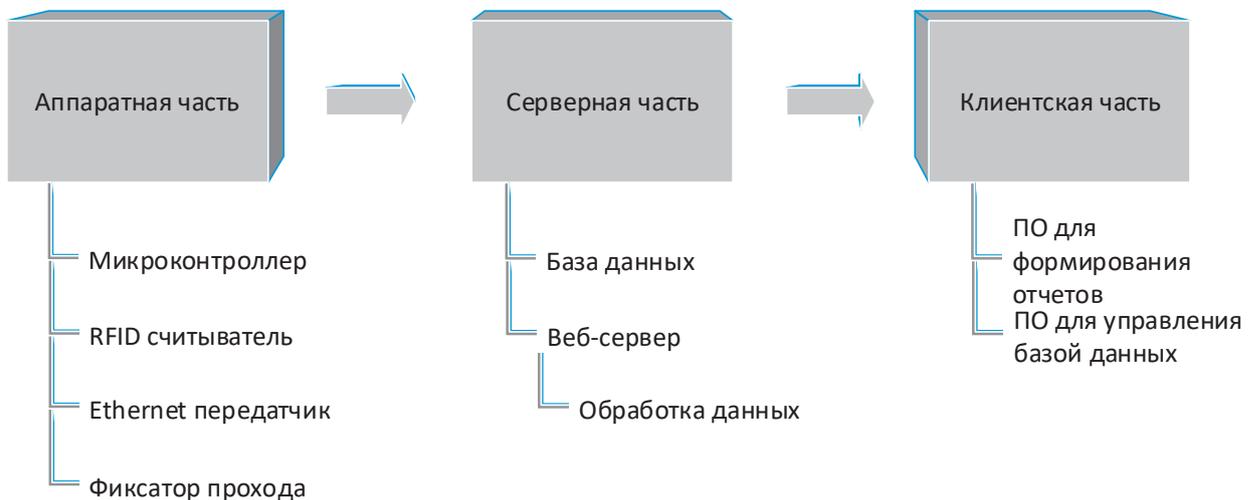


Рисунок 3.1.1 – Структурная схема разрабатываемого комплекса

Рассмотрим каждую часть подробнее.

3.1.1 АРХИТЕКТУРА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ

В данной системе есть 2 категории аппаратной части:

1. Аппаратная часть комплекса непосредственно для работы системы.
2. Аппаратная часть для администратора.

Аппаратная часть комплекса состоит из следующих компонентов (см. структурную схему на рисунок 3.1.1.1):

1. Микроконтроллер.
2. RFID модуль.
3. Ethernet модуль.
4. Wi-Fi модуль.
5. Фиксатор прохода (источник света и фоторезистор).

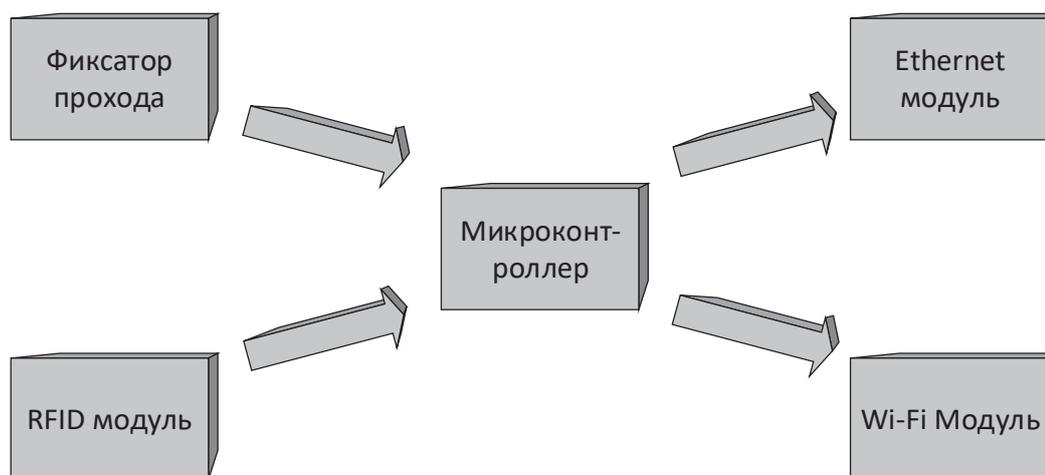


Рисунок 3.1.1.1 – Структурная схема аппаратной части

В момент попадания человека в поле модуля RFID, считывается уникальный идентификатор сотрудника с метки. Также фиксируется момент прохода, в случае если считыватель установлен на дверной проем.

Событие прохода фиксируется следующим образом: поток света, направленный на фоторезистор, изменяет его сопротивление. Из-за этого изменяется уровень сигнала, получаемого на микроконтроллере. Таким образом – изменение принимаемого значения говорит о том, что изменилась интенсивность светового потока, а значит – через дверь кто-то прошел.

В случае, если метка считана и проход зафиксирован (если говорить о исполнении считывателя в виде рамки для дверного проема), то данные передаются по LAN кабелю через Ethernet модуль. Если проводное соединение с сервером не удастся установить, то данные передаются через Wi-Fi (если таковой имеется).

Далее данные проходят обработку на сервере.

Устройство для работы администратора – микроконтроллер с RFID считывателем. Применяется в случаях, когда администратору необходимо добавить нового сотрудника в базу данных и привязать к нему метку или наоборот отвязать метку от сотрудника. Такое устройство подключается к компьютеру по USB соединению.

3.1.2 АРХИТЕКТУРА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ

В серверную часть системы входят:

1. Веб-сервер.
2. Файловый сервер.
3. База данных.

Структурную схему можно увидеть на рисунке 3.1.2.1.

На веб-сервере хранится скрипт для формирования записи для истории из полученных данных и отправления этой записи в базу данных. На файловый сервер выгружается история событий за день автоматически в конце рабочего

дня. Также администратор в течении дня может выгрузить данные из базы через специальное ПО.

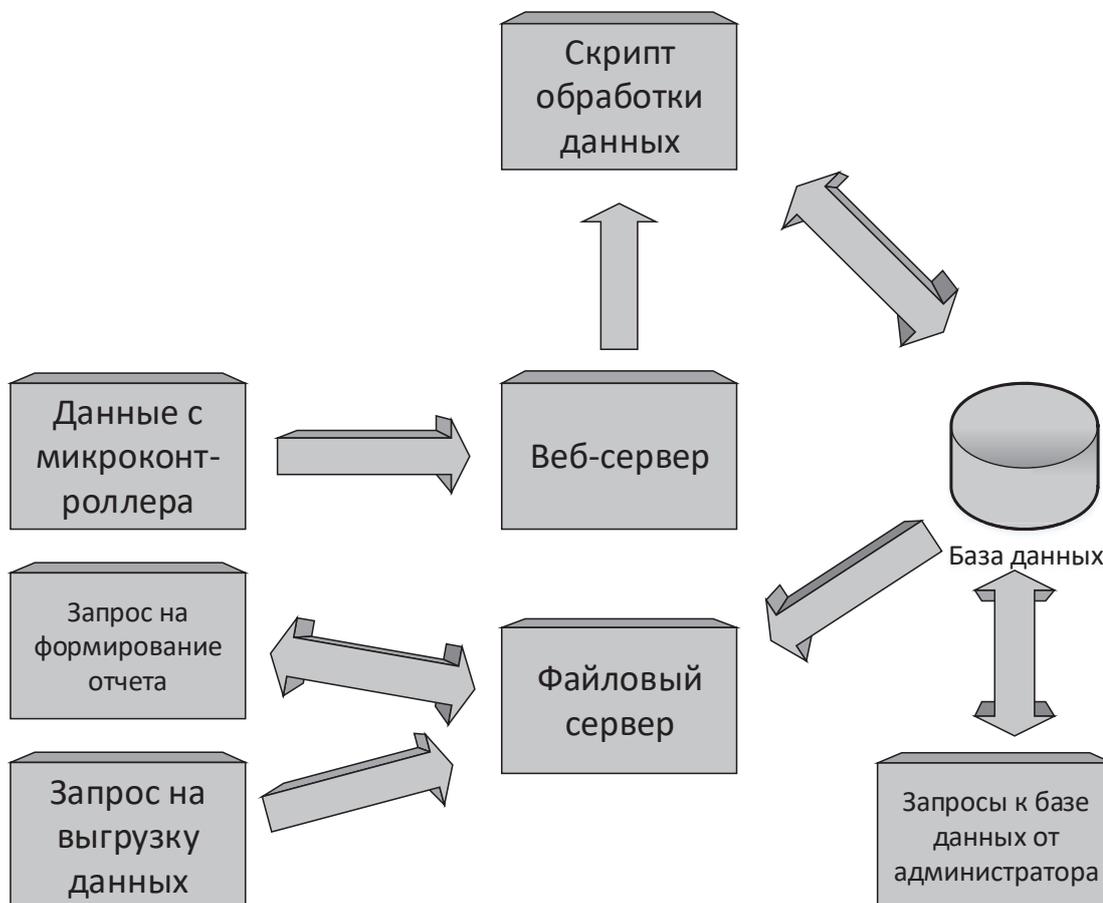


Рисунок 3.1.2.1 – Структурная схема серверной части

3.1.3 АРХИТЕКТУРА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ

Клиентская часть системы включает в себя:

1. ПО для формирования отчета.
2. ПО для управления базой данных.

Структурная схема клиентской части представлена на рисунке 3.1.3.1

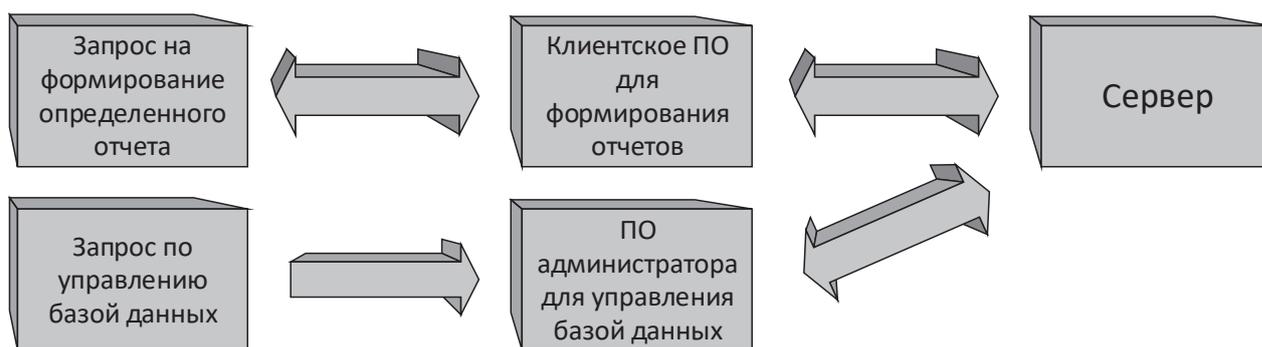


Рисунок 3.1.3.1 – структурная схема клиентской части системы

При необходимости формирования отчета, посылается запрос на сервер, сервер возвращает необходимые данные, после чего окончательный отчет формируется на компьютере пользователя. После формирования отчета, пользователь может его просмотреть, а также сохранить к себе на компьютер.

ПО для администратора позволяет управлять базой данных. Можно выполнять различные запросы как типовые (добавить/удалить сотрудника), так и комплексные, сложные.

3.2. АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

На рисунке 3.2.1 представлена первая часть алгоритма, которым записанным в микроконтроллере. Эта часть описывает запуск и подготовку к работе основной части программы. Сначала инициализируются необходимые интерфейсы, а также устанавливаются настройки Ethernet соединения.

Во второй части, представленной на рисунок 3.2.2, описано установление настроек считывателя для работы по Wi-Fi в случае, если проводное соединение не будет доступно. Здесь же устанавливается ID считывателя.

Третья часть – основная – представлена на рисунке 3.2.3. При попадании метки в поле считывателя, считывается ее UID, а также фиксируется проход через рамку перекрытием потока света на фоторезистор.

