

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Системы информационно-безопасности

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой _____

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« »

20 г.

(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Исследование возможности применения RFID и NFC технологий в туристической среде Казахстана.

Специальность 5В011900 Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил (а) Малахов Е.Н. МРТ-14-8
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Урусова Т.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
УА « 25 » 05 2018 г.
(подпись)

Консультанты:

по экономической части:

Тадусарова Ж.К. ст. преподаватель, к.э.н.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
ЖТ « 28 » мая 2018 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Тысценко Е.М. ст. препод. каф. БТСиЭ
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
ЕМ « 25 » 05 2018 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

доцент Куршинов А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
АК « 29 » 05 2018 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Урусова Т.А., доцент каф. СМБ.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
УА « 28 » мая 2018 г.
(подпись)

Рецензент:

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« » 20 г.
(подпись)

Алматы 2018 г.

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Институт космической инженерии и телекоммуникации
Специальность 5В011900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра система информационно-безопасности

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Маматов Евгений Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Исследование возможности применения
RFID и NFC технологий в туристической сфере
Казахстана

Утверждена приказом ректора № ___ от «___» 20__ г.

Срок сдачи законченной работы «___» 20__ г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры
результатов проектирования (исследования) и исходные данные

объекта 1) Рабочая частота NFC система: 13,56 МГц
2) Радиус антенны: $R = 3$ см
3) Расстояние до антенны: $x = 4$ см
4) Площадь антенны: $S = 2,826 \cdot 10^{-3}$ см²
5) Рабочая частота RFID система: $f = 868$ МГц
6) Радиус зоны покрытия: $R = 0,75$ см
7) Расстояние от метки до считывателя: $L = 1,5$ см

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или
краткое содержание дипломного проекта:

- 1) Обзор технологии NFC
- 2) Обзор стандарта ISO/IEC 14443
- 3) Разработка единой платежной карты
- 4) Использование NFC-меток для автоматизации оплаты
мобильного телефона
- 5) Расчет напряженности и магнитной индукции
- 6) Обзор технологии RFID
- 7) Определение параметров RFID система (расчет ширины
дальней зоны поля, длины антенны дугами и
ее диаграммы направленности)
- 8) Безопасность жизнедеятельности
- 9) Базное - план проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) 1) Функциональная схема NFC системы

- 2) Структурная схема устройства
- 3) Работа бесконтактных карт на LC схеме.
- 4) Конструкция смарт-карты.
- 5) Приложение А - расчет напряженности электромагнитного поля и плотности потока.
- 6) Интеграция NFC-модуля в мобильной телефоне
- 7) Структурная схема информационной системы с радиотехническими каналами связи.
- 8) Диаграмма направленности антенно-диполя.

Рекомендуемая основная литература

- 1) Дравицын В.И. Что такое RFID-система? - М.: АСТ, 2016г.
- 2) Алексин Р.В. Радиочастотная идентификация - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011г.
- 3) Ол Г.Ч. Методы подавления шумов и помех в электронных системах: Книга по требованию. - М.: Мир, 1979
- 4) Лахирри С. RFID: Руководство по внедрению. - М.: Кудие-Пресс, 2007г.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Спец. часть	Зуева Т.А.	31.01. - 25.05.18	
БЖД	Тыщенко Е.М.	28.03 - 25.05.18	
Экономика	Жапарова А.К.	20.03.18 - 28.05.18	
Применение вольной техники	Куринов А.А.	29.05.18	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Введение	01.02.18 - 02.02.18	
2	Сбор информации по NFC технологии	03.02.18 - 13.02.18	
3	Расчетная часть для NFC системы	14.02.18 - 20.02.18	
4	Сбор информации по RFID технологии	21.02.18 - 03.03.18	
5	Определение параметров RFID системы	04.03.18 - 19.03.18	
6	Программный расчет угла зона действия считывателя с длиной датчиковой антенны	20.03.18 - 24.03.18	
7	Программой расчет напряженности с магнитной индукции	25.03.18 - 28.03.18	
8	Программой расчет времени передачи, облучиваемая и заготовленная информация	29.03.18 - 02.04.18	
9	Безопасность жизнедеятельности.	28.03.18 - 25.05.18	
10	Разработка бизнес-плана	20.03.18 - 28.05.18	
11	Заключение	25.05.18 -	

Дата выдачи задания « » 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению студент _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Дипломдық жұмыста RFID және NFC жүйесіндегі деректерді табыстау ерекшеліктері суреттелген. Сондай-ақ, аталмыш жүйенің туристік саладағы радиожілікті сәйкестендірудегі қолдану мүмкіндіктері мен мақсаттарына талдау жасалды. NFC технологияларының қызмет көрсету түрлеріне ақы төлеуді (қоғамдық көлік, мұражай мен әр түрлі көрікті жерлерді аралау) жүзеге асыру үшін нұсқалар ұсынылды. Радиобелгінің белсенді қуатының жоғалуы туралы есеп жүргізіліп, толқынжыманы оқитын бағыттаушы диаграмманың өлшемі анықталып, NFC технологияларының негізгі көрсеткіштері есептеліп, толығымен зерттелді. RFID-белгілерін әуежайдағы іздерді бақылау мен жүктерді сұрыптауда пайдалану ұсынылды. Тіршілік әрекетінің қауіпсіздігі мен еңбекті қорғау есебі жасалды. Жобаны жүзеге асыру кезінде оның экономикалық тиімділігі қарастырылды.

Аннотация

В дипломной работе описаны особенности передачи данных в системе RFID и NFC. Были проанализированы возможности и целесообразность применения данных систем радиочастотной идентификации в туристической сфере. Предложены варианты использования NFC технологии для оплаты различных услуг (общественный транспорт, посещение музеев и различных достопримечательностей). Проведен расчет потерь мощности радиосигнала, определены параметры диаграммы направленности антенн считывателя, рассчитаны основные показатели и полностью изучена технология NFC. Предложено использование RFID-меток в аэропортах для контроля слежения и сортировки багажа. Произведен расчет охраны труда и безопасности жизнедеятельности. Рассчитана экономическая эффективность от реализации проекта.

Annotation

The thesis describes the features of data transmission in RFID and NFC. The possibilities and expediency of using these radio frequency identification systems in the tourism sector were analyzed. The proposed options of using NFC technology to pay for various services (public transport, museums and various attractions). The calculation of the power loss of the radio signal, the parameters of the directional diagram of the antenna reader, calculated the main indicators and fully studied the NFC technology. It is proposed to use RFID-tags at airports to control the tracking and sorting of Luggage. The calculation of labor protection and life safety. The economic efficiency of the project is calculated.

Содержание

Введение.....	12
1 Технология NFC	13
1.1 Типы меток NFC.....	16
1.2 Применение технологии.....	17
1.3 Стандарт ISO/IEC 14443.....	18
1.4Схемы модуляции и кодирования.....	21
1.5 Сканер сигналов стандарта NFC	22
1.6 Бесконтактные смарт-карты	24
2 Расчетная часть.....	27
2.1 Расчет максимально допустимой дальности индуктивной связи	27
2.1 Расчет напряженности электромагнитного поля	31
2.2 Расчет помехоустойчивости и времени запаздывания	33
2.3 Расчет шумов	35
2.4 Использование NFC-меток для автоматизации опций мобильного устройства.....	36
2.5 Выбор NFC метки	37
3 RFID-технология и ее особенности	38
3.1 Состав и описание основных компонентов RFID- технологии	39
3.2 Основные виды и принцип работы RFID-меток	39
3.3 RFID-считыватель	43
3.4 Стандарты RFID-технологии.....	43
3.5 Особенности передачи данных в системе RFID.....	47
3.6 Принципиальная схема RFID-считывателя	50
4 Определение параметров RFID-системы и ее основных узлов	52
4.1 Габариты багажа и метки для маркировки	52
4.2 Расчёт связи дальней зоны поля	52
4.3 Расчет длины антенны диполя и ее диаграммы направленности	53
4.4 Выбор RFID-метки	55
4.5 Выбор считывателя.....	57
4.6 Модель работы программы антиколлизии	60
5 Безопасность жизнедеятельности.....	65
5.1 Требования техники безопасности при монтаже и эксплуатации	65
5.2 Состав и назначение устанавливаемого оборудования	65
5.3 Тип RFID-метки	66
5.4 RFID-считыватель	68
5.5 Выбор моделей считывателей	68
5.6 Монтаж RFID-считывателя	70
5.7 RFID-антенна FEIG U600/270-EU (UHF)	72
5.8 Монтаж RFID-антенны FEIG U600/270-EU	72
6 Расчет экономической эффективности от реализации проекта автоматического учета и сортировки багажа в аэропортах.....	74
6.1 Описание услуг	74

6.2 Анализ рынка сбыта	74
6.3 Менеджмент	74
6.4 Стратегия маркетинга и анализ сильных и слабых сторон проекта.....	75
6.5 Финансовый план	75
6.6 Оценка экономической эффективности	84
Заключение	88
Список литературы	89
Приложение А Листинг программы расчета напряженности и магнитной индукции.....	92
Приложения Б Листинг программы расчета времени передачи, обслуживания и запаздывания информации	93
Приложение В Листинг программы расчета угла зоны действия считывателя и длины дипольной антенны	94
Приложения Г Листинг программы антиколлизии	95
Приложение Д Блок-схема программы антиколлизии	97

Введение

На сегодняшний день в мире наблюдается активное внедрение беспроводных технологий в различные отрасли жизни. Они заменяют обычные проводные технологии и упрощают связь между различными устройствами, оборудованием и, таким образом, делают использование различных сервисов и устройств более простым и удобным для обычного пользователя. Эти технологии относятся Wi-Fi, WiMax, Bluetooth, IRDA, RFID и NFC, и т. д.

В дипломном проекте речь пойдет о недавно появившихся на рынке технологиях NFC и RFID. Принципы работы технологии NFC и RFID аналогичны технологиям Bluetooth и WiMax, но по сравнению с этими технологиями имеют более высокую скорость и безопасность соединения.

NFC или Near Field Communication - это новая технология, позволяющая проводить бесконтактную передачу данных, которая работает на малых расстояниях, сочетая существующие бесконтактные методы идентификации и взаимосвязи.

Основная задача системы идентификации - хранить информацию об объекте с возможностью ее легкого чтения.

Президентом Республики Казахстан был издан указ, в котором говорится о необходимости развития туристического сектора в Казахстане. В настоящее время наиболее актуальными проблемами являются удобство, качество и скорость использования предлагаемых услуг. В качестве решения проблемы я предлагаю внедрение технологий RFID и NFC. Конечной целью внедрения таких систем является улучшение предлагаемых услуг, то есть предоставление мгновенных безналичных платежей, которые позволят компании достичь высоких результатов своей деятельности.

Одной из наиболее перспективных областей автоматизации сбора и обработки данных в настоящее время является сектор туризма, который включает в себя использование общественного транспорта, посещение различных достопримечательностей, а также кафе, рестораны и магазины.

В своей дипломной работе я хотел бы представить проект, целью которого является развитие индустрии туризма в Казахстане с использованием новых технологий RFID и NFC. Были поставлены следующие задачи:

- а) создание единой платежной карты, которая позволит вам оплачивать широкий спектр услуг, начиная с общественного транспорта и заканчивая посещением различных культурных центров и достопримечательностей на основе NFC;
- б) предоставить возможность оплаты вышеуказанных услуг с помощью мобильного телефона;
- в) создать автоматизированную систему погрузки и сортировки багажа на основе RFID в аэропортах.

1 Технология NFC

NFC (Near Field Communication) - это высокоскоростная коммуникационная технология ближнего действия, которая позволяет передавать данные между несколькими устройствами, если расстояние между ними составляет несколько сантиметров. Система подключает интерфейс считывателя и смарт-карты к одному устройству. Другими словами, обычный пользователь NFC может быстро передавать контакт или видео с одного устройства на другое одним касанием устройств, а также совершать бесконтактные платежи, заменяя банковские карты.

Технология NFC часто встречается в современных моделях смартфонов и планшетов. С самого начала может показаться, что многие беспроводные интерфейсы теперь охватывают все возможные области деятельности, поэтому подобная система просто не нужна. Однако, если вы посмотрите на развитие современных технологий, вы увидите, что больше внимания уделяется потреблению энергии, особенно когда дело касается различных гаджетов. В частности, известное семейство Bluetooth-протокола версии 4 нацелено на снижение стоимости заряда аккумулятора.

Следующим моментом является то, что многие процессы не требуют большого диапазона. Иногда, наоборот, необходимо сократить расстояние между взаимодействующими устройствами. В дополнение к очевидному снижению энергопотребления это также влияет на безопасность. То же самое относится к количеству переданных данных. Таким образом, идея быстрого беспроводного интерфейса, который работает на малых расстояниях и характеризуется низким потреблением энергии, имеет право на существование.

Возможности интерфейса заключаются в следующем: система работает в радиусе нескольких сантиметров, данные передаются со скоростью около 410 Кбит / с, поддерживается режим полнодуплексной передачи данных, рабочая частота составляет 13,56 МГц, установка соединения меньше, чем 1 с, он может работать в режиме «точка-точка». Представленные характеристики радикально отличает технологию NFC от других популярных методов беспроводного обмена данными.