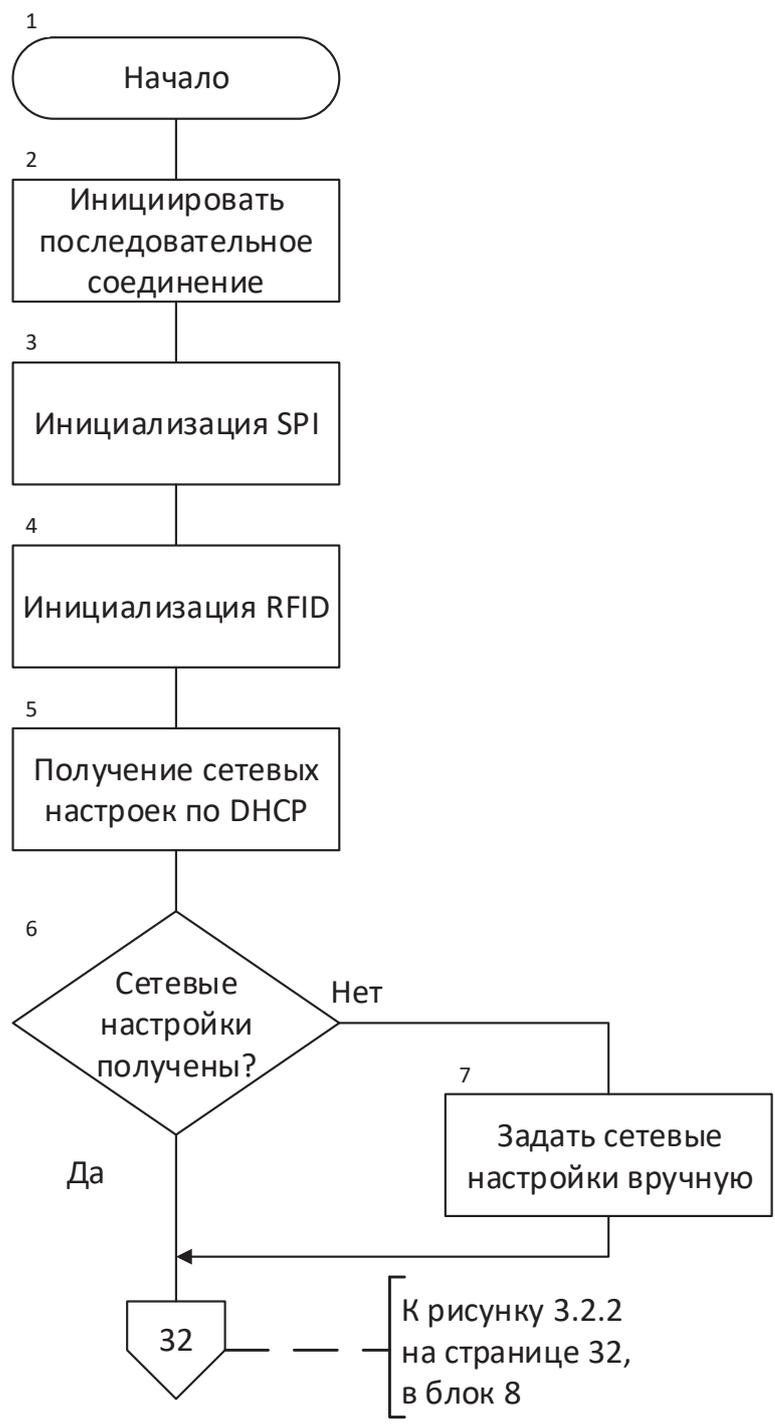


Рисунок 3.2.1 – Первая часть алгоритма работы микроконтроллера

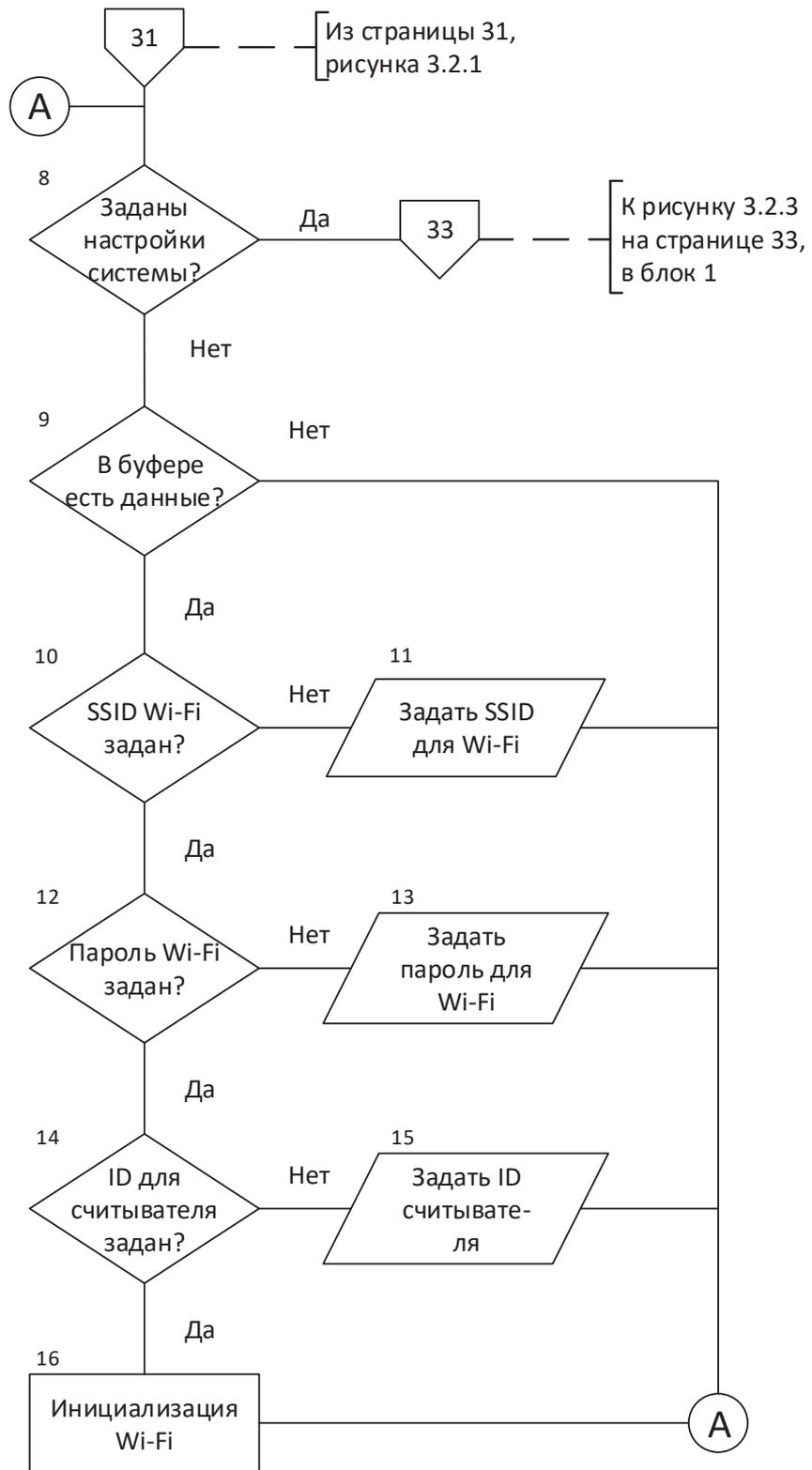


Рисунок 3.2.2 – Вторая часть алгоритма работы микроконтроллера

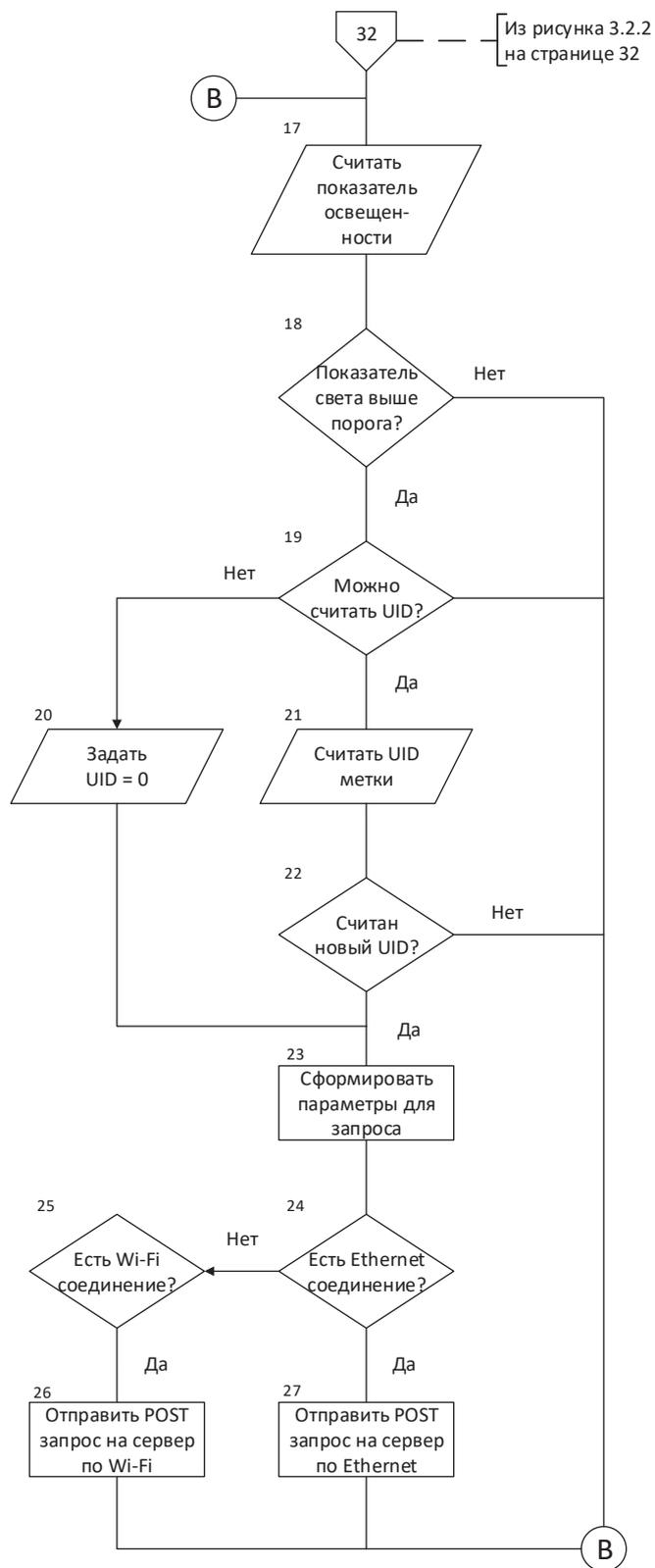


Рисунок 3.2.3 – Третья часть алгоритма работы микроконтроллера

3.3. ОПИСАНИЕ ДАННЫХ

Микроконтроллер отправляет POST запрос на веб-сервер. Этот запрос содержит в себе следующие параметры:

- уникальный идентификатор сотрудника (в случае, если проход зафиксирован, но UID метки не считан, то идентификатор приравнивается к 0);
- ID считывателя. Смысл этого параметра – идентификация не столько самого считывателя, сколько помещения (коридор, комната, вход в организацию и пр.).

Описанные данные получает веб-сервер и передает в скрипт. Происходит обработка данных: определяется тип нарушения (если оно произошло), записывается время события, а также добавляется описание произошедшего события. Все данные заносятся в таблицу *log* базы данных (см. структуру на рисунок 3.3.1).

При выгрузке данных из базы в память сервера строка записи истории имеет следующий формат:

[Время Дата] Violation: Тип Employee: Фамилия Имя Отчество EmpID: UID Reader: Название помещения ReaderID: ID Description: Описание события

Все записи истории выгружаются в файл текущего дня в папку текущего месяца. Если таковых нет, то файлы и каталог создаются. В результате получаем текстовые файлы с набором строк в формате, описанным выше.

Для функционирования системы, как было сказано ранее, используется база данных, которая имеет структуру, обозначенную на рисунке 3.3.1

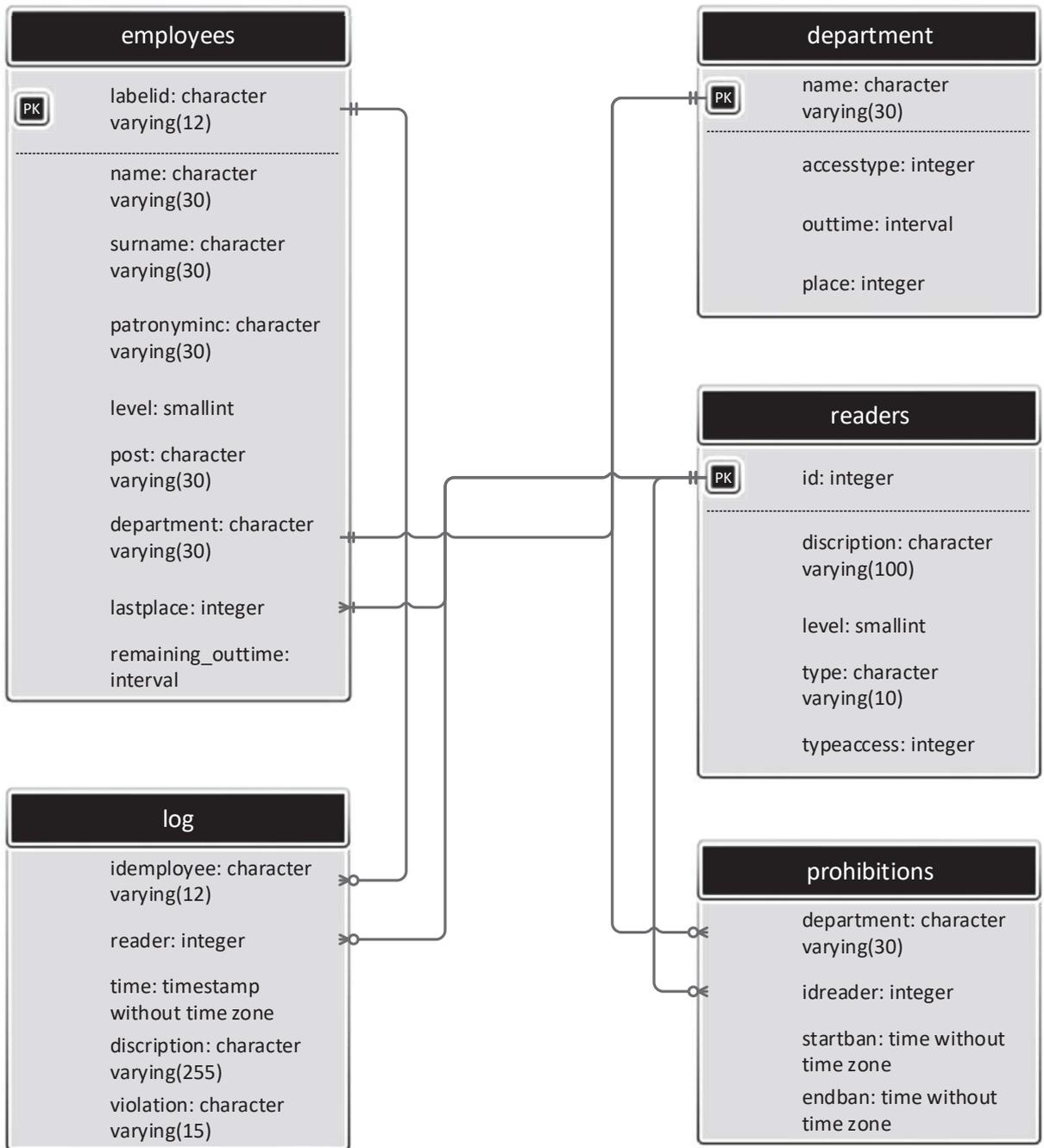


Рисунок 3.3.1 – Структура базы данных

Рассмотрим назначение каждой таблицы базы данных в отдельности, а также опишем назначение и тип данных каждого столбца.

Таблица «employees» предназначена для хранения списка служащих в организации. В ней хранится информация о сотрудниках, привязанность их к отделам, должности и прочее (см. таблицу 3.3.1)

Таблица 3.3.1 – Таблица *employee*

Название столбца	Тип данных	Назначение
labelid (PRIMARY KEY)	character varying	Уникальный идентификатор сотрудника. Обозначает UID метки
name	character varying(30)	Имя сотрудника
surname	character varying(30)	Фамилия сотрудника
patronymic	character varying(30)	Отчество сотрудника (при наличии)
level	smallint	Уровень доступа сотрудника
post	character varying(30)	Должность сотрудника
department	character varying(30)	Отдел сотрудника. Внешний ключ таблицы «department»
lastplace	integer	Последнее местонахождение сотрудника
remaining_outtime	interval	Оставшееся время вне рабочего места для сотрудника

Таблица «readers» (см. таблицу 3.3.2) хранит в себе список всех помещений организации с их уровнем и типом доступов, типом помещения (коридор/комната и пр), а также описание самого помещения.

Таблица 3.3.2 – Таблица *readers*

Название столбца	Тип данных	Назначение
id (<i>PRIMARY KEY</i>)	integer	Уникальный идентификатор помещения
discription	character varying(100)	Описание помещения
level	smallint	Уровень доступа в помещение
type	character varying(10)	Тип помещения
typeaccess	smallint	Тип доступа в помещение

В таблице «department» (см. таблицу 3.3.3) находится список отделов организации. За каждым отделом закреплено конкретное помещение, а также тип доступа в помещения. Также для сотрудников отдела указано время, которое суммарно можно находиться вне своего рабочего места (помещения).

Таблица 3.3.3 – Таблица *department*

Название столбца	Тип данных	Назначение
name (<i>PRIMARY KEY</i>)	character varying(30)	Название отдела
accesstype	integer	Тип разрешенного доступа
outtime	interval	Разрешенное время нахождения вне рабочего места для сотрудников отдела
place	integer	Закрепленное за отделом помещение

Существует таблица временных запретов для сотрудников определенных отделов. Такие запреты описаны в таблице «prohibitions» (см. таблицу 3.3.4). В ней описаны границы (начало и конец) запретов для отдела в определенное помещение.

Таблица 3.3.4 – Таблица *prohibitions*

Название столбца	Тип данных	Назначение
department	character varying(30)	Название отдела. Внешний ключ таблицы «department»
idreader	integer	Помещение для запрета. Внешний ключ таблицы «readers»
startban	time without time zone	Начало временного запрета
endban	time without time zone	Конец временного запрета

Последняя таблица «log» (см. таблицу 3.3.5) в базе данных хранит в себе историю событий за текущий день. В каждой записи содержится информация о: сотруднике, помещении, времени совершения, типе нарушении (если произошло) и описании события.

Таблица 3.3.5 – Таблица *log*

Название столбца	Тип данных	Назначение
idemployee	character varying(12)	Идентификатор сотрудника. Внешний ключ таблицы «employees»
reader	integer	Идентификатор помещения Внешний ключ таблицы «readers»
time	timestamp without time zone	Время события
discription	character varying(255)	Описание события
violation	character varying(15)	Типа нарушения

В случаях, когда за отделом закреплено определенное расписание (к примеру, если система применяется в учебном заведении, то в качестве отделов можно обозначить группы студентов или классы), то дополнительно можно использовать таблицу расписания (см. рисунок 3.3.2 или таблицу 3.3.6). В данной таблице столбец «department» - внешний ключ к первичному ключу таблицы «department».

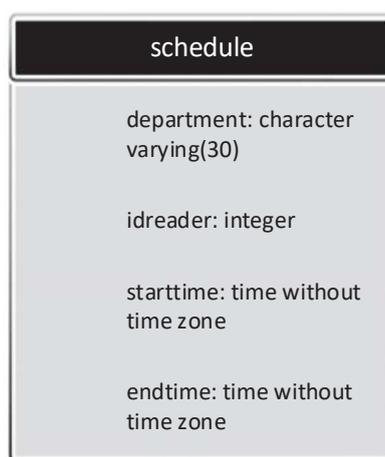


Рисунок 3.3.2 – Структура таблицы расписания

Таблица 3.3.6 – Таблица schedule

Название столбца	Тип данных	Назначение
department	character varying(30)	Название отдела. Внешний ключ таблицы «department»
idreader	integer	Помещение для запрета. Внешний ключ таблицы «readers»
starttime	time without time zone	Начало временного события
endtime	time without time zone	Конец временного события

4 РЕАЛИЗАЦИЯ

4.1 РЕАЛИЗАЦИЯ МАКЕТА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ

В качестве элемента управления аппаратной части был реализован микроконтроллер ESP32 DEVKIT V1. На плате уже имеется Wi-Fi модуль, что облегчает задачу подключения. Для передачи по Ethernet был подключен модуль ENC28J60. В качестве считывателя подключен модуль RFID RC522. Фиксатор прохода – фоторезистор и резистор 10кОм.

4.1.1 Микроконтроллер ESP32 DEVKIT V1

Основой макета выступает плата ESP32 DEVKIT V1 (представлена на рисунок 4.1.1.1). Данное устройство предлагает множество различных интерфейсов для удобной работы [13] (подробно можно рассмотреть в таблице 4.1.1.1). Возможность поддержки данной платой средой разработки Arduino IDE облегчает процесс разработки для тех, кто знаком с платформой Arduino.



Рисунок 4.1.1.1 – Внешний вид платы ESP32 DEVKIT V1

Таблица 4.1.1.1 – Технические характеристики платы ESP32 DEVKIT V1

Параметр	Показатель
Чип	Xtensa® 32-bit LX6 2x160 МГц
Память	520 КБайт SRAM, 448 КБайт ROM
Напряжение питания	2.3-3.6В на ножку 3.3V 5В с USB 5-14В на ножку VIN
АЦП	18 каналов
Интерфейсы	SPIx2 UARTx1 I2Cx1 I2Sx2
Емкостные сенсорные GPIO	10 внутренних сенсорных датчика
ШИМ	16 независимых канала

4.1.2 Плата считывателя RFID-RC522

Считыватель RC522 – периферийное устройство, позволяющее получать данные от меток. Его рабочая частота 13,56 МГц. Она полностью подходит под требуемую. Мощность считывателя мала, поэтому расстояние считывания метки равняется <7см, но это не влияет на работу системы в целом, потому что, установив считыватель с большей мощностью, можно добиться требуемых параметров. Внешний вид платы считывателя представлен на рисунке 4.1.2.1.

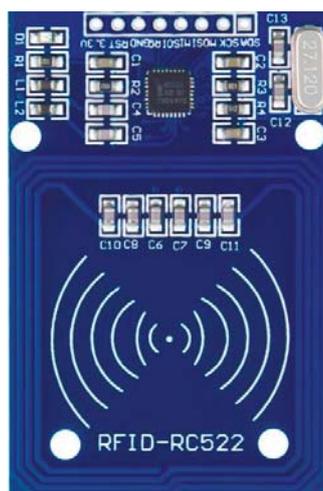


Рисунок 4.1.2.1 – Внешний вид платы считывателя RC522

Работа с метками происходит по стандарту ISO 14443 Type A. Ему соответствуют пластиковые карты Mifare, а также брелоки. Существует версия на русском языке ГОСТ Р ИСО/МЭК 14443 [15]. Карты и брелоки имеют одинаковый рамочный тип антенны (см. рисунки 4.1.2.2 и 4.1.2.3), как и сам модуль. Сигнал модуля воспринимается антенной метки, а также служит источником энергии для чипа.

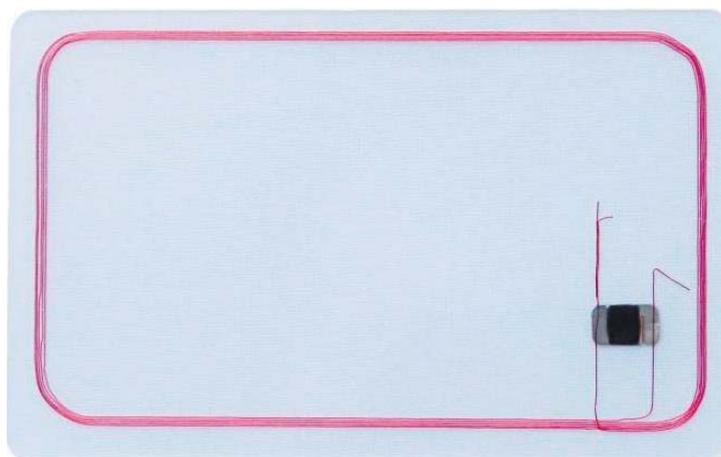


Рисунок 4.1.2.2 – Антенна карты Mifare



Рисунок 4.1.2.3 – Антенна брелока Mifare

Для считывания информации достаточно ненадолго попасть карте в зону регистрации даже при перемещении на большой скорости. Полные характеристики считывателя RC522 [16] представлены в таблице 4.1.2.1.

Таблица 4.1.2.1 – Технические характеристики считывателя RC522

Параметр	Показатель
Напряжение питания	3.3В
Ток потребления	Дежурный режим – 0,08 мА Режим ожидания – 12 мА Обычный режим – не более 26 мА Наибольший 30 мА
Рабочая частота	13.56 МГц
Расстояние считывания	0-60 мм
Сопровождаемые карты	классы S50, S70, Ultralight, Pro, DESFire типы Mifare S50, Mifare S70, Mifare UltraLight, Mifare Pro, Mifare DESfire
Скорость передачи информации	106, 212, 424, 848 кбит/с
Поддерживаемый интерфейс	SPI
Протокол	ISO 14443 A Mifare classic protocol
Шифрование	Security Features Mifare classic

4.1.3 Ethernet контроллер ENC28J60

Этот контроллер (внешний вид см. на рисунок 4.1.3.1) подключается к микроконтроллеру по SPI соединению. Позволяет отправлять различные HTTP запросы на домены вплоть до пересылания HTML страниц. Модуль работает в локальной сети TCP/IP и в сети Internet. Ведущий компонент – микросхема ENC28J60. На плате смонтирована розетка для кабеля сети TCP/IP. Розетка содержит трансформатор, обеспечивающий гальваническую развязку модуля от кабеля TCP/IP и 2 светодиода, свечение которых свидетельствует об обмене данными. Технические характеристики можно увидеть в таблице 4.1.3.1. [17]



Рисунок 4.1.3.1 – Внешний вид модуля ENC28J60

Таблица 4.1.3.1 – Технические характеристики модуля ENC28J60

Параметр	Показатель
Питание	3,14 – 3,45 В максимальный ток 250 мА номинальный ток 170 мА
Дуплекс	Полный и полудуплекс
Тактовая частота SPI	до 25 МГц
Скорость передачи данных	До 10Мбит/с
Доп. параметры	Интегрированный MAC Автоотброс ошибочных пакетов

4.1.4 Фоторезистор GL5528

Данный фоторезистор выступает в роли одного плеча резистивного делителя с 10 кОм резистором. В такой связке их можно использовать как датчик фиксации прохода. Хотя и не совсем корректно использовать фоторезисторы в такой системе из-за их долго нарастания и спада, в учебных и демонстративных целях их можно использовать. Данное упрощение не влияет на результат, так как каждый модуль является абстрактным периферийным устройством. Подробные характеристики можно увидеть в таблице 4.1.4.1 [18].