Говоря об устройствах, в дополнение к активным контроллерам в NFC существуют пассивные параметры (теги или ярлыки), которые обеспечивают беспроводную связь с контроллерами. Хорошими примерами являются современные туристические карты для общественного транспорта. Теги - устройство для хранения данных, размер которого обычно не превышает 4-5 КБ. Часто они имеют только режим чтения, но есть варианты и поддержка для записи.

Функциональная схема любой системы NFC может быть представлена на рисунке 1.1.

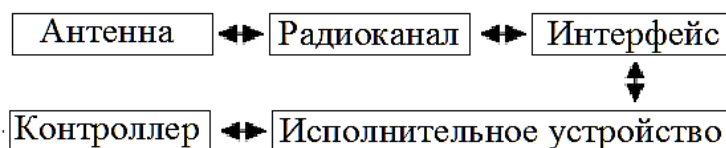


Рисунок 1.1 – Функциональная схема NFC системы

Существует два режима работы устройства.

Режим пассивной связи: устройство-инициатор создает поле несущей, и целевое устройство отвечает путем модуляции существующего поля. В этом режиме работы целевое устройство может вытащить энергию, требуемую от электромагнитного поля, предоставленного инициатором, тем самым преобразовывая целевое устройство в ретранслятор.

Режим активной связи: сам инициатор и целевое устройство могут взаимодействовать друг с другом, создавая собственные поля. Устройство отключает свое радиочастотное поле, ожидая появления данных. В этом режиме вы должны включить питание обоих устройств.

При работе с пассивной мишенью иницирующее устройство непрерывно излучается, и целевое устройство только модулирует созданное таким образом электромагнитное поле. Таким образом, пассивное целевое устройство можно рассматривать как приемопередатчик. В случае работы с активным устройством чередуйте порядок передачи, прерывая их излучение, ожидая ответа.

Аналогично работе систем с бесконтактной картой в системах на основе технологии NFC установлено соединение двух петлевых антенн, расположенных в ближнем поле. Сеанс связи проходит в рамках общедоступных и нелицензированных радиочастот. ISM Band (промышленные, научные и медицинские радиочастотные, промышленные, научные и медицинские радиочастоты) с несущей частотой 13,56 МГц. Большой процент энергии передаваемого сигнала находится в диапазоне 14 кГц, хотя при амплитудной модуляции общая пропускная способность может достигать более 1,8 МГц. Максимально возможное расстояние передачи с использованием стандартных компактных антенн составляет приблизительно 20 см.

Эта технология использует два типа кодирования сигналов.

В первом из них активное устройство использует двухуровневую кодировку двоичных данных (в англоязычных источниках, кодирование Миллера), 100% амплитудную модуляцию. Скорость обмена информацией в этом режиме составляет 106 килобайт.

Во втором случае устройство применяет код, не возвращаясь к нулевому уровню (также называемому Манчестерским кодом) с 10% амплитудной модуляцией. Обмен данными в этом режиме может составлять 212-424 килобайта.

Пассивные устройства в большинстве случаев используют код Манчестера с 10% амплитудной модуляцией.

Поскольку устройства с NFC могут одновременно передавать и принимать данные, важно, чтобы они не конфликтуют. Процесс обнаружения столкновений основан на сравнении частот переданного и принимаемого сигналов, а в случае их совпадения принимаемый сигнал отклоняется.

Технология NFC не включает криптографические стандарты защиты для информации, и ожидается, что она будет сопровождаться протоколами верхнего уровня.

Представленные режимы работы (эмуляция карты, режим чтения или записи) можно комбинировать со следующими технологиями:

- а) NFC-A (обратно совместимый с ISO / IEC 14443 A);
- б) NFC-B (обратно совместим с ISO / IEC 14443 B);
- в) NFC-F (обратно совместимый с JIS X 6319-4) [1].

Для поддержки различных технологий и режимов работы устройство в режиме опроса сначала отправляет сигнал запроса данных и ожидает ответа от тегов того или иного типа. После получения ответа от совместимого устройства устройство NFC устанавливает подходящий режим связи (режим NFC-A, NFC-B или NFC-F) [1].

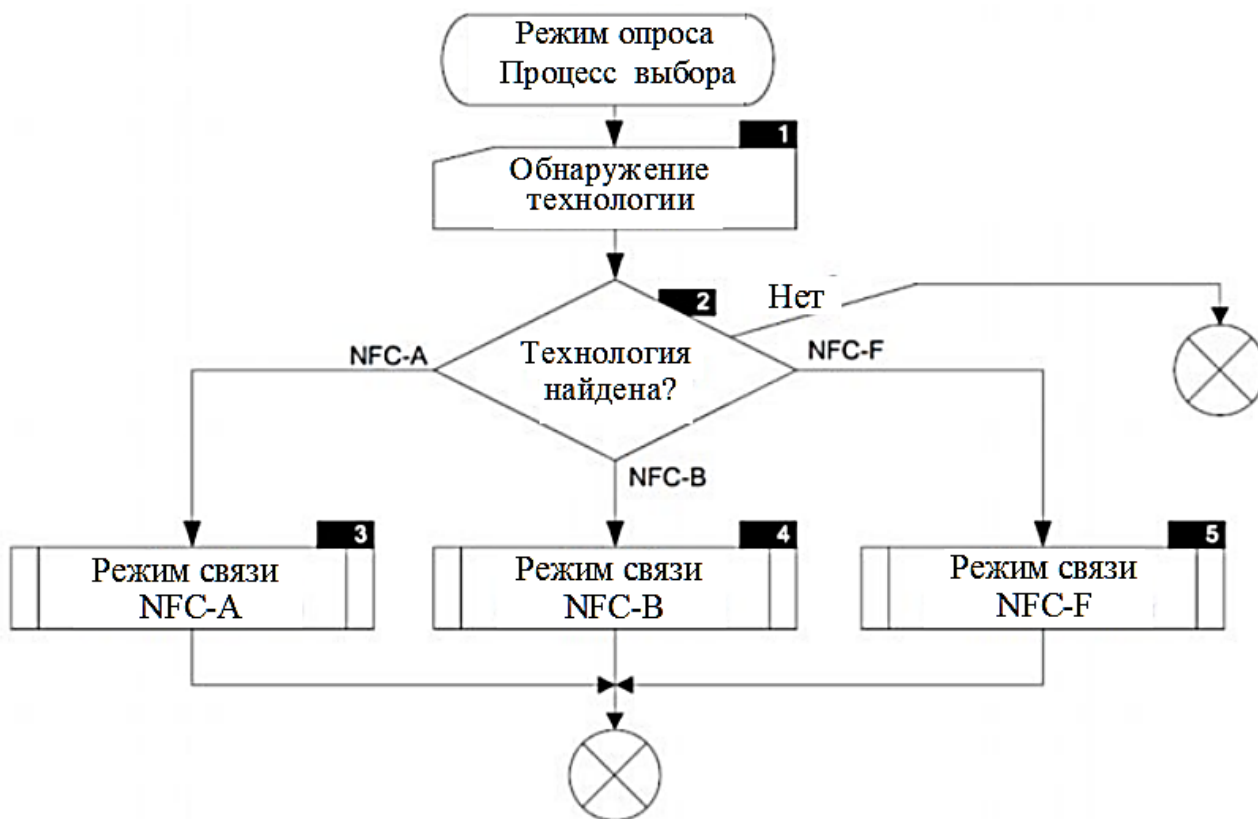


Рисунок 1.2 – Блок-схема процесса выбора режима связи

Схемы кодирования и модуляции различаются в зависимости от режима активной или пассивной связи, радио интерфейса NFC-A, -B, -F и скорости передачи битов. В таблице 1.1 показаны коэффициенты кодирования,

модуляции и скорости передачи данных для режимов связи NFC-A, -B или -F [1].

Таблица 1.1 – Обзор ВЧ-стандартов NFC [1]

Стандарты ассоциации NFC-Forum	Опрос или Прием	Кодирование	Модуляция	Скорость передачи данных	Несущая частота
NFC-A	Опрос	Модифицированный код Миллера	Амплитудная манипуляция (ASK) 100%	106 кбит/с	13,56 МГц
	Прием	Манчестерский код	Нагрузочная модуляция (ASK)	106 кбит/с	13,56 МГц ± 848 кГц (поднесущая)
NFC-B	Опрос	NRZ-L	Амплитудная манипуляция (ASK) 100%	106 кбит/с	13,56 МГц
	Прием	NRZ-L	Нагрузочная модуляция (BPSK)	106 кбит/с	13,56 МГц ± 848 кГц (поднесущая)
NFC-F	Опрос	Манчестерский код	Амплитудная манипуляция (ASK) 100%	212 / 424 кбит/с	13,56 МГц
	Прием	Манчестерский код	Нагрузочная модуляция (ASK)	212 / 424 кбит/с	13,56 МГц (без поднесущей)

1.1 Типы меток NFC

Метки NFC - это пассивные устройства, которые могут использоваться для связи с активными устройствами NFC. Предполагается, что теги NFC используются, например, для смарт-плакатов и других приложений, в которых небольшой объем данных может быть сохранен и перенесен на активные устройства NFC. Были представлены четыре основных типа меток с номерами от 1 до 4, каждый из которых имеет свой собственный формат и возможности. Эти типы форматов NFC-тегов основаны на стандартах ISO 14443 типов A и B и Sony FeliCa [1].

Теги (теги) могут быть интегрированы в различные темы: карты, наклейки, жетоны, прелести, браслеты и т. Д. Вы даже можете делать гвозди с помощью тегов NFC. Таким образом, теперь абсолютно любой объект, объект или поверхность могут стать носителем информации.

Использование тегов NFC не только открывает новые возможности в рекламной индустрии, но и значительно упрощает процесс электронных платежей. Для мгновенного платежа достаточно подключить устройство к этикетке - пластиковой карте или мобильному телефону - к терминалу NFC. Таким образом, вы можете покупать товары в магазинах, билеты в кино,

оплачивать общественный транспорт и т.д. После того, как средства списываются с банковского или мобильного счета, и лицо немедленно получает предупреждение об этом на своем мобильном телефоне.

Таким образом, NFC-тег также является высокотехнологичным инструментом, который позволяет вам буквально выполнять множество повседневных задач одним жестом.

Таблица 1.2 – Типы меток в NFC [1]

	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
Стандарт ISO/IEC	14443 A	14443 A	JIS 6319-4	14443 A/B
Совместимые изделия	Innovision Topaz	NXP MIFARE	Sony FeliCa	NXP DESFire и Smart-MXJCOP
Скорость передачи данных	106 кбит/с	106 кбит/с	212-424 кбит/с	106/212/424 кбит/с
Объем памяти	96 байт, возможность расширения до 2 кбайт	48 байт, возможность расширения до 2 кбайт	Переменный, макс. 1 Мбайт	Переменный макс. 32 кбайт
Защита от коллизий	Нет	Да	Да	Да

а) Существует несколько типов тегов NFC:

б) бумажные ламинированные самоклеящиеся этикетки NFC. Самая бюджетная версия представленных. Не подходит для использования на открытом воздухе. Этот тип меток имеет среднюю износостойкость;

в) прорезиненные самоклеящиеся метки NFC. Подходит для сидения на открытом воздухе. Не рекомендуется наносить на металл. Иметь среднюю износостойкость;

г) пластиковые самоклеящиеся метки NFC с покрытием ZM. Наилучший вариант установки на металлические поверхности, предпочтительно в помещении, отличается высокой износостойкостью;

д) ламинированные самоклеящиеся метки NFC с ферритовым слоем. Идеально подходит для нанесения на металлические конструкции внутри помещений, имеют высокую износостойкость. Над тегом вы можете применить специальную яркую печать, которая делает ее видимой даже в темной пыльной комнате.

1.2 Применение технологии

В наше время растет интерес различных представителей служб к технологии ближней связи (NFC). Комбинация NFC и сетей связи является привлекательной перспективой, особенно в области сотовой связи. Почти все новые смартфоны оснащены интерфейсом, поддерживающим NFC, что открывает новые возможности для внедрения многих функций. С 2014 года

производители смартфонов и других подобных гаджетов уже включают этот интерфейс в свои продукты, предоставляя ему достаточно мощную память и чипы, которые реализуют функции безопасности.

Объем приложений, которые могут быть разработаны путем объединения технологии NFC с возможностями мобильной связи, довольно обширен. Это различные схемы электронной торговли (в том числе продажа и контроль билетов на транспорт, развлечения и т.д.), а также различные платные и бесплатные справочные и информационные услуги, реклама, системы дистанционного управления и т.д. [2].

Таблица 1.3 – Области применения технологии NFC [2]

Область	Пример
Оплата с помощью мобильного телефона	Покупка билетов или оплата такси, работа с бесконтактными терминалами продаж (платежные системы), хранение чеков в памяти телефона
Телефон как электронный ключ	Для прохода в здание (контроль доступа), ключ к ПК, автомобилю и т.д.
Передача данных	Обмен электронными визитками, печать фотографий напрямую с фотоаппарата
Электронная блокировка	Доступ к глобальным сетям или Bluetooth
Доступ к данным	Загрузка расписаний с электронного табло на телефон, загрузка карт на телефон, считывание навигационных координат

На этом область применения данной технологии не ограничивается, ведь с развитием NFC ее популярность возрастает и захватывает новые сферы деятельности.