Таблица 4.1.4.1 – Технические характеристики фоторезистора GL5528

Параметр	Показатель
Световое сопротивление при 10 люкс	10-20 кОм
Темновое сопротивление при 0 люкс	1 МОм
Пик спектра	540 нм
Время нарастания	20мс
Время снижения	30мс

4.1.5 Сборка макета

Для проверки работоспособности был собран макет из вышеописанных компонентов. Схему подключения можно увидеть на рисунке 4.1.5.1 или в таблице 4.1.5.1. Модули RFID и Ethernet были подключены по SPI интерфейсам, которые назначены на контроллере по умолчанию.

SPI (Serial Peripheral Interface – последовательный периферийный интерфейс), предназначение линий подключения следующее [18]:

- MOSI (Master Output / Slave Input). Выход ведущего / вход ведомого. Служит для передачи данных от ведущего устройства к ведомому;
- MISO (Master Input / Slave Output). Вход ведущего / выход ведомого. Служит для передачи данных от ведомого устройства к ведущему;
- SCLK (Serial Clock). Сигнал синхронизации. Служит для передачи тактового сигнала всем ведомым устройствам;
- SS (Slave Select). Выбор ведомого устройства (необходим на случай, если к микроконтроллеру подключается несколько периферийных устройств, использующих этот протокол).

Таблица 4.1.5.1 – Схема подключения модулей макета

Питание	ESP32 DEVKIT V1	ENC28J60	RC522	Фиксатор прохода
–	GPIO14	SCLK	–	–
–	GPIO12	MISO	–	–
–	GPIO13	MOSI	–	–
–	GPIO15	CS	–	–
–	3.3V	–	VCC	–
–	GPIO22	–	RST	–
–	GND	–	GND	–

Продолжение таблицы 4.1.5.1.

–	GPIO19	–	MISO	–
–	GPIO23	–	MOSI	–
–	GPIO18	–	SCK	–
–	GPIO21	–	SDA	–
–	GPIO35	–	–	Фоторезистор Резистор 10кОм
+5V	VIN	VCC	–	Резистор 10кОм
GND	GND	GND	–	Фоторезистор

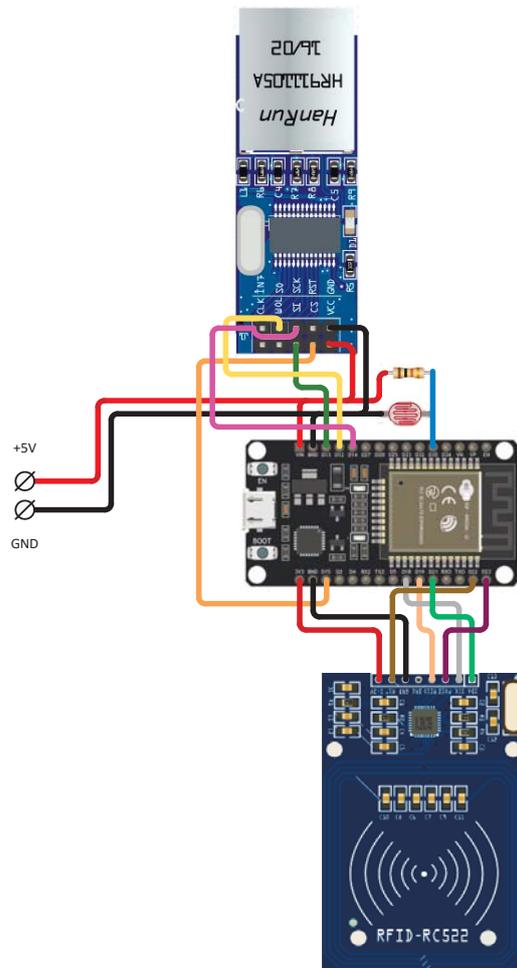


Рисунок 4.1.5.1 – Схема подключения модулей аппаратной части

4.1.6 Устройство администратора

Это устройство предназначено для администратора для чтения UID меток (схему соединений см. на рисунок 4.1.6.1 или таблицу 4.1.6.1). Подключается к компьютеру, запускается программа для работы администратора. В случае, если необходимо добавить сотрудника в базу данных и закрепить за ним метку, то выбирается соответствующий пункт, выбирается COM порт, к которому подключено данное устройство, и подносится метка к считывателю. Аналогично, если необходимо отвязать метку от сотрудника.

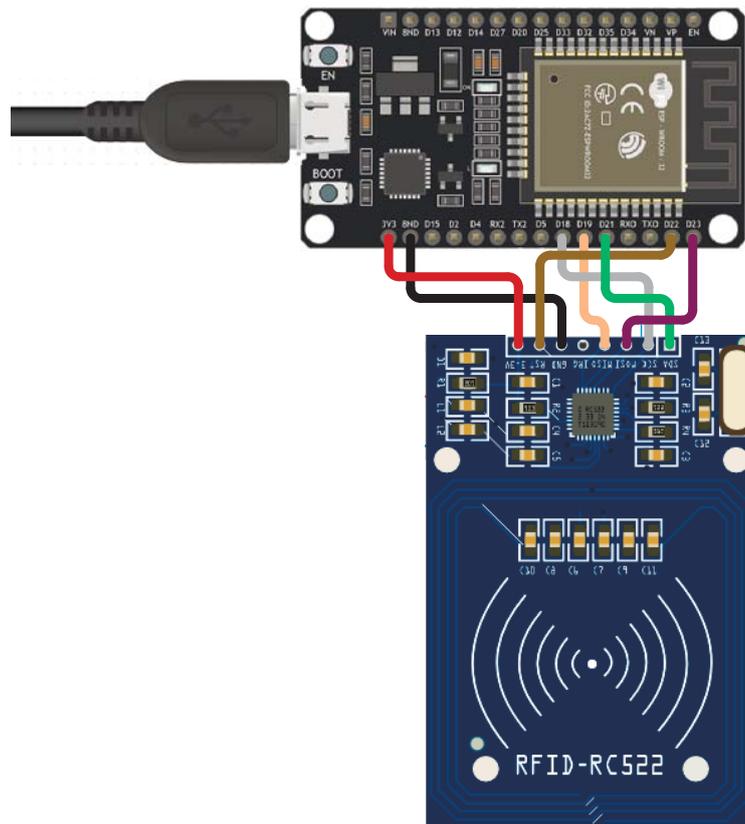


Рисунок 4.1.6.1 – Схема соединений в устройстве для администратора

Таблица 4.1.6.1 – Схема соединений модулей в устройстве администратора

ESP32 DEVKIT V1	RC522
3.3V	VCC
GPIO22	RST
GND	GND
GPIO19	MISO
GPIO23	MOSI
GPIO18	SCK
GPIO21	SDA

4.2 РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ

Серверная часть состоит из веб-сервера, базы данных и файлового сервера.

В качестве реализации базы данных и веб-части системы был использован программный комплекс Open Server [20]. Для этого выделен отдельный логический том, в котором была создана директория «OpenServer», куда и был распакована программная среда. «Программный комплекс имеет богатый набор серверного программного обеспечения, удобный, многофункциональный продуманный интерфейс, обладает мощными возможностями по администрированию и настройке компонентов. Платформа широко используется с целью разработки, отладки и тестирования веб-проектов, а также для предоставления веб-сервисов в локальных сетях». Данный пакет программ имеет большой набор различных компонентов различных версий. При распаковке программного комплекса Open Server все настройки устанавливаются автоматически.

База данных реализована с помощью СУБД PostgreSQL версии 9.5 (подробно о структуре см. в разделе 3.3). Для удобства управления базой использовалась программа PGADMIN3.

Для реализации веб-сервера использовались следующие компоненты:

- Apache версии 2.4;
- PHP версии 7.2.

Был создан домен «site», главная страница которого (файл *index.php*) является рабочим скриптом для обработки данных. Принимает POST запросы с параметрами **employee** и **reader**. Для этого сайта был создан алиас: при обращении со стороннего устройства в локальной сети по IP компьютера происходило перенаправление на страницу сайта. Таким образом созданный домен стал доступен в локальной сети, в которой находится сам сервер.

В качестве файлового сервера использовалась постоянная память компьютера. На нее, в текстовые файлы, происходила выгрузка истории событий за день из базы данных. Далее эти файлы можно использовать для составления отчетов различного рода.

С помощью языка программирования C# для платформы Windows была написана служба, которая автоматически выгружает историю событий из базы данных в файл на файловом сервере. В установленное время служба переносит из базы данных записи о всех событиях, произошедших за день, в текстовый файл (см. в разделе 3.3).

В случае, если система предполагается использоваться в местах, где предусмотрено расписание (к примеру, образовательные учреждения), то можно использовать таблицу «schedule», которая позволяет отслеживать пришел ли человек в нужное место в нужное время, опаздывает ли они как часто пропускает.

4.3 РЕАЛИЗАЦИЯ КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ

Клиентская часть делится на 2 составляющие:

1. Программное обеспечение для администратора.
2. Программное обеспечение для составления отчетов.

Программы реализованы в среде разработки Visual Studio 2015 Community Edition на языке программирования C#.

4.3.1 Программное обеспечение для администратора

Функционал этой программы обеспечен следующим:

- составление типичных запросов (добавить/удалить сотрудника);
- составление сложного (комплексного запроса) управления базой данных (команды select, delete, insert, update);
- выгрузить историю событий за текущий день из базы данных в файл по умолчанию или в выбранный администратором;
- составление запроса в свободной форме;
- справка по структуре базы данных.

При запуске появляется главное окно программы (рисунок 4.3.1.1). Администратору предоставляется выбор какой запрос составить. При выборе того или иного типа запроса становятся активными соответствующие элементы формы (см. рисунок 4.3.1.2). Для того, чтобы добавить сотрудника в базу данных или удалить его и отвязать метку, необходимо подключить специальное устройство по USB (см. раздел 4.1.5), которое заполнит поле *ID метки*. Для этого необходимо выбрать COM порт, к которому подключено устройство, и поднести к считывателю метку. После заполнения всех полей необходимо нажать кнопку «Отправить запрос».

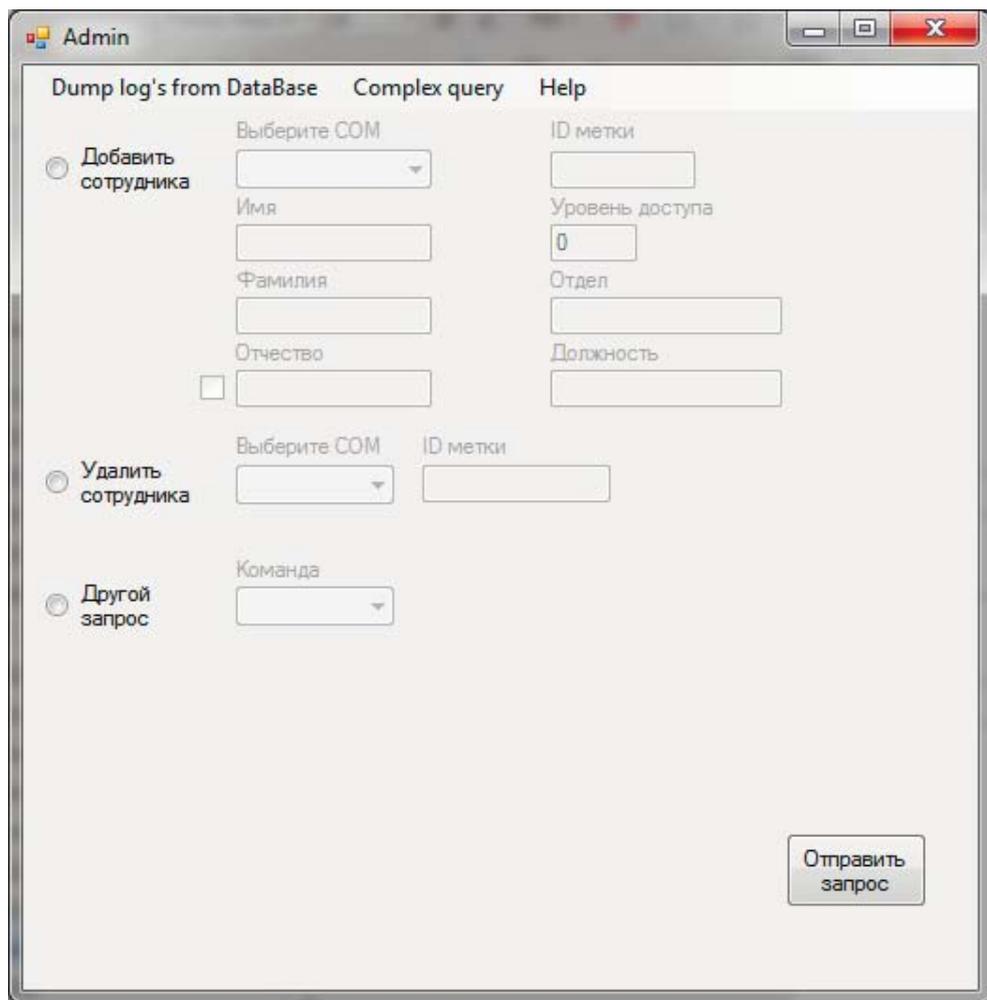


Рисунок 4.3.1.1 – Главное окно программы для администратора

The screenshot shows a web application window titled "Admin" with a menu bar containing "Dump log's from DataBase", "Complex query", and "Help". The main content area features three radio buttons for selecting the type of request:

- Добавить сотрудника**: This option is selected. It includes a dropdown menu for "Выберите COM", and text input fields for "Имя", "Фамилия", and "Отчество". To the right, there are text input fields for "ID метки", "Уровень доступа" (containing the value "0"), "Отдел", and "Должность".
- Удалить сотрудника**: This option is unselected. It includes a dropdown menu for "Выберите COM" and a text input field for "ID метки".
- Другой запрос**: This option is unselected. It includes a dropdown menu for "Команда".

At the bottom right of the form, there is a button labeled "Отправить запрос".

Рисунок 4.3.1.2 – Активация соответствующих типу запроса элементов

В случае, если был отправлен запрос с командой SELECT (рисунок 4.3.1.3), то откроется новое окно (рисунок 4.3.1.4).

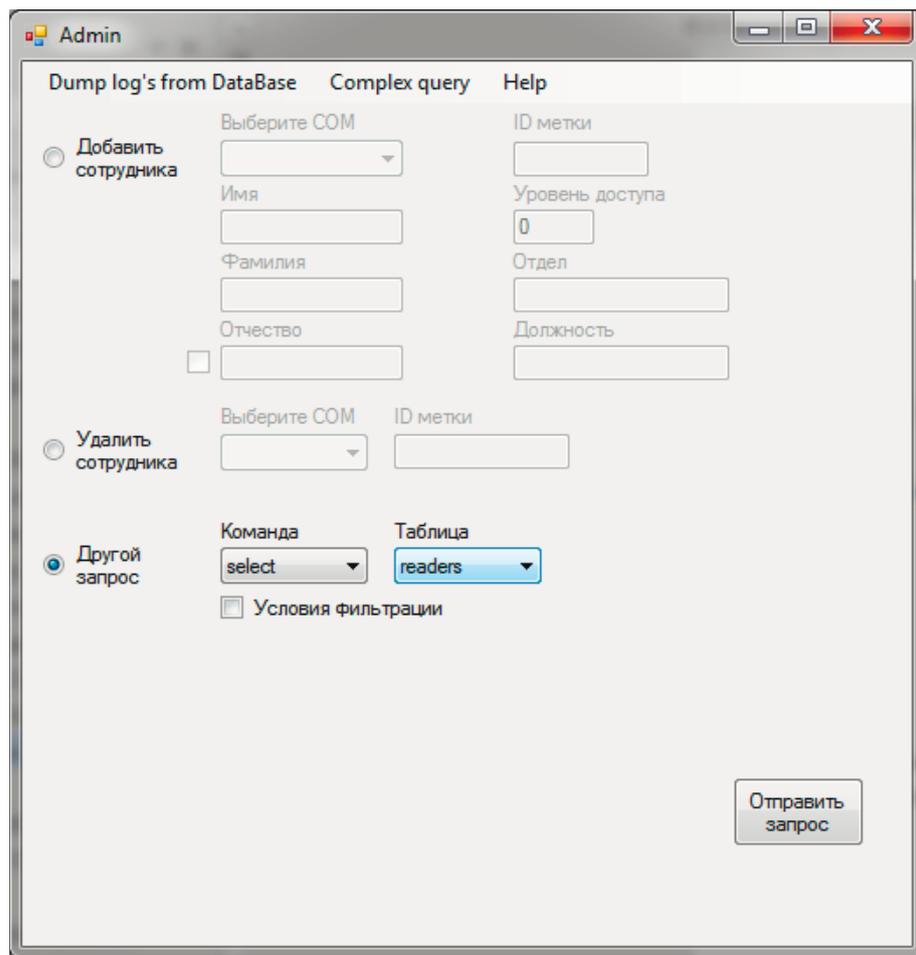


Рисунок 4.3.1.3 – Запрос списка помещений

	id	discription	level	type
▶	4	Лаборатория	0	room
	3	Лаборатория	0	room
	1	admin	0	room
	2	Enter Organization	0	enter
*				

Рисунок 4.3.1.4 – Список помещений организации

Хоть на сервере установлена служба по автоматической выгрузке истории событий за день, в программе администратора доступна возможность сделать это вручную (см. рисунок 4.3.1.5). Можно либо выгрузить в файл, который создастся по умолчанию (Документы/Logs/{год-месяц}/{год-месяц-день}), либо выбрать другой, на свое усмотрение. Сохраняется в текстовый файл (см. в разделе 3.3).

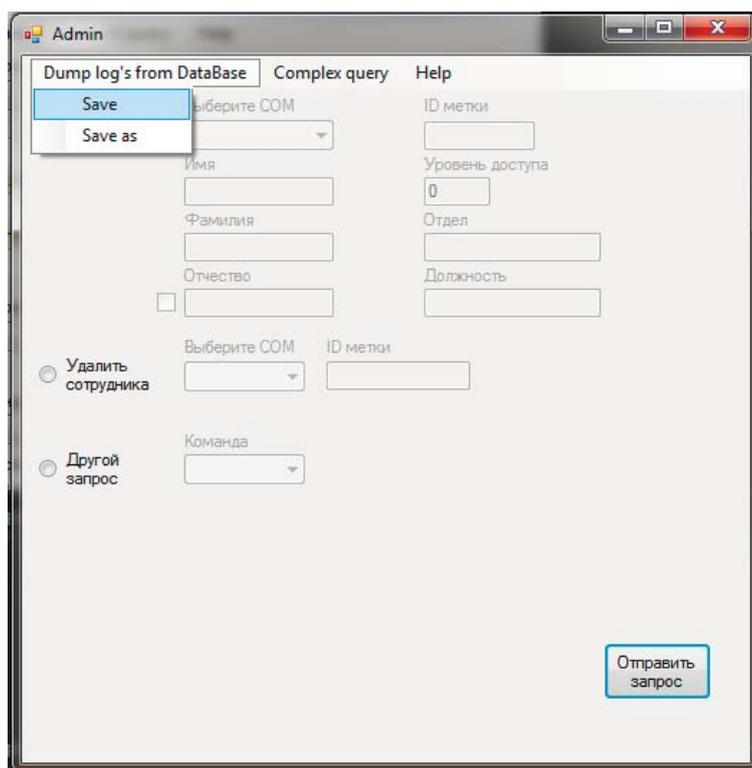


Рисунок 4.3.1.5 – Выгрузка истории событий из базы данных.

В случае, если текущего функционала запросов не хватит, предусмотрена возможность создания запроса в вольной форме (см. рисунок 4.3.1.6) по нажатию на «Complex query» в меню.

Также доступна справка по организации таблиц в базе данных по нажатию на «Help». Открывается окно с деревом, в котором есть 3 уровня (рисунок 4.3.1.7): база данных (1 уровень), таблица (2 уровень), столбцы таблицы (3 уровень).

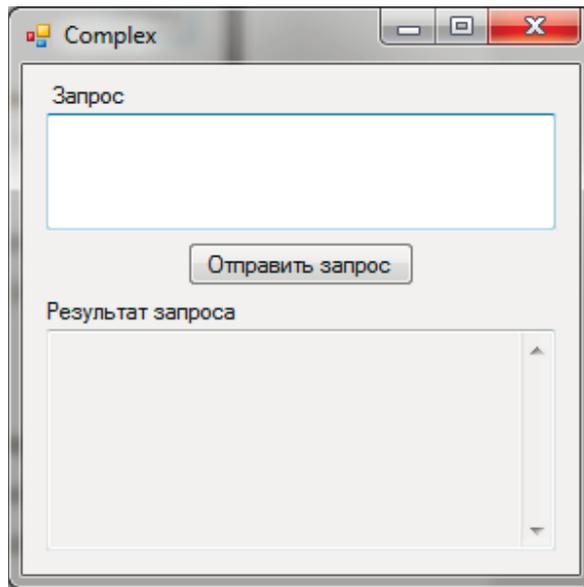


Рисунок 4.3.1.6 – Запрос в свободной форме

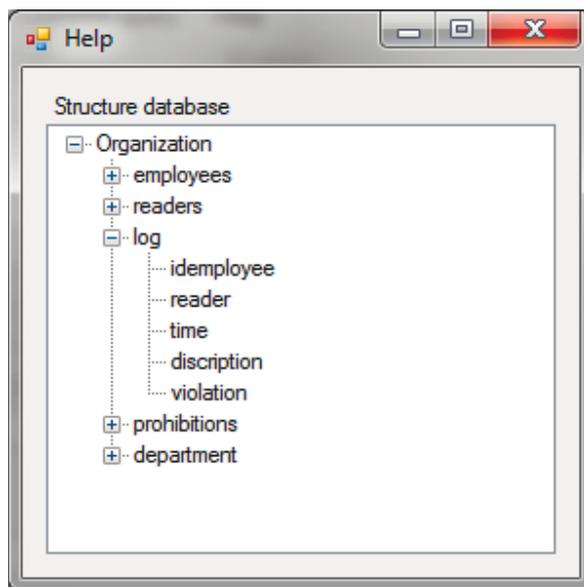


Рисунок 4.3.1.7 – Справка по организации базы данных

4.3.2 Программное обеспечение для составления отчетов

При запуске приложения пользователь видит окно выбора типа отчета (рису. 4.3.2.1).

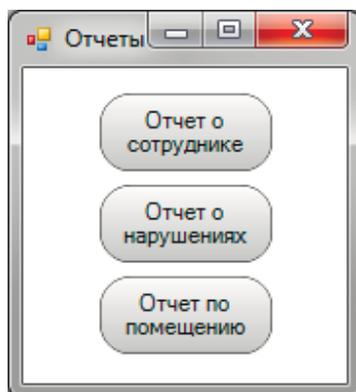


Рисунок 4.3.2.1 – Окно выбора типа отчета

Отчет о сотруднике

При выборе данного типа отчета, появляется новое окно с элементами ввода данных (см. рисунок 4.3.2.2).