1.3 Стандарт ISO/IEC 14443

Для реализации проекта диссертации используется ISO / IES 14443 (ГОСТ Р ИСО / МЭК 1444Z). Этот стандарт описывает диапазоны частот, методы модуляции сигнала и протоколы передачи данных для короткодействующих бесконтактных (NFC) карт (до 10 см) на индуктивности, которые связаны магнитным полем.

Стандарт подходит для карт с коротким диапазоном считывания и высокой скоростью передачи данных. Чаще всего это рынок средств платежа и идентификации личности.

Самой известной реализацией стандарта стали карты Mifare. Он также используется в электронных паспортах и визах. Основываясь на этом

стандарте, технология NFC была разработана для двусторонней передачи сообщений и обмена информацией между различными устройствами.

Технические особенности:

- стандарт определяет использование свободной (не лицензируемой) полосы частот 13,56 МГц с использованием амплитудной модуляции и отклонения 850 кГц;

- диапазон действительности типичных карт и считывателей составляет от 5 до 15 см. Обмен данными происходит со скоростью: от 105 до 845 кбит/с.

Этот стандарт является одним из ряда стандартов, которые описывают параметры идентификационных карточек и их применение в обмене информацией.

Этот стандарт раскрывает физические характеристики карт с небольшим радиусом считывания. Стандарт не запрещает использование технологий на карте, которые также регулируются другими стандартами.

Стандарты включают в себя несколько типов бесконтактных карт:

- поверхностное действие;
- близкое действие;
- удаленное действие.

Таблица 1.4 – Стандарты ISO по частотному диапазону [29]:

Рабочая частота	Стандарт	Приложения
125 кГц	ISO 14223 ISO 11784	Разработаны для идентификации крупных объектов
13,56 МГц	ISO 14443 ISO 15693	Предназначен для бесконтактных смарт-карт
860-930 МГц	ISO 15961 ISO 15962 ISO 15963	Используется в бесконтактных метках для идентификации
2,4 ГГц	ISO 15962 ISO 15963 ISO 18000-6 ISO 18000-4	Бесконтактные метки для приложений логистики, идентификации товаров с увеличенной дальностью

Стандарт направлен на предоставление возможностей для работы карт близкой близости в присутствии других бесконтактных карт, соответствующих всем стандартам серии ISO / IEC 15693.

Этот стандарт применяется к ID-I ID-картам в соответствии с ГОСТ R ISO / МЕС 7810, работающим в непосредственной близости от устройства считывания терминала (карта с малой дальностью действия) и определяет требования к их техническим параметрам.

Стандарт включает 4 части, которые обозначаются цифрами 1-4.
Пример: ISO 14443-3:

- а) определяет физические стандарты карт и условия их нормального функционирования;
- б) устанавливает радиочастотные параметры и методы модуляции;
- с) устанавливает протокол для инициализации обмена (в основном процедура борьбы с столкновениями, то есть разделение нескольких карт в поле читателя);
- д) устанавливает протокол связи для обмена информацией.

Из стандарта следует, что через антенну считывающее устройство излучает несущую частоту $F = 13,56$ МГц и активирует карту в паузах во время обмена. Закрывая антенну ключом, начинается процесс передачи данных с карты. Это событие фиксируется приемником считывателя, в то время как карта имеет конденсатор, который обеспечивает передатчик энергией, когда антенна закрыта, и ФАПЧ, которая поддерживает часы в то время, когда невозможно получить несущую частоту.

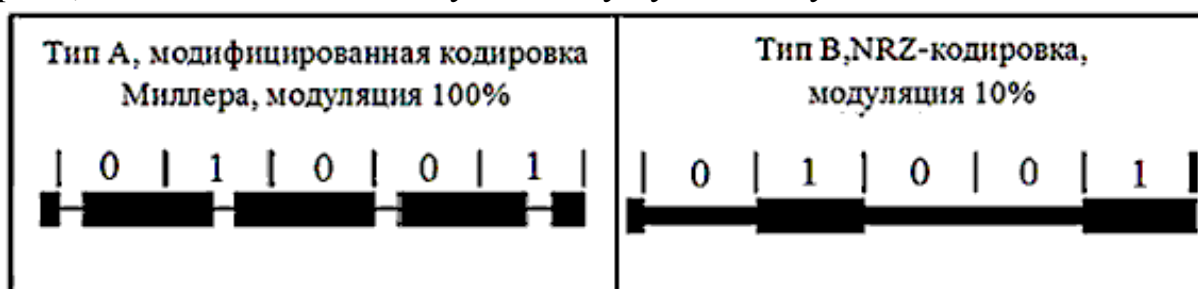


Рисунок 1.3 – Процесс кодирования карт А и В типа

В бесконтактных картах обмен данными может происходить с разной скоростью: $F / 128 = 106$ Кбит / с, $F / 64 = 212$ Кбит / с, $F / 32 = 424$ Кбит / с, $F / 16 = 847$ Кбит / с, такие карточки делятся на 2 типа: А и В. На карточке типа А информация передается с модифицированным кодом Миллера с модулем 100%, а на плате типа В данные передаются простым кодом NRZ с модуляцией 10%.

Ответ с карты типа А передается посредством модуляции поднесущей с кодом Манчестера со скоростью 106 Кбит / с, а с карты типа В - инверсией фазы поднесущей. В этом случае осциллограмма ответов карт типа А и В со скоростями выше 106 Кбит / с совпадает. Ответ передается инверсией фазы поднесущей (как на картах типа В). Процесс обмена данными с картой происходит со скоростью 106 Кбит / с. Инициатором обмена является терминальное оконечное оборудование. читатель, он отправляет команду, и после приема карта начинает ее выполнение.

Чтобы синхронизировать обмен, любой сигнал как от считывателя к карте, так и от карты к считывателю начинается с «0», а биты передаются в порядке возрастания младшего старшего.

Для управления картой есть 3 основных команды:

- 7-бит, команда для инициализации работы карты;
- команды без CRC;
- команды с CRC.

Сигнал с карты, принимая во внимание приоритет бит, выровнен по границе байта, то есть, если карточка отвечает, то количество переданных бит кратно 9.

Скорость 106Кбит/с $F_c/128$	Тип А модифицированная кодировка	Тип В NRZ-кодировка
	0 1 0 0 1	0 1 0 0 1
Скорость 212Кбит/с $F_c/64$	0 0 1 1 0 0 0 0 1 1	
Скорость 424Кбит/с $F_c/32$	0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0	
Скорость 817Кбит/с $F_c/16$	0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1	

Рисунок 1.4 – Иерархия скоростей карт типа А и В

1.4 Схемы модуляции и кодирования

В качестве схем модуляции используется амплитудная манипуляция (ООК) с различными коэффициентами модуляции (100% или 10%) и двоичная фазовая манипуляция (как в смарт-картах стандарта ISO/IEC 14443 В) [1].

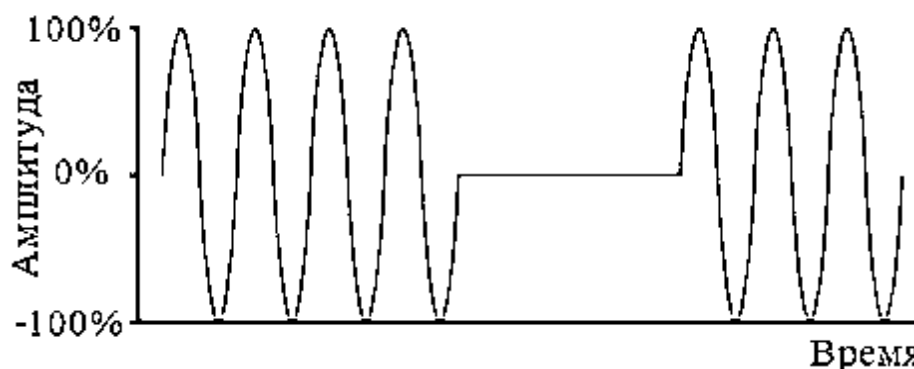


Рисунок 1.5 – Амплитудная манипуляция (ASK) со 100% коэффициентом модуляции

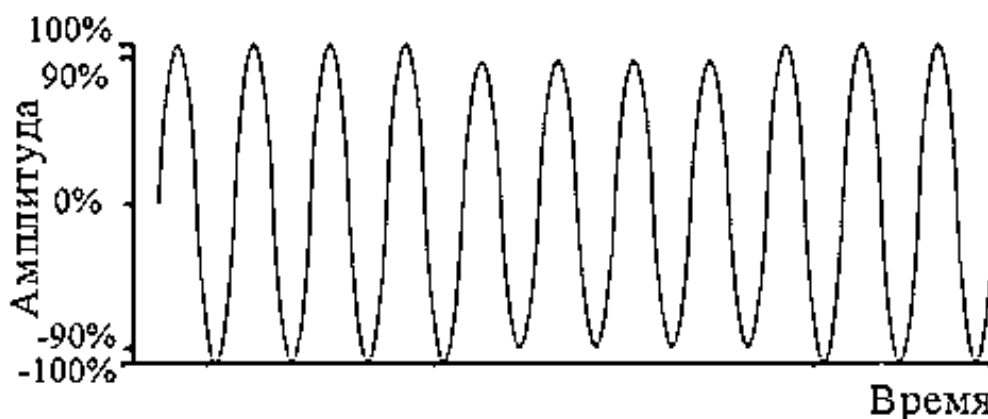


Рисунок 1.6 – Амплитудная манипуляция (ASK) с 10% коэффициентом

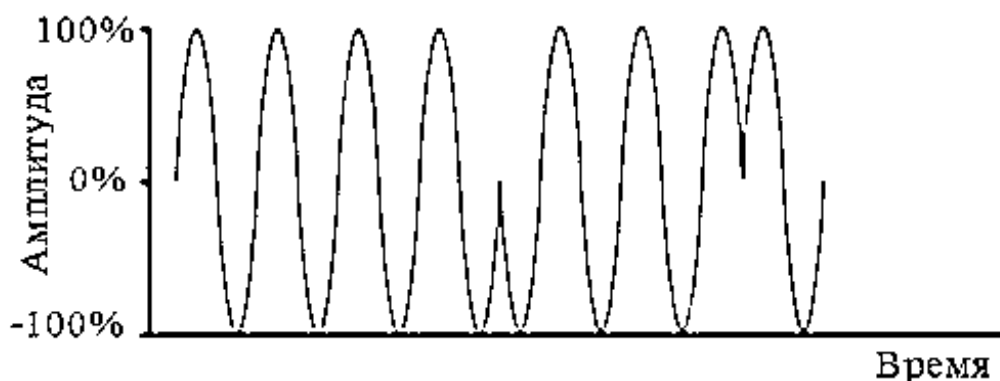


Рисунок 1.7 – Двоичная фазовая манипуляция (BPSK)

1.5 Сканер сигналов стандарта NFC

Активный считыватель постоянно излучает сигнал с частотой 13,56 МГц. Когда идентификатор попадает в зону обслуживания антенны считывателя, в его антенне индуцируется электрический ток, энергия которого затем подается на мощность идентификатора. Приемная антенна считывателя принимает сигнал переданного идентификатора на той же частоте, что и модулированный кодовый сигнал идентификатора. Читатель обнаруживает, обрабатывает, анализирует код идентификатора с проверками контрольной суммы, серийный номер идентификатора, вычисляет рабочий ключ и выполняет процедуру аутентификации.

Процесс обмена данными идентификатора и считывателя осуществляется в соответствии с ISO 14443 A.

Для запуска проекта используется считыватель NFC с функциями чтения и записи ACR-122U, который работает на частоте 13,56 МГц. Устройство разработано на основе технологии NFC от ACS. Устройство имеет интерфейс USB, который упрощает его использование.

Устройство считывает уникальный код, написанный на NFC-картах, брелоках и других тегах EM-Marine (рабочая частота 13,56 кГц, ASK-модуляция) без контакта и передает его на компьютер в виде набора цифровых символов, имитирующих их входные данные на клавиатуре. Таким образом, этот читатель может использоваться во всех программных

приложениях, для которых требуется пароль для авторизации. Это может быть, например, система учета, контроль доступа, контроль времени, система контроля цен на продажу товаров и услуг.

Для этого ПК должен поддерживать режим «устаревшего USB» клавиатуры, и этот режим должен быть активирован в системной BIOS компьютера.

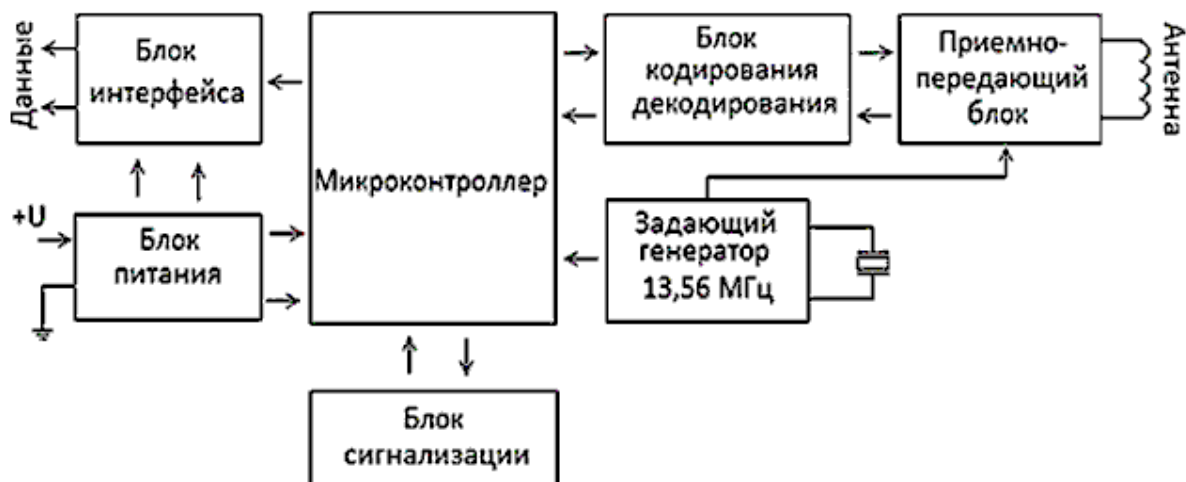


Рисунок 1.10 – Структурная схема NFC устройства

Особенности устройства:

- чтение и запись кодовых карт на 13,56 МГц (1К, 4К, Mifare Ultralight);
- возможность использования в дисконтных и платежных системах, ACS, идентификации, персонализации и в других проектах, основанных на технологиях RFID и NFC;
- совместимость с CCID;
- встроенная функция предотвращения столкновений (только одна карта считывается в случаях, когда представлено несколько карт).

ACR122U Mifare Card Reader - устройство бесконтактного считывания и записи карт с ПК, разработанное на основе бесконтактной (RFID и NFC) технологии с частотой 13,56 МГц. Соответствует стандарту ISO / IEC18092 для NFC, он поддерживает не только карты Mifare и ISO 14443 A и B, но также бесконтактные технологии NFC и FeliCa. Карта ACR122U NFC Mifare Readeris совместима как с CCID, так и с ПК / SC [1].

Таким образом, это устройство позволяет вам взаимодействовать с различными устройствами и приложениями со скоростью до 424 кбит / с и полной скоростью USB до 12 Мбит / с.

Чтобы читатель мог работать с компьютером, он должен быть подключен к любому доступному USB-разъему.

Если устройство сначала подключается к этому компьютеру (к этому USB-порту), вы должны дождаться, когда операционная система узнает и сконфигурирует новое устройство. Если сама система не может распознать устройство, необходимо установить соответствующий драйвер для правильной работы компьютера и устройства. Во время процесса установки

на экране компьютера появляется «Подключенное оборудование: RR08U_PROXIMITY RFID Reader», и светодиодный индикатор на панели считывателя начинает мигать. В зависимости от технических характеристик вашего ПК процесс начальной установки может занять до нескольких минут. На экране появляется «Новое оборудование установлено и готово для использования», и индикатор на считывателе будет гореть постоянно со средней яркостью. Это означает, что считыватель готов к использованию. Когда считыватель впоследствии подключается к этому USB-порту, процесс идентификации и настройки обычно занимает менее 10 секунд.

Таблица 1.5 – Основные технические характеристики ACR-122U [4]

Параметры	Значения
Вес	70 г
Интерфейс	USB Full Speed
Рабочее расстояние	50 мм (в зависимости от типа тега)
Напряжение питания	Регулируемый 5V DC
Ток питания	200 мА (при работе), 50 мА (режим ожидания), 100 мА (нормальный режим работы)
Рабочая температура	0-50 ° C
Рабочая частота	13,56 МГц
Смарт-карты Поддержка интерфейса	- ISO14443 тип A & B - Mifare - FeliCa
Соответствие Сертификаты	PC / SC, CCID, CE, FCC, VCCI Microsoft WHQL: 2000, Server 2003, XP, Vista, Server 2008, Server 2008 R2, 7
Поддержка операционной системы	- Win 98, Win ME, Win 2000, Win XP, Win Vista, Win 7, Win Server 2003, Win Server 2008 - Win XP, Win Vista, Win 7 , 2003 Win Server, Server 2, Win Server 2008 R2 - Windows CE 5.0 - Linux

1.6 Бесконтактные смарт-карты

Основные требования к современным бесконтактным картам, их устройству и принципу работы представлены в стандарте ISO 14443. Бесконтактные карты можно считывать на расстоянии 1-15 см от оконечного оборудования, что в большинстве случаев позволяет не удалять карту от вашего кошелька, когда нужно платить. Относительно низкая цена карт

позволяет использовать их на сайтах и предприятиях с большим количеством сотрудников и посетителей, таких как кинотеатры, метро или крупные офисы.

Работа бесконтактных карт основана на LC-схеме. В этой схеме основными элементами управления являются интегральная схема, катушка индуктивности и конденсатор. Считыватель создает электромагнитное поле, которое вызывает ток в индуктивности, заряжающем конденсатор, и, в свою очередь, передает его энергию в ИС. Микрочип, который получил энергию, передает данные из памяти карты в считыватель через индуктивность.

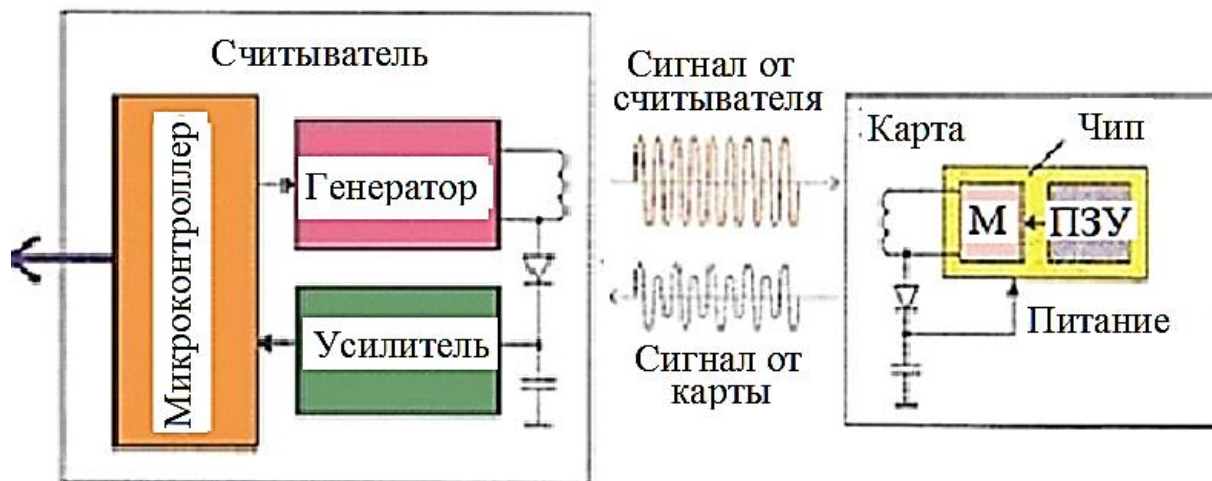


Рисунок 1.11 – Работа бесконтактных карт на LC-схеме.

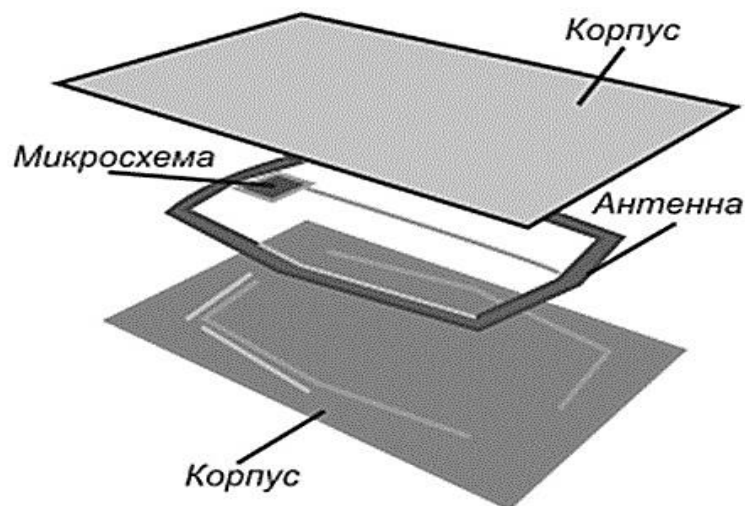


Рисунок 1.12 – Конструкция смарт-карты

Использование карт Mifare Classic подразумевает добавление стандарта ISO 14443A-3 с обязательной криптографической защитой информации, хранящейся на карте. Любая карта содержит 4-байтовый неизменный уникальный код для карты и 2 или 5 КБ данных, необходимых для хранения информации пользователя и конфигурации карты. Для защиты информации, хранящейся на карте, отвечает лицензированный криптографический

алгоритм Crypto-1. Характеристики карты Mifare Classic 1k указаны в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Технические характеристики Mifare Classic 1k и S50-TK4100

Параметры	Mifare Classic 1k	S50-TK4100
Частота	13.56 МГц	13.56 МГц
Протокол	ISO14443A, ISO/IEC 7816-5	ISO14443A
Размер EEPROM	1024 Байт	512 Байт
Хранение данных	10 лет	10 лет
Циклов перезаписи	1000000	600000

Бесконтактная смарт-карта имеет встроенную индуктивную антенну и микросхему, встроенную в корпус карты.

Чтобы защитить микрочип от ИС от механических повреждений, он устанавливается в специальный модуль, который соединяется с концами антенны. На рисунке показаны структурные элементы, которые являются частью бесконтактной смарт-карты на базе микропроцессора, а также архитектуры ее ИС (чипа).

Интегральная схема включает в себя 2 части - бесконтактный RF (RF) интерфейс и микроконтроллер. Схема радиочастотного интерфейса подключается к терминалам с использованием антенн с использованием смарт-карт и с использованием переменного электромагнитного поля, которое создает считывающее устройство для генерирования энергии для смарт-карты и обмена данными между картой и терминальным оборудованием.

Считыватель может передавать питание на карту, хотя между ними нет электрического контакта, это возможно благодаря радиочастотному излучению, которое может вызывать энергию в антенне транспондера. Высокочастотное поле представляет собой переменное электромагнитное поле. Когда переменное магнитное поле, проходящее через поверхность, ограниченную замкнутой цепью, способно индуцировать напряжение в этой цепи. Эта схема представляет собой небольшую антенную карту.

ISIM, URI, может служить в качестве информационного хранилища для сетевой аутентификации идентификаторов сигналов. Сетевой протокол при работе в сети идентификаторов имеет определенную степень защиты от различных воздействий и других угроз.

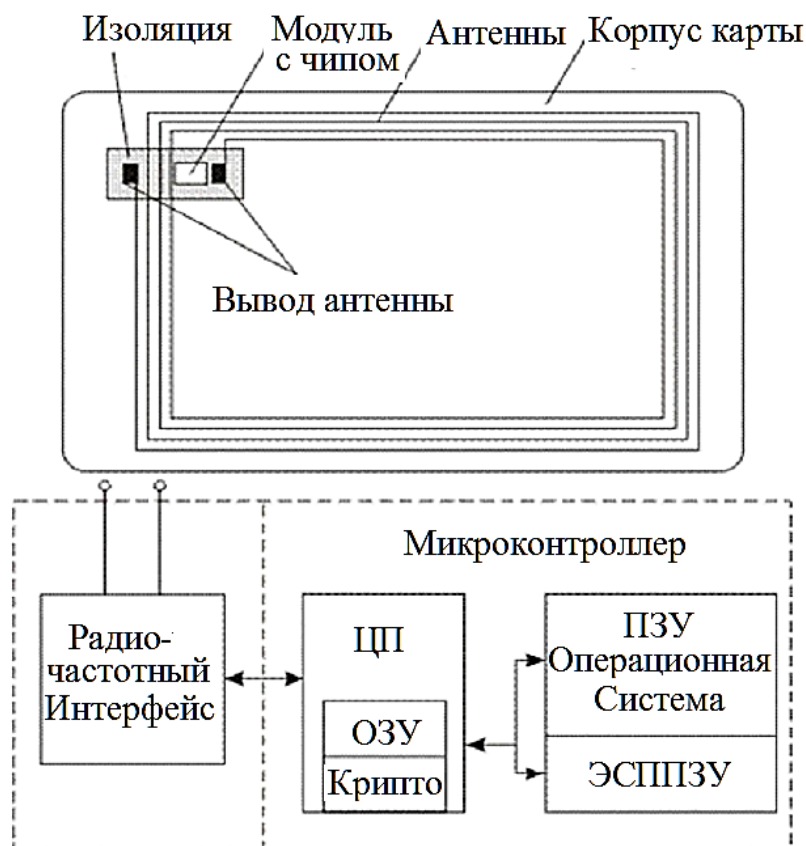


Рисунок 1.13 – Конструкция бесконтактной смарт-карты

Использование различных методов авторизации (PIN-коды и т. Д.) Не требуется для большинства служб, поскольку необходимый уровень безопасности может быть предоставлен другими способами с использованием вспомогательных служб безопасности. Большое значение имеет то, что для сбора средств в коммерческих транзакциях и доступа к различным услугам, которые необходимы для реализации отдельных прав на учет, абонент должен дать разрешение оператору собирать данные профиля. Однако мы должны принять меры для борьбы с мошенничеством, в соответствии с согласием пользователя, а не для того, чтобы направить вызов, поскольку могут быть признаки подделки. Обмен будет производиться в соответствии с предлагаемой схемой, это очень простой поставщик - оператор-оператор. АТР-оператор сети или поставщик услуг связи, используя необходимую для защиты традиционных сетевых операций, обеспечивает информационную безопасность в рассматриваемой схеме.