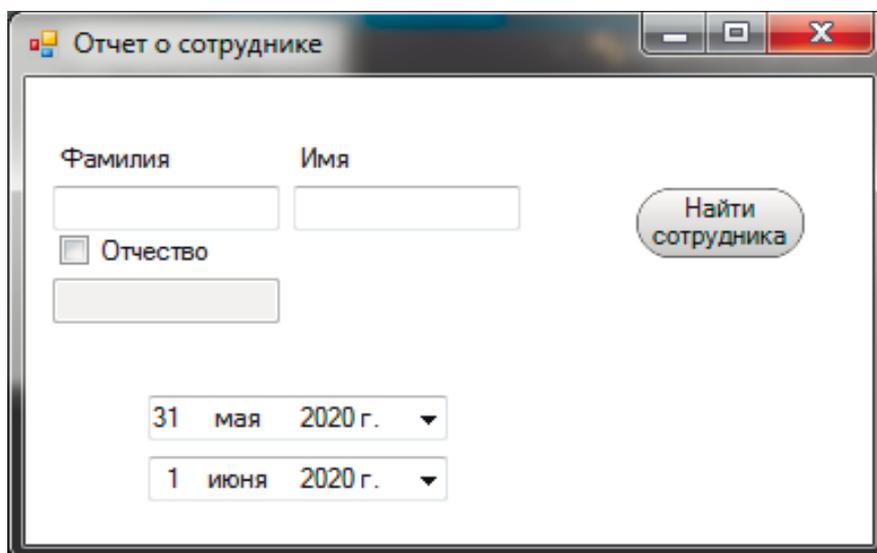
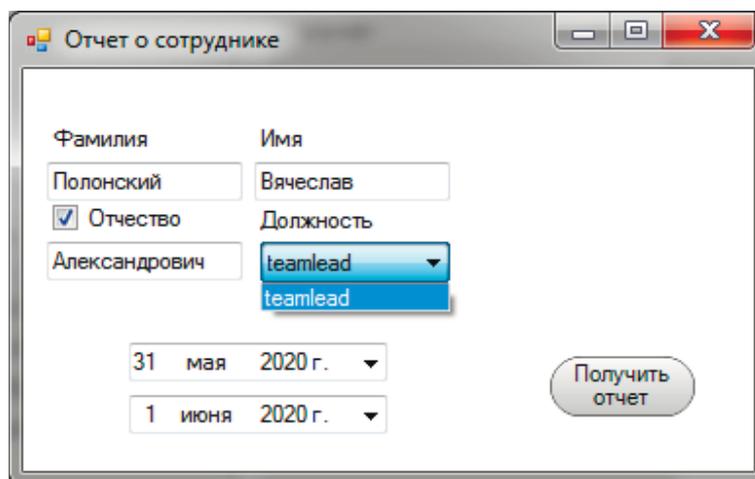
A screenshot of a Windows-style window titled "Отчет о сотруднике". The window contains several input fields and a button. At the top, there are two text input fields labeled "Фамилия" and "Имя". Below them is a checkbox labeled "Отчество" with an empty text input field underneath. To the right of these fields is a rounded button labeled "Найти сотрудника". At the bottom, there are two date pickers: the first shows "31 мая 2020 г." and the second shows "1 июня 2020 г.", both with dropdown arrows.

Рисунок 4.3.2.2 – Окно ввода данных для получения отчета о сотруднике

После ввода данных о сотруднике, пользователь нажимает кнопку «Найти сотрудника». Появляется элемент с выбором должности (см. рисунок 4.3.2.3). Если было найдено несколько сотрудников, то необходимо выбрать необходимую должность.



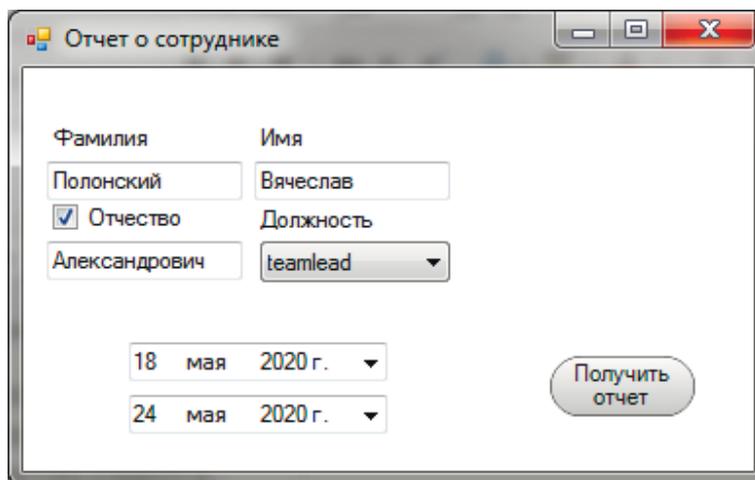
The screenshot shows a window titled "Отчет о сотруднике" with the following fields and controls:

Фамилия	Имя
Полонский	Вячеслав
<input checked="" type="checkbox"/> Отчество	Должность
Александрович	teamlead
31 мая 2020 г.	teamlead
1 июня 2020 г.	

There is a "Получить отчет" button on the right side of the window.

Рисунок 4.3.2.3 – Выбор должности

После выбора временных границ отчета (рисунок 4.3.2.4), необходимо нажать на кнопку «Получить отчет».



The screenshot shows the same window as Figure 4.3.2.3, but with the following changes:

Фамилия	Имя
Полонский	Вячеслав
<input checked="" type="checkbox"/> Отчество	Должность
Александрович	teamlead
18 мая 2020 г.	
24 мая 2020 г.	

The "Получить отчет" button is still present on the right side.

Рисунок 4.3.2.4 – Окно перед получением отчета

После запроса, формируется сам отчет, который имеет вид текста (текст слева на рисунок 4.3.2.5), а также дополнительно создается график. В отчете указываются типы нарушений (и их отсутствие), время нарушений, место и описание. Также в конце указываются: количество нарушений по каждому типу, среднее время пребывания в организации, вне организации, вне помещений (между комнатами), среднее время пребывания в каждом помещении. Текст отчета можно сохранить.

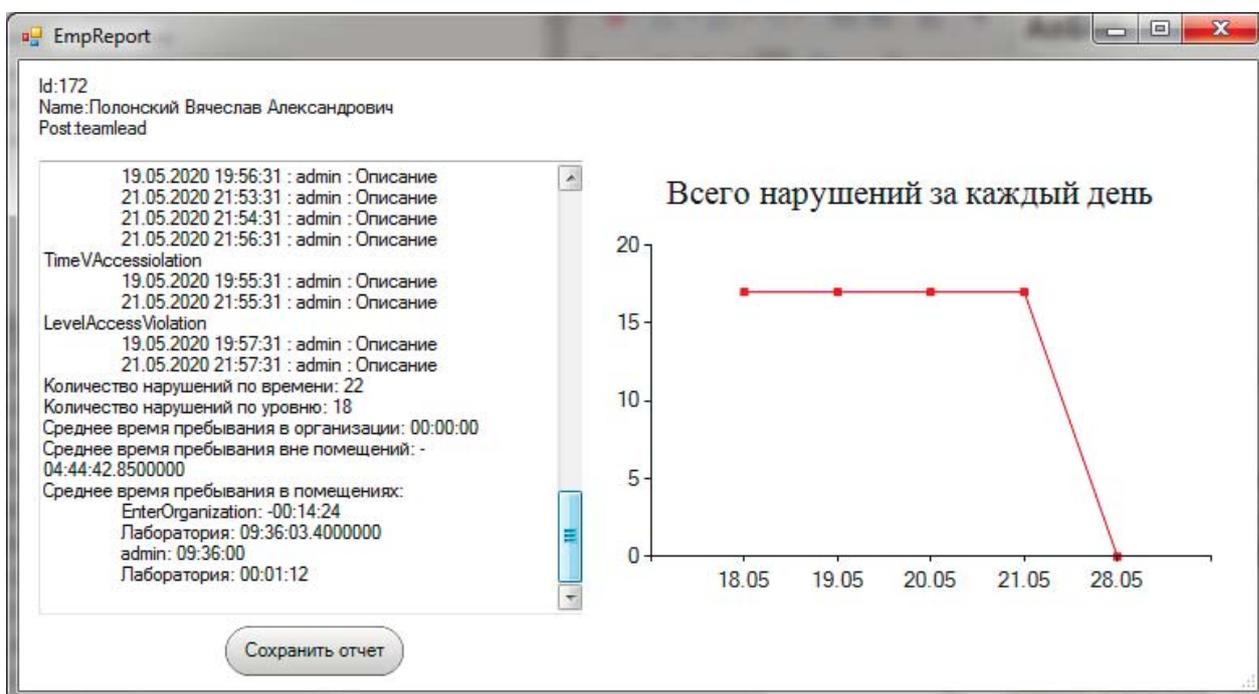


Рисунок 4.3.2.5 – Полученный отчет

Отчет о нарушениях

При выборе отчета о нарушениях появляется окно, показанное на рисунке 4.3.2.6.

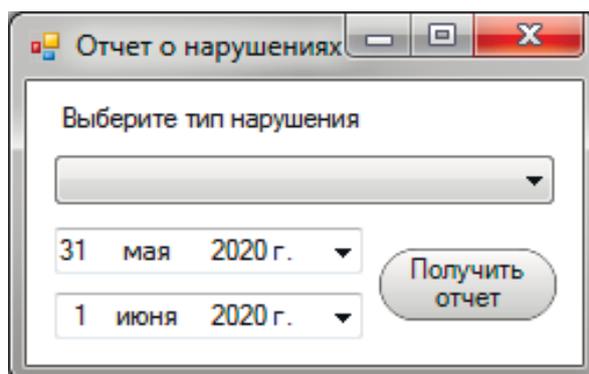


Рисунок 4.3.2.6 – Окно заполнения данных для отчета о нарушениях

В данном типе отчета можно выбрать тип нарушения (см. рисунок 4.3.2.7), а также необходимый период (рисунок 4.3.2.8).

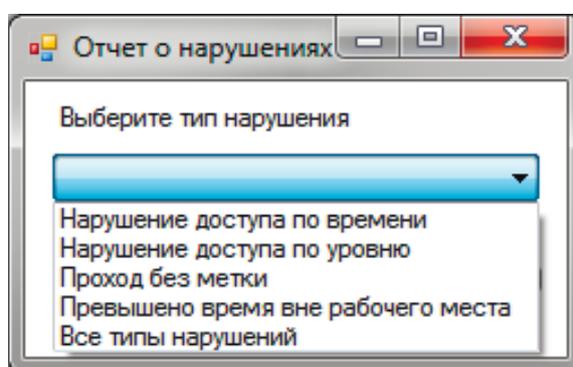


Рисунок 4.3.2.7 – Выбор типа нарушений для отчета

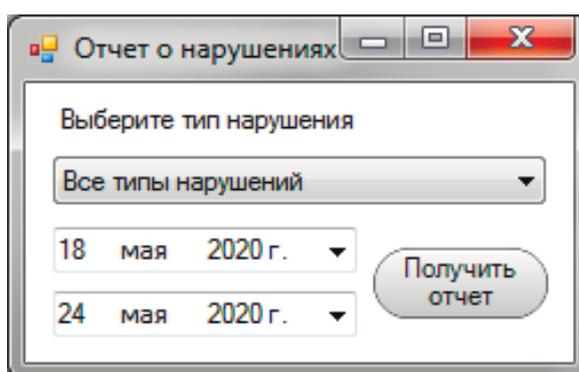


Рисунок 4.3.2.8 – Выбранный период и тип нарушений для отчета

В результате получаем текстовый отчет, а также дополнительно график, показывающий сколько нарушений (выбранных) за день выявлено (см. результат на рисунок 4.3.2.9).

Текст отчета представляет из себя: список сотрудников, а для каждого из них все их нарушения за выбранный период с описанием места и времени.

Текст можно сохранить

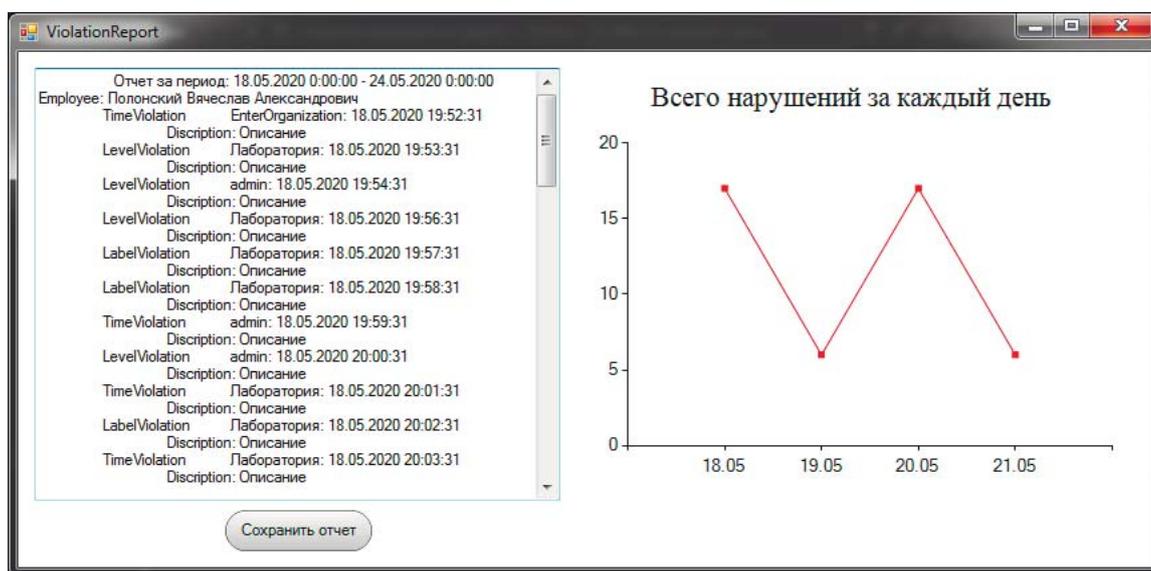


Рисунок 4.3.2.9 – Результат запроса отчета о нарушениях

Отчет по помещению

Для данного типа отчета в появившемся окне пользователю необходимо выбрать или ID помещения (id считывателя), или найти требуемое описание помещения (см. рисунок 4.3.2.10). Выбрав одно из двух, второй пункт заполняется автоматически (см. рисунок 4.3.2.11).