2 Расчетная часть

2.1 Расчет максимально допустимой дальности индуктивной связи

Магнитное поле можно разделить на ближнее и дальнее. Индуктивная связь при этом может осуществляться только в ближнем поле. Физическое

ограничение рабочей зоны ближнего поля можно определить дальностью индуктивной связи по формуле:

$$r_x \leq \frac{\lambda}{2\pi} \quad (2.1)$$

где λ - длина волны,

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.2)$$

где c - скорость распространения света, $c=300$ км/с;

f - частота переменного магнитного поля.

Найдем длину волны и дальность индуктивной связи.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^3}{13,56 \cdot 10^6} = 22,1 \text{ м,}$$

$$r_x \leq \frac{\lambda}{2\pi} \leq \frac{22,1}{2 \cdot 3,14} \leq 3,5$$

По расчетам видно, что для систем, которые работают в диапазоне 13,56 МГц, дальняя зона начинается на расстоянии 3,5 м от антенны считывателя, где индуктивная связь невозможна и в данном создании ближнего электромагнитного поля можно использовать рамочную антенну с круговой обмоткой из большого числа витков тонкого провода (рис. 2.1). Напряженность электромагнитного поля $H_R(x)$ излучаемого антенной считывателя рассчитывается по формуле:

$$H_R(x) = \frac{I_R N_R r_R^2}{2(r_R^2 + x^2)^{3/2}} \quad (2.3)$$

Количество ампер-витков ($I_R N_R$), необходимых антенне считывателя для создания заданной напряженности магнитного поля, зависит от расстояния между считывающим и абонентским устройством, а также от радиуса антенны оконечного терминального оборудования. Из выше представленной формулы следует:

$$I_R N_R = \frac{2 \cdot H_R \cdot (r_R^2 + x^2)^{3/2}}{r_R^2} \quad (2.4)$$

Эта формула позволяет вычислить необходимое количество ампер-витков ($I_R N_R$) для разных комбинаций радиуса антенны считывателя и дальности считывания.

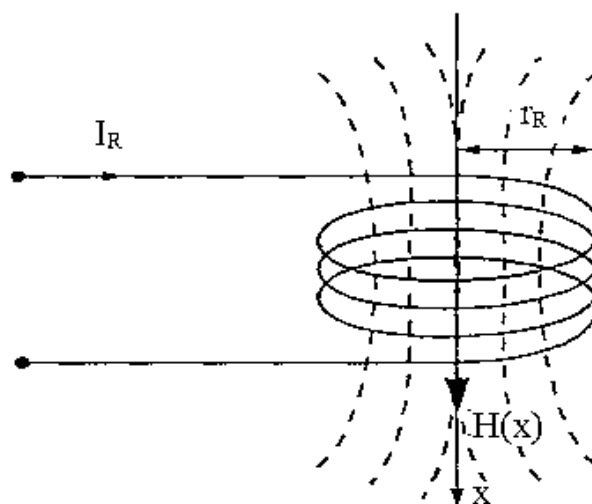


Рисунок 2.1 – Короткая цилиндрическая катушка индуктивности

Максимальная напряженность магнитного поля будет, когда задается следующая величина радиуса катушки индуктивности оконечного считывателя [5]:

$$A \cong \sqrt{2} \cdot x \quad (2.5)$$

Из формулы (2.5) видно, что радиус r_R должен быть примерно на 40% больше, чем желаемая дальность считывания x .

Зависимость напряжения H магнитного поля от радиуса кольцевой антенны при фиксированном расстоянии x до антенны транспондера представлена на рисунке 2.2. Обычно антенна считывается представляет собой контур из провода кольцеобразной формы. Когда ток проходит через кольцеобразный контур антенны, перпендикулярно плоскости этому контура генерируется магнитное поле.

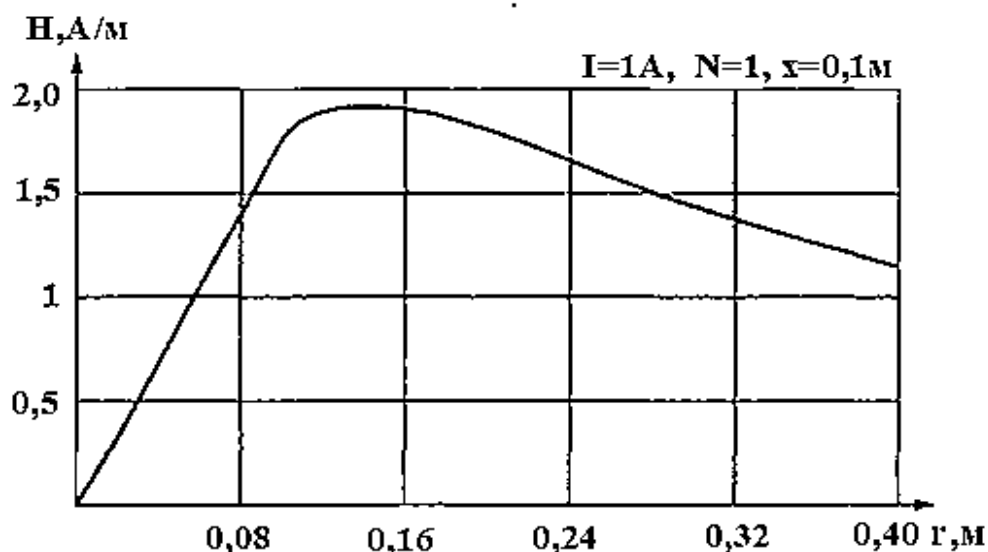


Рисунок 2.2 – График Зависимости напряженности H магнитного поля от радиуса r антенны

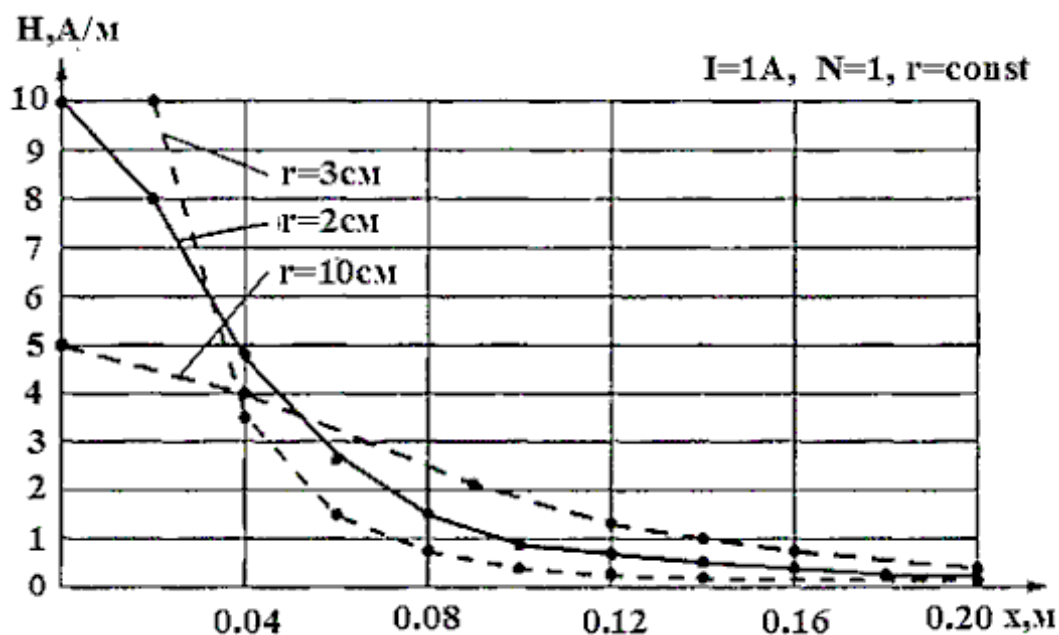


Рисунок 2.3 – График зависимости напряженности при трех различных значениях радиуса антенны

Зависимость напряженности H магнитного поля от расстояния считывания x при различных значениях радиуса антенны представлена на рисунке 2.3.

Протекающее через кольцевой контур магнитное поле, индуцированное электрическим током, определяется выражением:

$$B_R(x) = \mu_0 \cdot H = \frac{\mu_0 \cdot I_R \cdot N_R \cdot r_R^2}{2(r_R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2.6)$$

где μ_0 - константа магнитного поля, $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$.

Из формулы (2.6) следует, что при $x^2 \gg r_R^2$ плотность магнитного потока B_R определяется более упрощенным выражением:

$$B_R(x) = \frac{\mu_0 \cdot I_R \cdot N_R \cdot r_R^2}{2 \cdot x^3} \quad (2.7)$$

Далее разберем индуктивность L антенны. Индуктивность антенны в первую очередь определяется материалом и геометрией формы антенны. Учитывая значение магнитного потока [5]:

$$\Phi = \frac{L \cdot I}{N} = B \cdot S \quad (2.8)$$

Распишем выражение для расчета индуктивности L . Во многих считывателях принято использовать кольцеобразную обмотку считывателя

(рис. 2.4), и при этом получается простая зависимость, значение показателя степени 1,9 находится опытным путем:

$$L = \mu_0 \cdot N^{1.9} \cdot r \cdot \ln\left(\frac{r}{r_0}\right) \text{ при } \left(\frac{r}{r_0}\right) \ll 0,7 \quad (2.9)$$

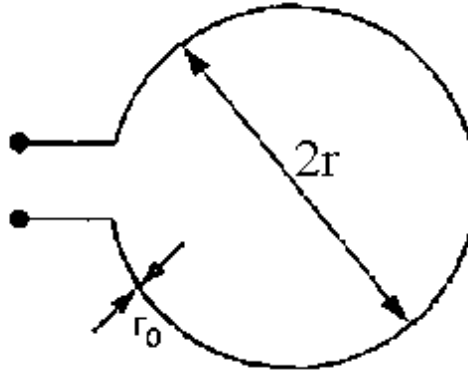


Рисунок 2.4 – Кольцеобразная обмотка антенны

Значение индуктивности антенны попадает в диапазон 350-500 мкГн. Полученные результаты хорошо согласуются со смарт-картами, в которые используют плоские круговые и прямоугольные обмотки, такие как платежные карты или карты контроля доступа [5].

2.2 Расчет напряженности электромагнитного поля

Найдем напряженность переменного электромагнитного поля, излучаемого антенной на расстоянии 4 см и магнитное поле, индуцированное электрическим током, протекающим через кольцевой контур, а также магнитный поток.

Для дальнейших расчетов применяются исходные данные представленные ниже.

Радиус антенны $r_R = 3$ см;

Количество ампер-витков $I_R N_R = 4$;

Расстояние до приемной антенны $x = 4$ см;

Константа магнитного поля $\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7} = 1,25 \cdot 10^{-6}$ Гн/м;

Площадь антенны $S = 2.826 \cdot 10^{-3}$ м²

Напряженность электромагнитного поля:

$$H_R = \frac{I_R N_R r_R^2}{2(r_R^2 + x^2)^{3/2}} \quad (2.11)$$

$$H_R = \frac{4 \cdot 0,03^2}{2(0,03^2 + 0,04^2)^{3/2}} = 14,4 \text{ А/м}$$

Магнитное поле:

$$B_R = \mu_0 \cdot H = \frac{\mu_0 \cdot I_R \cdot N_R \cdot r_R^2}{2(r_R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2.11)$$

$$B_R = 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 14,4 = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$$

Магнитный поток:

$$\Phi = \frac{L \cdot I}{N} = B \cdot S \quad (2.12)$$

$$\Phi = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 2,826 \cdot 10^{-3} = 5,087 \cdot 10^{-8} \text{ Вб}$$

2.2.1 Программная часть

Процесс нахождения напряженности электромагнитного поля и магнитного поля проводится в программе PascalABC.NET. Ввод исходных данных и вывод полученных результатов показан на рисунке 2.5. Листинг программы представлен в Приложении А.

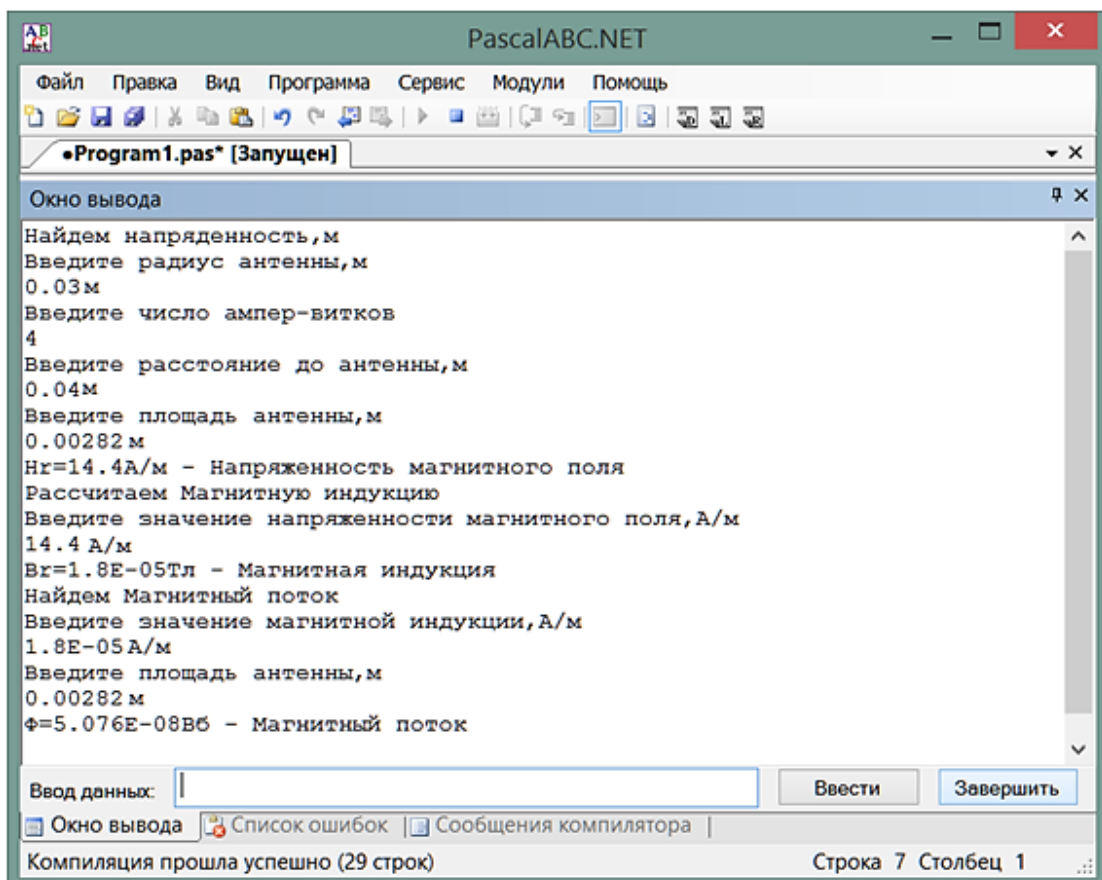


Рисунок 2.5 – Расчет напряженности электромагнитного поля и магнитного потока

2.3 Расчет помехоустойчивости и времени запаздывания

При передаче потока информации вероятность ее трансформации, при КП = 2 равна 10^{-6} .

Вероятность трансформации обычно зависит от объема информационного кода. Вероятность ошибки и кодового перехода d можно рассчитать по формуле [5]:

$$P_{\text{тр.р}} = 1 - \sum_{j=0}^{d-1} \frac{(nP_{\text{ош}})^j}{j!} e^{-nP_{\text{ош}}} = 1 - \sum_{j=0}^{d-1} \frac{(15 \cdot 10^{-3})^j}{j!} e^{-11 \cdot 0,001} \quad (2.13)$$

Тогда, если $P_{\text{тр. расч}} < P_{\text{тр. зад}}$

Длительность передачи информации от одного источника к другому определяется по формуле:

$$T_{\text{пер}} = \frac{L \cdot M}{B} \quad (2.14)$$

где L - длина посылки с учетом старта и стопа;

M - общее число посылок;

B - скорость передачи данных.

$$T_{\text{пер}} = \frac{18 \cdot 100}{9600} = 0,1875 \text{ с}$$

Для нескольких от источников информации N время одного цикла обмена находится по формуле [3]:

$$t_{\text{ц}} = T_{\text{пер}} \cdot N, \quad (2.15)$$

$$t_{\text{ц}} = 0,1875 \cdot 6 = 1,125 \text{ с}$$

Найдем среднее время запаздывания W [3]:

$$W = C + T_{\text{пер}} \quad (2.16)$$

где C - среднее время обслуживания одного сообщения.

При циклическом обслуживании для расчета среднего времени обслуживания C применяют формулу Хинчина – Поллачека [5]:

$$C = \frac{\lambda \cdot t_{\text{ц}}^2}{2(1 - \lambda t_{\text{ц}})} \quad (2.17)$$

где λ - интенсивность поступления новых заявок

$$C = \frac{10^{-3} \cdot 1,12^2}{2(1 - 10^{-3} \cdot 1,125)} = 0,000633 \text{ с}$$

$$W = 0,000633 + 0,1875 = 0,18833 \text{ с}$$

Получается $W_{\text{расч}} < W_{\text{зад}}$.

При использовании асинхронного метода передачи с использованием старт-стопного метода и без непосредственного воздействия на приемный тактовый генератор необходимо рассчитать относительный коэффициент его нестабильности по формуле [5]:

$$k = \frac{\varepsilon}{2 \cdot T_n \cdot B} \quad (2.18)$$

где ε - относительное искажение импульса, принимается не более 40%;
 T_n - время передачи информационной части сообщения без учета времени старта и остановки;
 B - скорость передачи.

$$T_n = \frac{n}{B} \quad (2.19)$$
$$T_n = \frac{19}{9600} = 0,00197 \text{ с}$$

Тогда,

$$k = \frac{40}{2 \cdot 0,00197 \cdot 9600} = 1,0575\%$$

Следует отметить, что цифровое кодирование данных осуществляется с использованием потенциальных и импульсных кодов.

Коды потенциалов для представления логических единиц и нулей требуют только значения потенциала сигнала, а его отличия, которые формируют конечные импульсы, не играют важной роли. С помощью импульсных кодов можно представлять двоичные данные либо импульсами определенной полярности, либо частью импульсов на разницу в значении потенциала в определенном направлении.

При использовании потенциального кода важным параметром является значение уровня напряжения или потенциал сигнала.

Часто логическое кодирование используется для повышения производительности потенциального кода. Это позволяет сократить последовательность байтов. Соответственно, постоянная составляющая уже имеет меньший показатель степени.

Основной код - это потенциальный код, который не имеет возврата к нулю, потому что его проще реализовать. Этот код может хорошо распознавать ошибки, благодаря двум резко разным потенциалам и в то же время имеет низкую несущую частоту [5].

2.3.1 Программная часть

Расчет времени передачи, обслуживания и запаздывания информации проводится в программе PascalABC.NET. Ввод исходных данных и вывод полученных результатов показан на рисунке 2.6. Листинг программы представлен в Приложении Б.

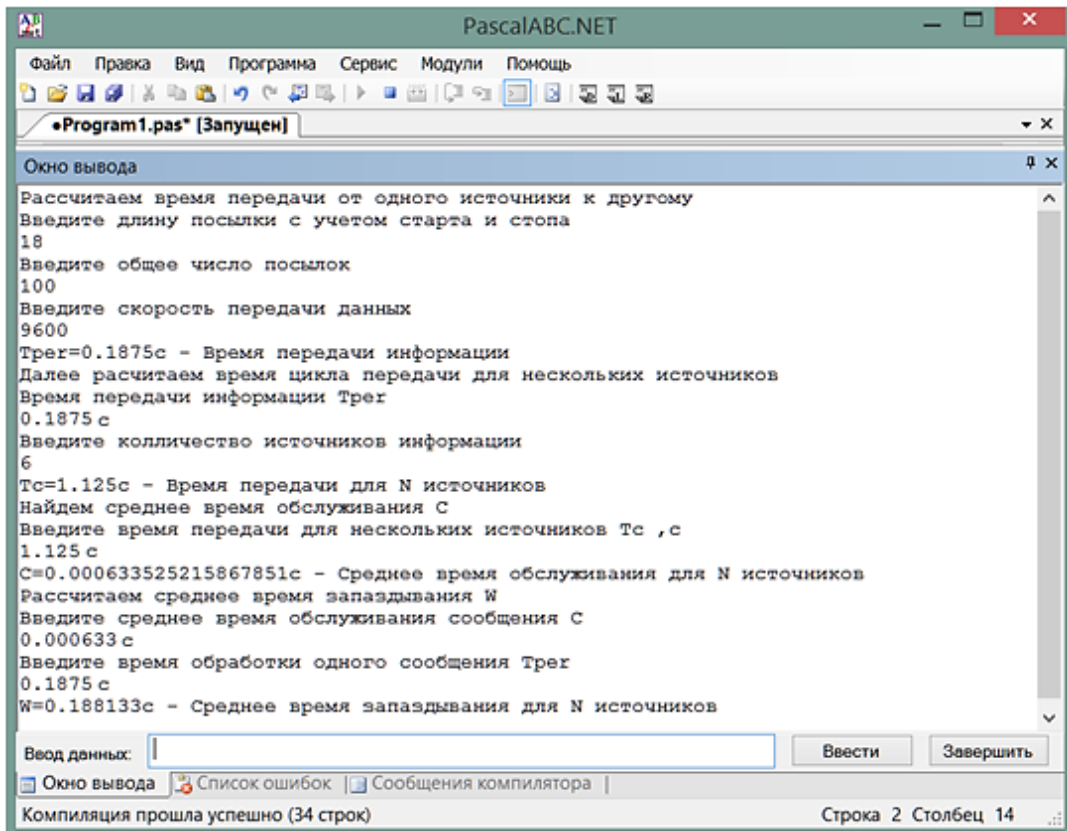


Рисунок 2.6 – Расчет времени передачи, обслуживания и запаздывания информации

2.4 Расчет шумов

Во время передачи потока данных передаваемые сигналы всегда подвергаются воздействию различных шумов и других факторов. Сигналы шума являются основным ограничивающим фактором систем связи.

Шум можно разделить на 4 категории:

- тепловой шум;
- интермодуляционный шум;
- перекрестные помехи;
- Импульсный шум.

Тепловой шум является следствием теплового движения электронов. Источником такого рода помех являются электрические устройства, а также окружающая среда, которая влияет на электромагнитные сигналы. Такой шум является функцией температуры и имеет равномерное распределение по частотным спектрам, поэтому этот шум называется белым шумом. Это верхний предел реализации систем связи, и поэтому тепловой шум не может быть удален.

Тепловой шум, который существует в полосе частот 1-2 Гц, можно найти из выражения:

$$N_0 = k \cdot T, \quad (2.25)$$

где N_0 - плотность мощности шумов;

k - постоянная Больцмана, $k - 1,3803 \cdot 10^{-23}$ Дж/К;

T - температура в Кельвинах (абсолютная температура).

Считается, что шум не имеет зависимости от частоты. Исходя из этого тепловой шум, в полосе диапазонов Гц, можно выразить:

$$N_0 = k \cdot T \cdot B \quad (2.26)$$

Запишем данное выражение, используя децибел-ватты:

$$N - 10\lg k + 10\lg T + 10\lg B \quad (2.27)$$

Ширину канала NFC примем равной 5 МГц, отсюда по формуле (3.27):

$$N = 10\lg 1,38 \cdot 10^{-23} + 10\lg 293 + 10\lg 5 \cdot 10^6 = 137 \text{ Вт/Гц}$$

Сигналы с разными частотами передаются в одной и той же среде, могут возникать интермодуляционные шумы. Интермодуляционный шум - это помеха, которая возникает на частотах, представляющих сумму, разность или произведение частот, представленных сигналами исходной информации.

Интермодуляционный шум может возникать на промежуточной частоте или из-за нелинейности приемника и передатчика. Как правило, все эти компоненты умножаются на постоянную входную мощность. Линейные системы являются функцией входной мощности для создания более сложной функции. Чрезмерное использование этих факторов может привести к неисправности одной из частей усилителя сигнала. В этих случаях основным препятствием сигнала являются частоты интермодуляции (суммы и разности частот).

2.5 Использование NFC-меток для автоматизации опций мобильного устройства

В настоящее время у каждого из нас есть современный смартфон со встроенным модулем NFC, который позволяет сделать кошелек с простого телефона, предназначенного для звонков, другими словами, с помощью этой технологии телефон может заменить многие вещи, например: клавиши и карты доступа, электронные платежные карты и проездные билеты и т. д. Достаточно просто установить дополнительный модуль NFC и ярлык на корпусе телефона.

В этом случае я решил использовать NFC-теги, т.е. метки, изготовленные из полиэтилена, задняя сторона клеится на мобильное устройство со встроенным модулем NFC. Главная задача - предложить возможности применения этой технологии в различных сферах нашей жизни.

Можно отметить, что каждый год в мире происходит ускорение процессов, как информационных, так и повседневных, существует потребность в автоматизации и модернизации процессов, которые мы сейчас выполняем механически, что занимает больше времени.

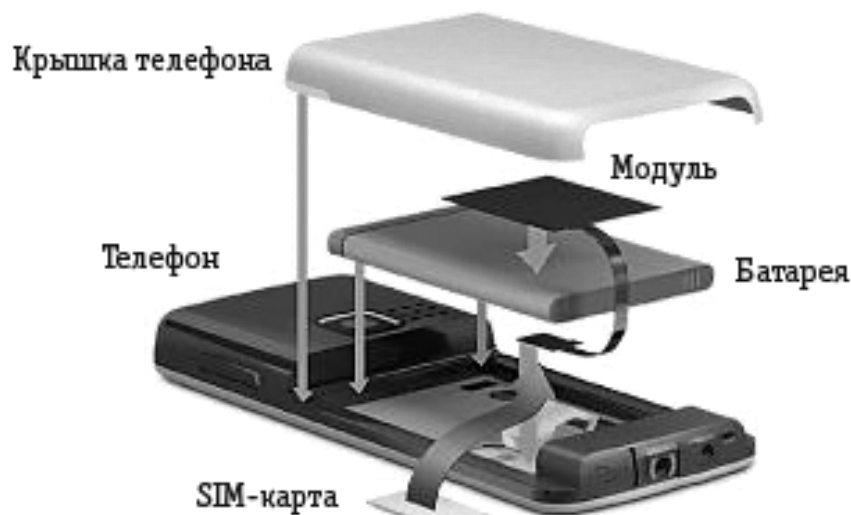


Рисунок 2.7 – Интеграция NFC модуля в мобильный телефон

2.6 Выбор NFC метки

Для точного выбора тегов NFC вам нужно знать объем их использования, для каких целей и как их использовать. В этом случае метки следует выбирать на основе удобства их использования, срока службы и возможности повторного использования. Чтобы правильно выбрать ярлык, необходимо учитывать такие характеристики, как:

- форм фактор;
- тип метки;
- объем хранения данных.