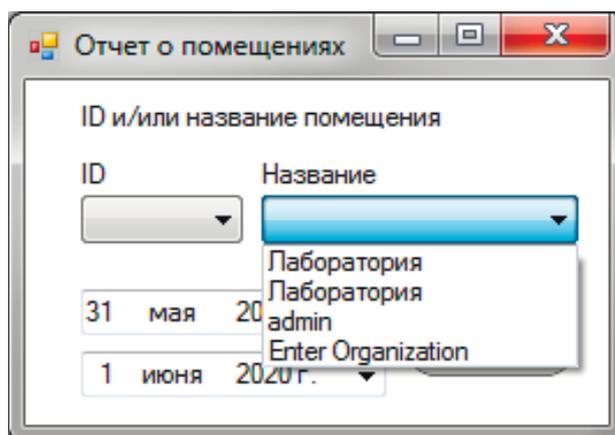


Рисунок 4.3.2.10 – Выбор помещения для отчета

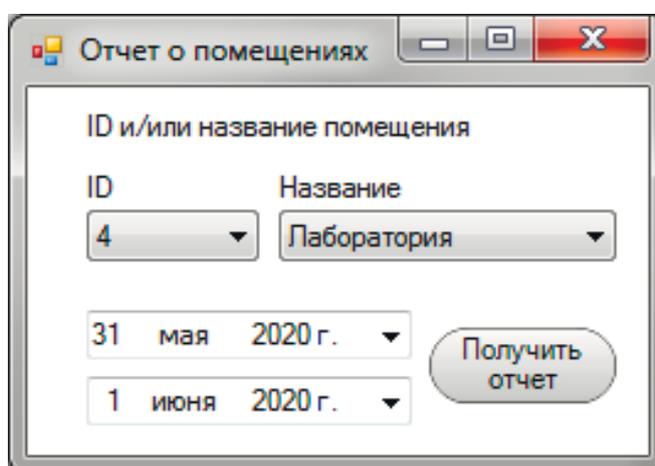


Рисунок 4.3.2.11 – Результат выбора помещения «лаборатория»

После, как и в предыдущих отчётах, необходимо выбрать период (см. рисунок 4.3.2.12), за который должен быть составлен отчет.

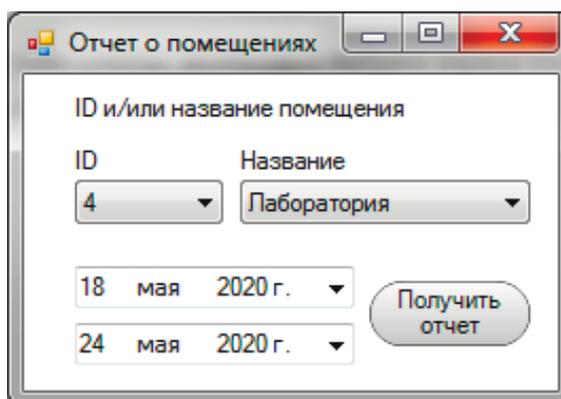


Рисунок 4.3.2.12 – Заполненные данные для получения отчета

В результате запроса отчета мы получаем окно, показанное на рисунке 4.3.2.13. Как и в предыдущих отчетах: слева текстовый отчёт, справа график количества нарушений.

В отчете мы видим среднее количество посещений помещения за день, среднее время одного посещения, а также среднее количество уникальных посетителей за день. Далее указаны все нарушения: их тип, время и сотрудник, совершивший его, а также описание события.

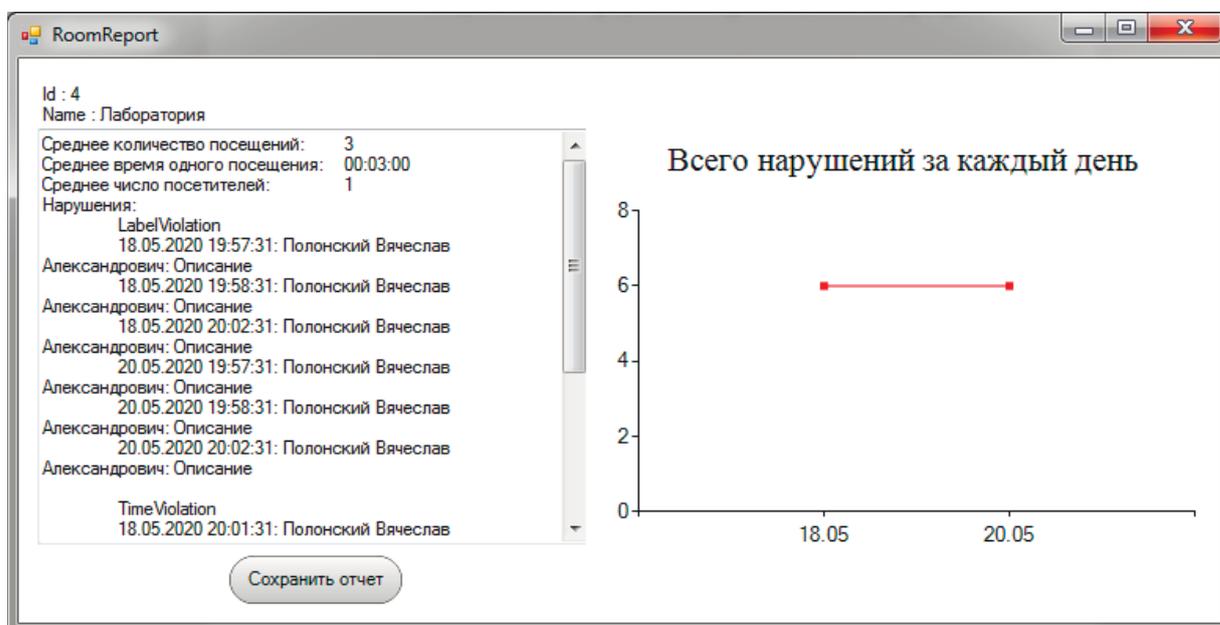


Рисунок 4.3.2.13 – Результат запроса отчета о помещении

5. ТЕСТИРОВАНИЕ

5.1. МЕТОДОЛОГИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

Основная суть системы: предоставление информации в виде отчетов для анализа передвижений, степени организованности, степени соблюдения правил и регламента организации. Вследствие этого, проводилось альфа-тестирование клиентской части комплекса.

Альфа-тестирование – проверка работоспособности продукта на поздней стадии разработки. Проводится несколькими специалистами по тестированию в условиях, близких к реальным, в которых будет находиться готовый продукт в процессе своей работы после релиза.

Такой тип тестирования хорошо помогает выявить ошибки различного характера под нагрузкой, близкой к реальной, которую не смогут создать разработчики в закрытых условиях или системных тестах.

5.2. ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

Создадим несколько тестовых файлов (см. рисунок 5.2.1) с записями, предполагающими поведение сотрудника.

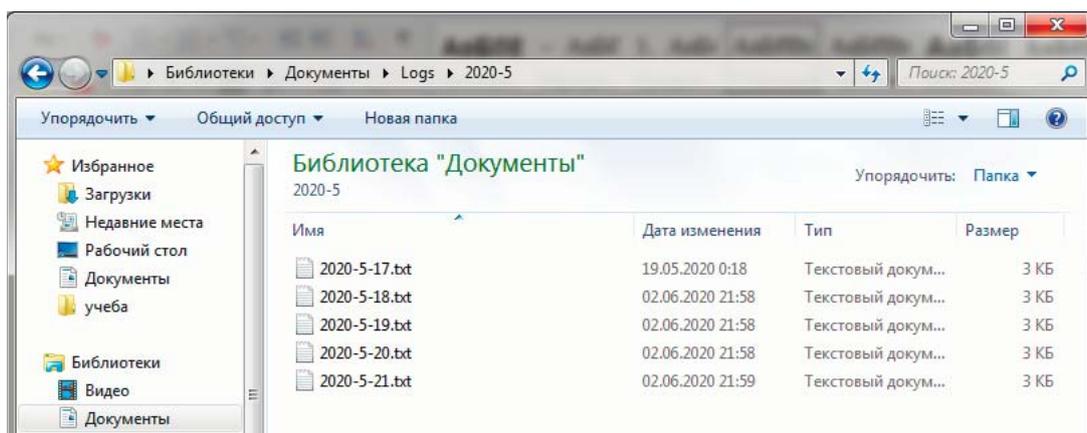


Рисунок 5.2.1 – Несколько файлов истории событий

Запросим отчет о сотруднике «Полонский Вячеслав Александрович» за период с 17 мая 2020 года по 24 мая 2020 года. В результате получим отчет и график о всех передвижениях и нарушениях сотрудника (рисунок 5.2.2). Сохранив отчет, мы получим текстовый документ (рисунок 5.2.3)