2.6.1 Тип NFC метки

Метка должна быть выбрана из одного из трех основных типов: RO, WORM или RW. В этом случае рекомендуется выбрать метку типа RW, так как она позволяет вам повторно удалять и перезаписывать данные. Поскольку для прикладной системы не требуются специальные свойства метки, и все потребности удовлетворяются, выбирая пассивную метку. Эта метка не требует наличия большой памяти или источника питания для самостоятельного начала сеанса обмена данными.

Пассивные метки удобны и удобны в использовании, а также имеют довольно компактные размеры, но их основным преимуществом является низкая цена, которая в среднем составляет 260 тг. Можно с уверенностью утверждать, что цена на них уменьшится вместе с дальнейшим развитием этой технологии.

Из-за высокой стоимости активных меток их использование становится невыгодным, а использование полупассивных (полуактивных) тегов также не подходит по причинам, указанным выше.

2.6.2 Объем хранения данных

Если говорить о объеме хранения данных, необходимо рассмотреть, какие конкретные действия должен выполнять ярлык. Следовательно, цена ярлыков и возможность их использования напрямую зависят от количества записанной информации.

Таблица 2.1 – Технические характеристики NFC меток

Описание	Ultralight	Ultralight C	Standard 1K	NTAG203
Объем общей памяти	68 байт	194 байт	1024 байт	164 байт
Используемая память	48 байт	139 байт	718 байт	139 байт
Длина URL ссылки	43 символов	134 символов	256 символов	134 символов
Длина Текстового сообщения	37 символов	130 символов	709 символов	130 символов
Преимущества	Экономичность, короткие ссылки, смарт-постер и общее NFC применение	Для приложений с обязательным шифрованием	Рекомендованы для большинства общих применений NFC и при высоких нагрузках	Последний чип, лучшее исполнение. Лучший для всего начиная от маркетинга до приложений для запуска задач.

Метки, способные работать в радиусе 1-15 см, имеют примерно одинаковые характеристики, и лучшим выбором является этикетка NTAG203, так как объем ее памяти полностью соответствует требованиям.

3 RFID-технология и ее особенности

В последнее время из-за их очевидных преимуществ по сравнению с аналогичными системами автоматической идентификации технология RFID охватывает все большие сферы деятельности. Например, они часто используются в качестве бесконтактной смарт-карты, а на складах используются метки RFID для отслеживания товаров, получения и ускорения отправки процессов, повышения надежности и прозрачности операций и уменьшения ошибок, зависящих от человеческого фактора. RFID обеспечивает защиту от кражи и подделки. В своей работе я хочу предложить использовать RFID в аэропортах для создания системы сортировки и отслеживания багажа. Использование такой системы поможет решить

проблему с потерей багажа и сократить количество работающих сотрудников, что весьма выгодно в финансовом выражении.

3.1 Состав и описание основных компонентов RFID- технологии

Система RFID представляет собой интеграцию многих различных компонентов, которые выполняют определенную задачу. Принцип работы всех RFID-систем одинаковый и довольно простой.

Система RFID состоит из следующих компонентов [6]:

- ярлык или ярлык (обязательный компонент любой системы RFID);
- терминальное приемное оборудование или считывающее устройство (также обязательный компонент);
- антенный считыватель (обязательный компонент, некоторые считыватели оснащены встроенной антенной);
- контроллер (важный компонент, но он встроен в большинство читателей нового поколения);
- датчик, более эффективное и аварийное устройство (эти устройства в основном используются для ввода и вывода внешних сигналов);
- компьютерная система и программное обеспечение (теоретически система RFID может функционировать независимо от этого компонента, на практике без нее система RFID становится практически бесполезной);
- инфраструктура связи (один из основных компонентов, который соединяет как проводную, так и беспроводную сеть, необходимо подключить ранее перечисленные компоненты и исправить обмен информацией между узлами системы).

3.2 Основные виды и принцип работы RFID-меток

Технология RFID была разработана в 1970 году, но до недавнего времени она считалась слишком дорогой для широкого использования. Первоначально метки RFID отслеживались крупными объектами, например, железнодорожными вагонами, которые перевозились на большие расстояния. Такие метки назывались индуктивно связанными метками RFID и представляли собой сложную комбинацию металлических полос, антенн и стекла [7].

Индуктивно-связанные RFID-метки, работающие от энергии магнитного поля, генерируемого RFID-считывателем. Название «индуктивно связанное» происходит от процесса преобразования магнитного поля в электрический ток в проводнике.

Такие этикетки были очень дорогими в производстве и в целях снижения производственных издержек создавались емкостные метки. Это одноразовые этикетки, которые можно использовать на более дешевых товарах, которые сделают их такими же распространенными, как штрих-коды. Для передачи данных в емкостно-меченых бирках вместо металлических лент использовались проводящие углеродные краски, которые применялись к

бумажным этикеткам, а затем сканировались считывателями [7]. Первыми тегами, использующими эту технологию, являются метки BiStatix RFID от Motorola. Эти метки имели кремниевый чип шириной 3 мм, который встроен в корпус с возможностью хранения 96 бит информации.

Новые разработки включают активные, полуактивные и пассивные метки RFID. Эти ярлыки состоят из двух частей: микрочипа, антенны и аккумулятора, если ярлык активен или полу активен и может хранить до 2 килобайт данных. Все компоненты этикетки установлены в силиконовом или пластмассовом корпусе для защиты от внешних факторов и механических повреждений.

На базовом уровне все теги работают одинаково [7]:

- микрочип метки RFID содержит информацию для чтения;
- метка антенны получает электромагнитную энергию, которая излучается считывателем;
- используя полученную энергию из электромагнитного поля считывателя, метка передает радиоволны обратно читателю;
- терминальное оборудование, т.е. Читатель получает радиоволны тега и интерпретирует их как значимые данные.

В настоящее время активные, полуактивные и пассивные метки RFID заменили индуктивно-связанные и емко-связанные.

3.2.1 Классификация RFID-меток

Пассивная метка.

RFID метка этого типа не содержит встроенный источник питания (например, аккумулятор) и вместо этого использует энергию, излучаемую считывателем для его питания и передачи данных [5]. Структурно пассивная метка RFID очень проста и не содержит движущихся частей, благодаря чему такие ярлыки имеют большой срок службы и, в целом, хорошо переносят воздействие условий окружающей среды. Например, некоторые пассивные метки могут переносить эффекты различных химических веществ, таких как кислоты, и способны выдерживать температуры до 250 ° C.

В процессе обмена информацией в направлении от метки к считывателю терминал сначала считывает сообщение, а затем метка отправляет ответ. Для работы с такими ярлыками требуется читатель.

Пассивные метки обычно меньше активных или полуактивных тегов. Расстояние считывания может составлять от нескольких сантиметров до десятков метров.

Цена пассивной метки RFID также обычно меньше стоимости активной или полуактивной метки.

Бесконтактная смарт-карта является специальным типом пассивной метки RFID и находит свое приложение в различных областях (например, в качестве идентификационных знаков в системах безопасности и клиентских картах в системах купли-продажи).

Данные, записанные на этой карте, могут быть прочитаны только в непосредственной близости от читателя. Для чтения нет необходимости в физическом контакте карты с читателем [8].

В состав пассивной метки входят следующие основные компоненты [8]:

- микрочип;
- антенна.

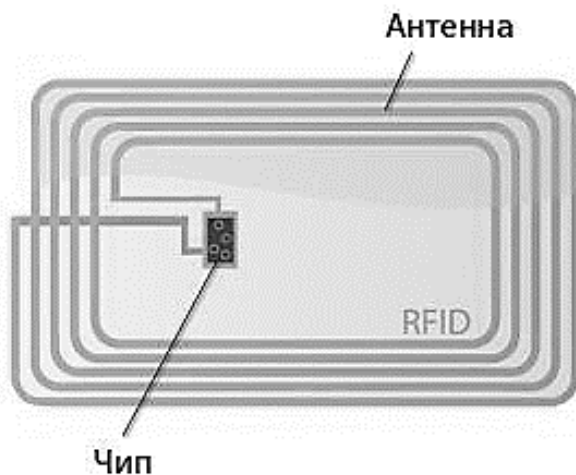


Рисунок 3.1 – Пассивная метка

Активная метка.

В активных метках RFID имеется внутренний источник питания (например, химическая батарея, но есть и другие источники, такие как солнечная батарея) и электроника для выполнения специализированных задач. Активная метка использует свой внутренний источник питания для передачи данных тегов читателю [8]. Во время процесса обмена данными энергия, излучаемая считывателем, не требуется. Активные метки RFID имеют встроенные микропроцессоры, дополнительные датчики и порты ввода-вывода, которые питаются от внутреннего источника. Такие метки имеют гораздо более широкий охват, поскольку они могут не только переносить записанную информацию, но и самостоятельно собирать новые данные. Например, такие метки могут использоваться для измерения температуры окружающей среды и получения информации о средней температуре. Затем, анализируя представленные данные, эти теги могут использовать полученную информацию для вычисления дополнительных параметров - например, даты истечения срока действия товаров, на которых они расположены. Кроме того, ярлык может передавать эту информацию читателю (вместе со своим специальным идентификатором). Активная метка сбоку выглядит как компьютер с беспроводной связью, который имеет вспомогательные устройства (типичные для сенсорной системы).

Во время передачи информации от тега читателю, с этим типом метки, соединение всегда инициализируется ярлыком с дальнейшим участием конечного считывателя. Поскольку для передачи данных не требуется

наличие считывателя, активная метка может передавать данные в среду даже в отсутствие считывателя.

Активная метка, которая непрерывно передает данные в присутствии считывателя и когда она недоступна, также называется передатчиком. Считыватель выводит такую метку из состояния ожидания, отправив соответствующую команду. Это состояние экономит заряд батареи, поэтому ярлык этого типа обычно имеет более длительный срок службы, чем активная метка [8].

Также стоит упомянуть, так как такая метка передает данные только по требованию, уровень радиочастотных помех в среде уменьшается. Этот тип активной метки называется передатчиком-приемником (или приемопередатчиком). Расстояние считывания активной метки может составлять 30 м или более при использовании активного передатчика такой метки.

Активная метка состоит из следующих компонентов [8]:

- микрочип. Размер и функциональность микропроцессора обычно превышают размеры микрочипов пассивной метки;

- Антенна. Он имеет форму радиочастотного модуля, который может передавать сигналы меток и получать в ответ сигналы устройства считывания терминала. В полуактивной этикетке он состоит из тонкой полосы металла (например, меди) и похож на пассивную метку антенны;

- внутренний источник питания (аккумулятор);

- Внутренняя электроника (встроенные микропроцессоры, датчики и порты ввода / вывода).

Срок службы активной метки составляет от 2 до 7 лет. В этом случае многое зависит от типа встроенных батарей, тем больше срок службы батареи и, следовательно, срок службы метки [8].

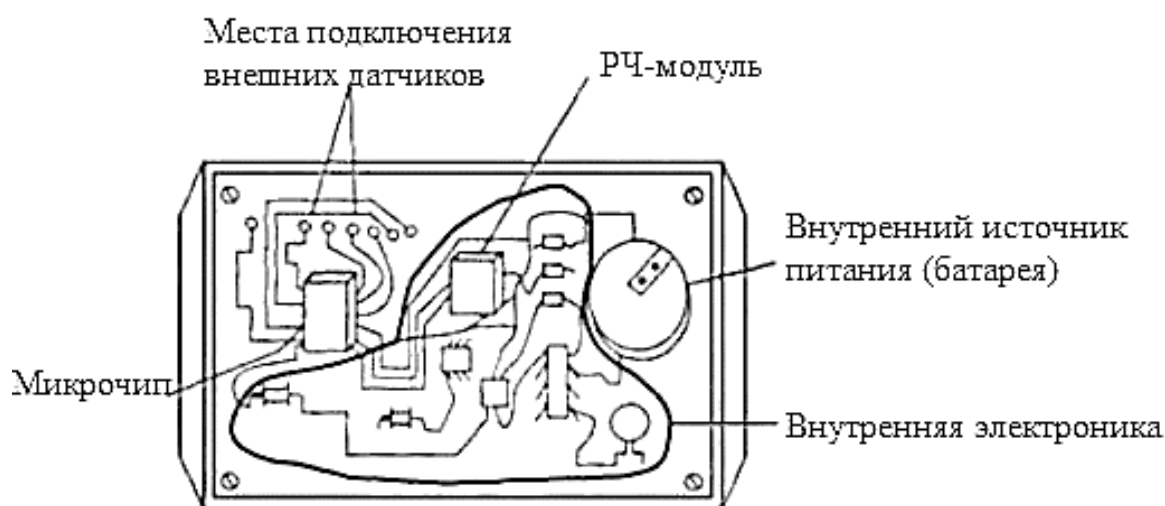


Рисунок 3.2 – Активная метка

Полуактивные (полупассивные) метки.