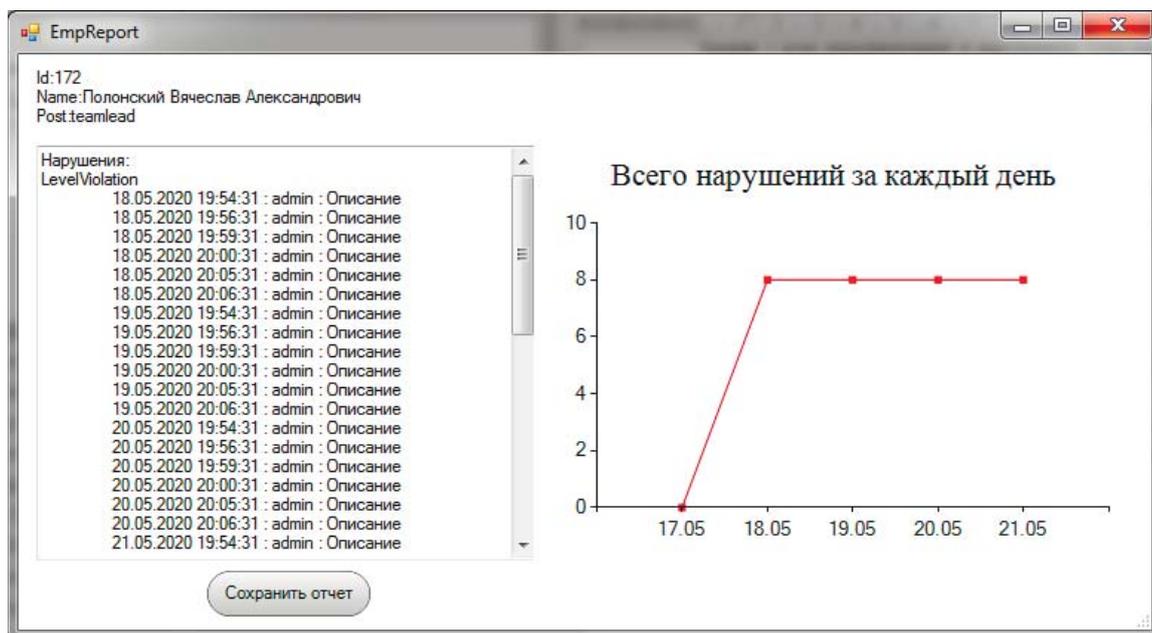


Рисунок 5.2.2 – Результат запроса отчёта

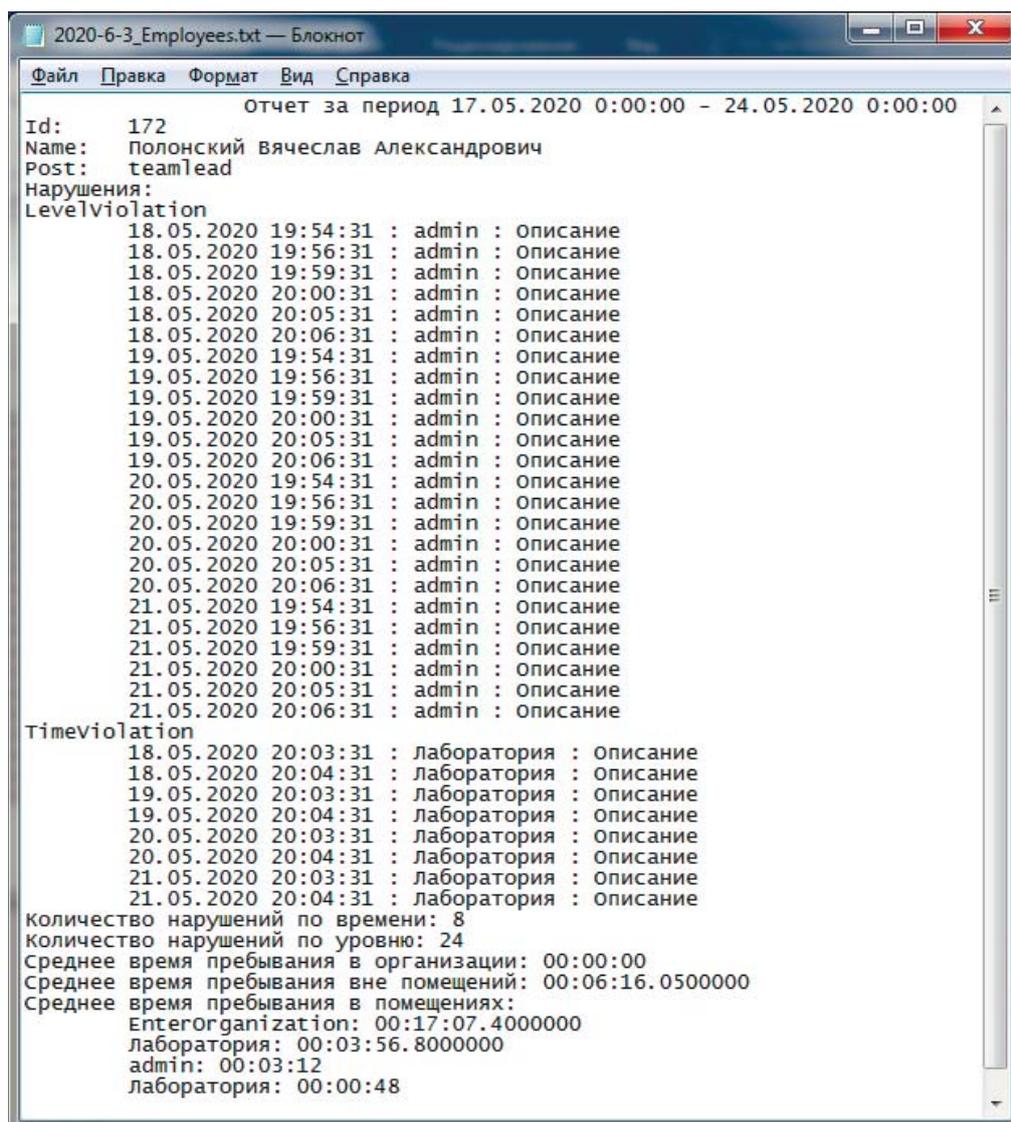


Рисунок 5.2.3 – Сохранённый отчет в текстовом файле

Далее запросим отчет о помещении с названием «admin», которое имеет ID = 1. Выберем период с 17 мая 2020 года по 24 мая 2020 года. На рисунке 5.2.4 можем увидеть текстовый и графический отчеты. На рисунке 5.2.5 представлен текстовый отчет, сохраненный в файл.

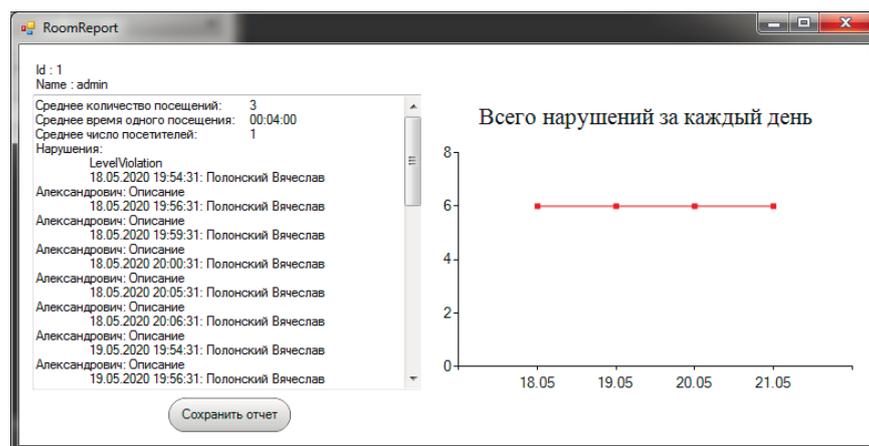


Рисунок 5.2.4 – Результат запроса отчета по помещению «admin»

The screenshot shows a Notepad window titled '2020-6-3_Rooms.txt'. It contains the following text:

```

отчет за период 17.05.2020 0:00:00 - 24.05.2020 0:00:00
Id : 1
Name : admin
Среднее количество посещений: 3
Среднее время одного посещения: 00:04:00
Среднее число посетителей: 1
Нарушения:
LevelViolation
18.05.2020 19:54:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
18.05.2020 19:56:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
18.05.2020 19:59:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
18.05.2020 20:00:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
18.05.2020 20:05:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
18.05.2020 20:06:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
19.05.2020 19:54:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
19.05.2020 19:56:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
19.05.2020 19:59:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
19.05.2020 20:00:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
19.05.2020 20:05:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
19.05.2020 20:06:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
20.05.2020 19:54:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
20.05.2020 19:56:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
20.05.2020 19:59:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
20.05.2020 20:00:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
20.05.2020 20:05:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
20.05.2020 20:06:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
21.05.2020 19:54:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
21.05.2020 19:56:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
21.05.2020 19:59:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
21.05.2020 20:00:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
21.05.2020 20:05:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание
21.05.2020 20:06:31: Полонский Вячеслав Александрович : Описание

```

Рисунок 5.2.5 – Сохраненный текстовый вариант отчета

В конце запросим отчет о типе нарушений «Проход без метки» за период с 17 мая 2020 года по 24 мая 2020 года. На рисунке 5.2.6 видим график отчета и его текстовый вид. На рисунке 5.2.7 можно увидеть сохраненный вариант текстового отчёта.

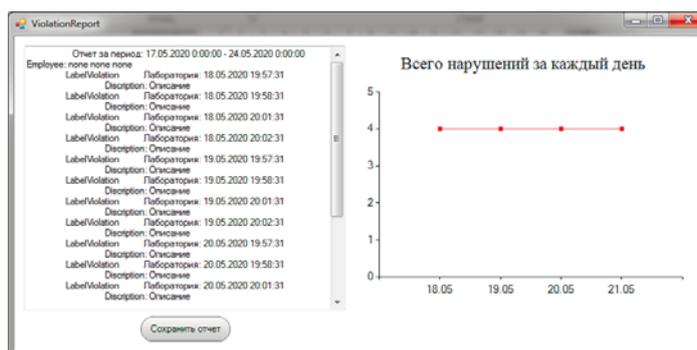


Рисунок 5.2.6 – Результат запроса отчёта нарушения «Проход без метки»

The screenshot shows a Notepad window titled '2020-6-3_Violations.txt'. The text content is as follows:

```

Отчет за период: 17.05.2020 0:00:00 - 24.05.2020 0:00:00
Employee: none none none
LabelViolation лаборатория: 18.05.2020 19:57:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 18.05.2020 19:58:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 18.05.2020 20:01:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 18.05.2020 20:02:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 19.05.2020 19:57:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 19.05.2020 19:58:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 19.05.2020 20:01:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 19.05.2020 20:02:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 20.05.2020 19:57:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 20.05.2020 19:58:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 20.05.2020 20:01:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 20.05.2020 20:02:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 21.05.2020 19:57:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 21.05.2020 19:58:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 21.05.2020 20:01:31
Description: Описание
LabelViolation лаборатория: 21.05.2020 20:02:31
Description: Описание

```

Рисунок 5.2.7 – Сохраненный текстовый отчет по запросу нарушений «Проход без метки»

Проанализировав вышеописанные запросы и результаты, можно сказать, что программа для формирования справляется со своими задачами, создавая отчеты в текстовом виде, а также дополнительно, для визуализации полученной информации, добавляет график.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы был проанализирован рынок продуктов, решающих поставленную задачу. В результате было выяснено, что ни одно решение не позволяет добиться в полной мере контроля за передвижениями сотрудников в организации. Всё это привело к описываемому программно-аппаратному комплексу.

В ходе выполнения работы был разработан макет устройства, которое считывает идентификатор RFID метки проходящего, проверяет момент прохода через дверной проем и отправляет POST запросом данные на сервер. В ходе разработки аппаратной части пришлось прибегнуть к некоторым упрощениям:

- использовать маломощный считыватель;
- использовать фоторезистор с низкой скоростью изменения сопротивления;
- использовать Ethernet контроллер низкого качества.

Упрощения были приняты в связи с макетированием. На данной стадии разработки не так важна скорость работы системы, сколько проработка алгоритма.

В ходе разработки серверной части был использован программный комплекс, позволяющий развернуть локальный сервер на машине с операционной системой Microsoft Windows без особых усилий.

Большой объем работы составляла разработка программного обеспечения. Для администратора составлена программа для управления базой данных, а также разработано специальное устройство, позволяющее привязывать метки к сотрудникам или наоборот отвязывать их. Также было разработано ПО для составления отчетов различного характера: о передвижениях сотрудника, о нарушениях в организации и о истории посещения помещения. Такой

функционал позволит проконтролировать следование сотрудников организации внутри уставного регламента.

По итогам выполнения работы была установлена связь между модулями для взаимодействия и работы системы.

В дальнейшем планируется:

1. Использовать более качественное оборудование, которое могло бы использоваться в реальных условиях.
2. Использовать физический отдельный сервер, который бы использовался в реальных условиях.
3. Добавить шифрование при передаче данных.
4. Добавить пользовательское приложение для получения заданий от начальника, которое было бы связано с системой. Таким образом можно достигнуть максимальной гибкости системы, которая будет знать, где должен находиться сотрудник в конкретное время с учетом динамических изменений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сидоренко, А.С. К вопросу сущности и понимания дисциплинарной ответственности в трудовых отношениях / А.С. Сидоренко // «Проблемы законности» – 2012. – №119 – С. 27-287.
2. Веб-сайт «ТАСС». [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/obschestvo/6487427> Дата обращения: 15.03.2020.
3. Веб-сайт «ВЦИОМ». [Электронный ресурс]. URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=9263> Дата обращения: 15.03.2020.
4. Горелова, Е. Секундомер для курильщика. Работодатели готовы удлинить рабочий день курильщикам, как предлагает Минздрав / Е. Горелова, А. Таранин // Ведомости. – 2017. – 25 янв. – С. 32-34.
5. Веб-сайт «Tibbo Technology». [Электронный ресурс]. URL: – <http://project.tibbo.ru/time-attendance/solution.html> Дата обращения: 16.05.2020.
6. Веб-сайт «ESmart». [Электронный ресурс]. URL: <https://esmart.ru/products/skud/skud-schityvateli-esmart-dostup/> Дата обращения: 16.05.2020.
7. Веб-сайт «АСУ ПРО». [Электронный ресурс]. URL: <http://asupro.com/gps-gsm/system/rfid-control-system-timesheets.html> Дата обращения: 16.05.2020
8. Лепихова, Д.Н. Обзор современных моделей представления дактилоскопических изображений / Д.Н. Лепихова, В.Ю. Гудков, А. А. Кирсанова // «Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика» – 2018. – Т. 7, № 1. – С. 40-59.
9. Дравица, В.И. О развитии возможностей RFID-систем / В.И. Дравица, А.В. Решетняк, И.А. Равин // «Наука и инновации» – 2015. – №4(146) – С.8-12.
10. Козин, М.Н. Системы биометрической идентификации личности: отечественный и зарубежный опыт / М.Н. Козин // «Образование и наука в России и за рубежом». – 2018 – №10 – с.15-17.

11. Фальков, Е.В. Применение маячков Beacon и технологии Bluetooth Low Energy для построения систем навигации в зданиях / Е.В. Фальков, А.Ю. Романов // «Новые информационные технологии в автоматизированных системах» – 2015 – №18 – с.62-65.
12. Ворона, В.А Биометрические технологии идентификации в системах контроля и управления доступом / В.А. Ворона, В.О. Костенко // «COMPUTATIONAL NANOTECHNOLOGY» – 2016 – №3 – с.224-241.
13. Веб-сайт «DIYtech». [Электронный ресурс]. URL: <http://diytech.ru/projects/spravochnik-po-raspinovke-esp32-kakie-vyvody-gpio-sleduet-ispolzovat> Дата обращения: 21.04.2020.
14. Веб-сайт «MICPIC». [Электронный ресурс]. URL: <http://micpic.ru/home/proekty-na-esp32/194-opisanie-mikrokontrollera-esp32.html> Дата обращения: 21.04.2020.
15. ГОСТ Р ИСО/МЭК 14443-3-2014 Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Карты ближнего действия. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2015. – 96с.
16. Веб-сайт «3DiY». [Электронный ресурс]. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/rfid-modul-rc522/> Дата обращения 29.05.2020.
17. Веб-сайт «Microchip». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/en022889>
18. Веб-сайт «RadioStorage». [Электронный ресурс]. URL: <https://radiostorage.net/5008-parametry-fotorezistorov-serii-gl55-spravochnik.html>
19. Веб-сайт «IARDUINO». [Электронный ресурс]. URL: <https://wiki.arduino.ru/page/spi-short-guide/>
20. Веб-сайт «Open Server Panel». [Электронный ресурс]. URL: <https://ospanel.io/>