Полупассивные метки (иногда называемые полуактивными метками) близки к пассивным характеристикам, но они оснащены собственным силовым элементом [9]. Как и пассивные теги, они не могут инициировать общение самостоятельно. Чтобы активировать ярлык, он должен получить сигнал от сканера. Однако, чтобы усилить ответ, полупассивная метка использует энергию своей батареи. Это увеличивает диапазон действия метки, а также позволяет передавать больше информации, чем пассивные метки. Минусы таких ярлыков отличаются большей стоимостью и ограниченным сроком службы (срок службы зависит от батареи).

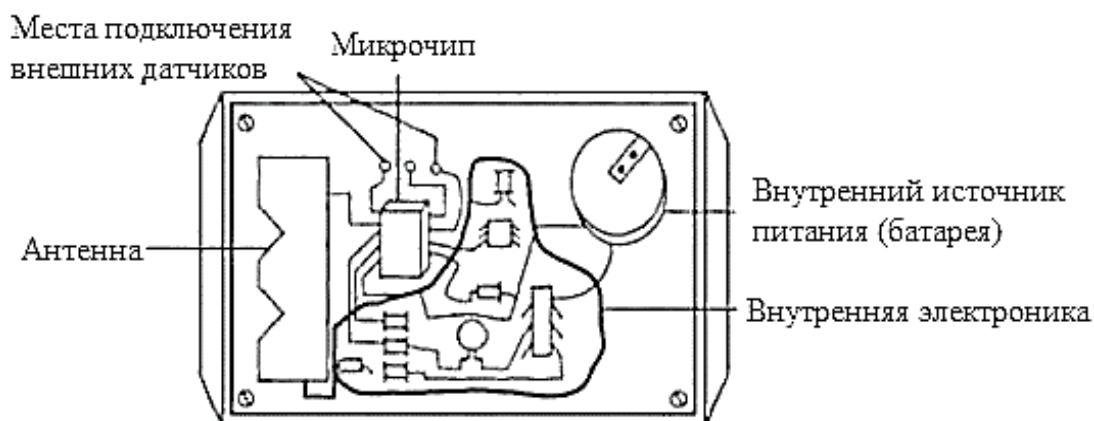


Рисунок 3.3 – Полуактивная метка

3.3 RFID-считыватель

RFID-считыватели или устройства для извлечения (чтения) и обработки данных из RFID-меток. RFID-считыватели распространяются в космических радиоволнах, которые принимаются радиобаберой, передающей ее идентификационный номер в ответ на сигнал терминала [10]. В случае пассивных меток RFID энергия, излучаемая считывателями RFID, также используется для активации и питания тега, который позволяет ему отправлять данные считывателю.

3.4 Стандарты RFID-технологии

Первым, кто разработал и выпустил метки RFID, были Philips, который разработал I-Code 1, а затем теги I-Code SLI. Первый стандарт RFID - стандарт ISO 15693, специально предназначенный для устройств и систем в области идентификации и маркировки. Стандарт основан на частоте 13,56 МГц. Диапазон действия между считывателем и меткой составляет около одного метра, максимальная емкость памяти тега - 8 килобайт.

Теги RFID могут поддерживать функцию защиты от краж [11].

Нормативный акт состоит из трех частей, обозначенных цифрами 1,2,3. Пример: ISO15693-3:

а) устанавливает физические стандарты карт и определяет условия их правильной работы;

б) устанавливает радиочастотные параметры и необходимые методы модуляции;

с) характеризует процесс инициализации (в основном это процедура предотвращения столкновения - разделение нескольких карт в поле считывателя), он также содержит протокол передачи информации и устанавливает структуру данных.

В разных ситуациях смарт-карты могут использовать неполный стандарт, заменяя ненужный протокол обмена данными своим собственным специализированным протоколом [11]. В таких случаях подтверждается, что карты соответствуют стандарту ISO 15693-2.

3.4.1 Стандарты ISO по частотному диапазону

Устройство RFID-систем выполняет процесс обмена информацией с помощью радиочастотного электромагнитного излучения, поэтому скорость передачи данных рабочих устройств должна строго регулироваться так, чтобы во время работы они не вызывали помехи в службах экстренного реагирования, у других операторов связи, телевидения и радио.

В каждой стране радиочастоты первоначально использовались по-разному. Однако создание единой системы радиочастотной идентификации в замкнутом контуре приведет к бессмысленному расходованию сил и активов, и все это привело к созданию совместимых и предварительно сконструированных систем и использованию стандартных полос частот. Системы радиочастотной идентификации (RFID) работают в широком диапазоне частот от длинной до микроволновой, т.е. от 120 кГц до 2,4 ГГц [12]. В данное время используются следующие диапазоны частот, установленные стандартами [12]:

- низкочастотный диапазон т.е. НЧ – 125-138 кГц;
- высокочастотный диапазон т.е. ВЧ – 13,56 МГц;
- ультравысокочастотный т.е. УВЧ – 860-960 МГц;
- микроволновый диапазон – 2,4 ГГц.

3.4.2 Низкие частоты (НЧ) – 125-138 КГц

В зарубежных источниках низкие частоты вызывают LF RFID (т.е. Low Frequency). Оборудование для чтения и радиозкраны этого типа появились в начале 80-х годов XX века и до сих пор широко используются сегодня [12].

Для этого диапазона частот RFID нет общепринятых стандартов. Это приводит к использованию различных схем модуляции сигнала и различных типов кодирования передаваемых данных. Этикетки этого диапазона имеют низкую стоимость и довольно распространены. Основные характеристики меток, работающих на низких частотах, представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Низкие частоты (НЧ, LF) – 125-134 кГц [12]

Характеристика	Значение
Максимальное расстояние считывания	От 1 до 60 см.
Скорость передачи данных радиометка -считыватель	Около 9500 бит/сек.
Характеристика	Значение
Наличие антиколлизии	Есть, но не у всех микросхем
Объем памяти радиометки	64-1024 байта
Существующие типы радиометок	Диски, цилиндры, стеклянные капсулы, RFID гвозди, RFID-болты, корпусные метки, брелоки
Существующие типы считывателя	Стационарные моноблоки, стационарные с выносной антенной, настенные считыватели
Рекомендаций по выбору меток и оборудования	Необходимо убедиться, что в списке указан совместимый формат радиометки.

3.4.3 Высокие частоты (ВЧ, HF) – 13,56 МГц

Высокие частоты в иностранных источниках обозначаются HF (High Frequency). Это рабочая частота, для которой впервые введены общемировые стандарты ISO 14443 (proximity-карты) и ISO 15693 (vicinity-карты) [12]. Основные характеристики представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Высокие частоты (ВЧ, HF) – 13,56 МГц [12]

Характеристика	Значение
Максимальное расстояние считывания	От 1 до 110 см.
Скорость передачи данных	32-64 кбит/сек.
Наличие антиколлизии	Есть
Объем памяти радиометки	16384 байта
Существующие типы радиометок	Диски, брелоки, БСК, смарт-карты
Существующие типы считывателя	Стационарные моноблоки, стационарные с выносной антенной, настенные считыватели

3.4.4 Ультравысокие частоты (УВЧ, UHF) – 860-960 МГц

Обозначение этой полосы частот - UHF (Ultra High Frequency). В связи с ограничением радиочастотного спектра в Европе метки данной версии работают на частоте 865-868 МГц, с мощностью сигнала до 0,5 Вт и переключение каналов в пределах частотного диапазона. оснополагающими стандартами в этой области являются EPC и ISO 18000-6 [12]. Основные характеристики представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Ультравысокие частоты (УВЧ, UHF) – 860-960 МГц [12]

Характеристика	Значение
Максимальное расстояние считывания	От 1 до 20 см.
Скорость передачи данных радиометка-считыватель	До 256 кбит/сек.
Наличие антиколлизии	Есть, до 140 меток в сек.
Объем памяти радиометки	128-1024 бит (ISO) 32 или 96 бит (EPC)
Существующие типы радиометок	Корпусные метки для металлических предметов, смарт-этикетки
Существующие типы считывателя	Стационарные моноблоки, стационарные с выносной антенной, ручные считыватели
Рекомендаций по выбору меток и оборудования	Необходимо убедиться, что считыватель и метка используют один стандарт, для EPC нужен EPC Glass 0, 0+, 1, G2

3.4.5 Микроволны (SHF) – 2,4 ГГц

Основным стандартом для этого типа этикетки является ISO / IEC 18000-4. Метки такого типа уже довольно давно используются в промышленной автоматизации, электронных платежных системах сбора и системах контроля доступа. В этом частотном диапазоне в основном используются активные или полупассивные радио теги, что во многом ограничивает рамки их использования [12].

Таблица 3.4 – Микроволны (SHF) – 2,4 ГГц [12]

Характеристика	Значение
Максимальное расстояние считывания	От 1 до 14 м.
Скорость передачи данных радиометка-считыватель	До 196 кбит/сек.
Наличие антиколлизии	Есть.
Объем памяти радиометки	Есть, от 16 бит до 128 кбит
Существующие типы радиометок	Корпусные метки для металлических предметов
Существующие типы считывателя	Стационарные моноблоки, стационарные с выносной антенной, ручные считыватели
Рекомендаций по выбору меток и оборудования	Радиометка и считыватель должны быть одного производителя

Отталкиваясь от основных частотных диапазонов, можно провести разделение по сферами использования, которая представлена в следующей таблице ниже в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Стандарты ISO по частотному диапазону [29]

Название диапазона	Рабочая частота	Стандарт	Приложение
Низкие частоты LF	125-138 кГц	ISO 14223 ISO 11785 ISO 18000-2	Применяются там, где необходимо короткое расстояние для считывания
Высокие частоты HF	13,56 МГц	ISO 14443 ISO 15693 ISO 18000-3	Применяется там, где необходимо передавать относительно большие объемы данных
Сверхвысокие частоты UHF	860-960 МГц	ISO 15961 ISO 15962 ISO 15963	Используется в тех проектах, где необходима повышенная дальность, и высокая скорость чтения

3.5 Особенности передачи данных в системе RFID

Для обмена данными в RFID-системах используется радиочастотный канал, работа которого основана на схеме передатчика-приемника. Процесс обмена информацией в RFID-системах от читателя к транспондеру предполагает выполнение следующих обязательных условий и операций [13]:

- кодирование цифрового сигнала от считывателя;
- кодированный сигнал модулируется;
- передается по каналу связи;
- принимается транспондером и демодулируется;
- сигнал декодируется.

Во время процесса кодирования передаваемого сигнала он перезаписывается уже в виде цифрового кода, оптимально скоординированного с параметрами обменного канала. Для осуществления передачи цифрового сообщения необходимо выполнить модуляцию несущего сигнала со стороны передатчика и демодуляцию принятого модулированного сигнала на стороне приемника.

Для передачи цифрового кода необходимо модулировать сигнал несущей на передающей стороне и демодулировать принятый модулированный сигнал на принимающей стороне [14].

Основная задача, которую должен выполнять передатчик, это генерация высокочастотных колебаний несущей частоты. В зависимости от целей, для которых используется радио сеансовый канал, мощность колебаний может претерпевать изменения в широком диапазоне значений. Наиболее важными параметрами высокочастотного генератора являются частота, мощность и эффективность передатчика.

Задача приемника заключается в усилении слабых принятых сигналов. Мощность приемника на входе в линию зависит от нескольких важных факторов: расстояния между считывателем и транспондером, степени направленности антенн, условий распространения радиоволн [14].

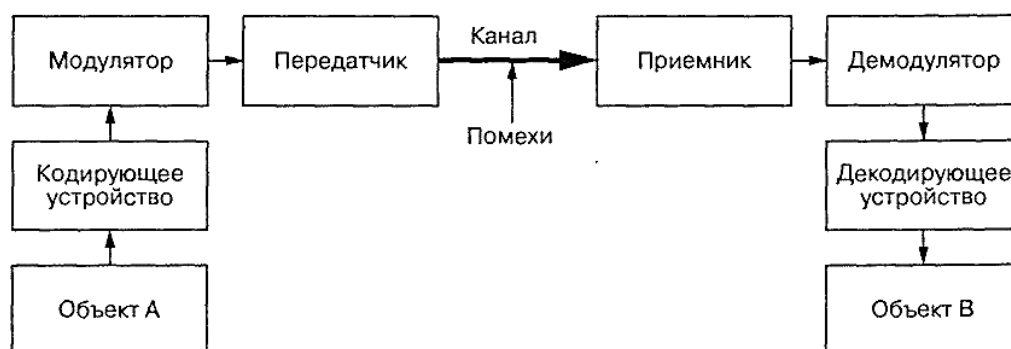


Рисунок 3.4 – Структурная схема радиотехнического канала связи информационной системы

Для осуществления процесса передачи информации от считывателя к приемоответчику две основные процедуры для передачи данных во время сеанса связи используются ИС в качестве хранилища информации: дуплекс и полудуплекс, кроме того, так называемая последовательная процедура, что является вариацией полудуплексной процедуры. На рис. 3.7 приведены временные диаграммы энергии и передачи данных для дуплексных, полудуплексных и последовательных процедур [13].

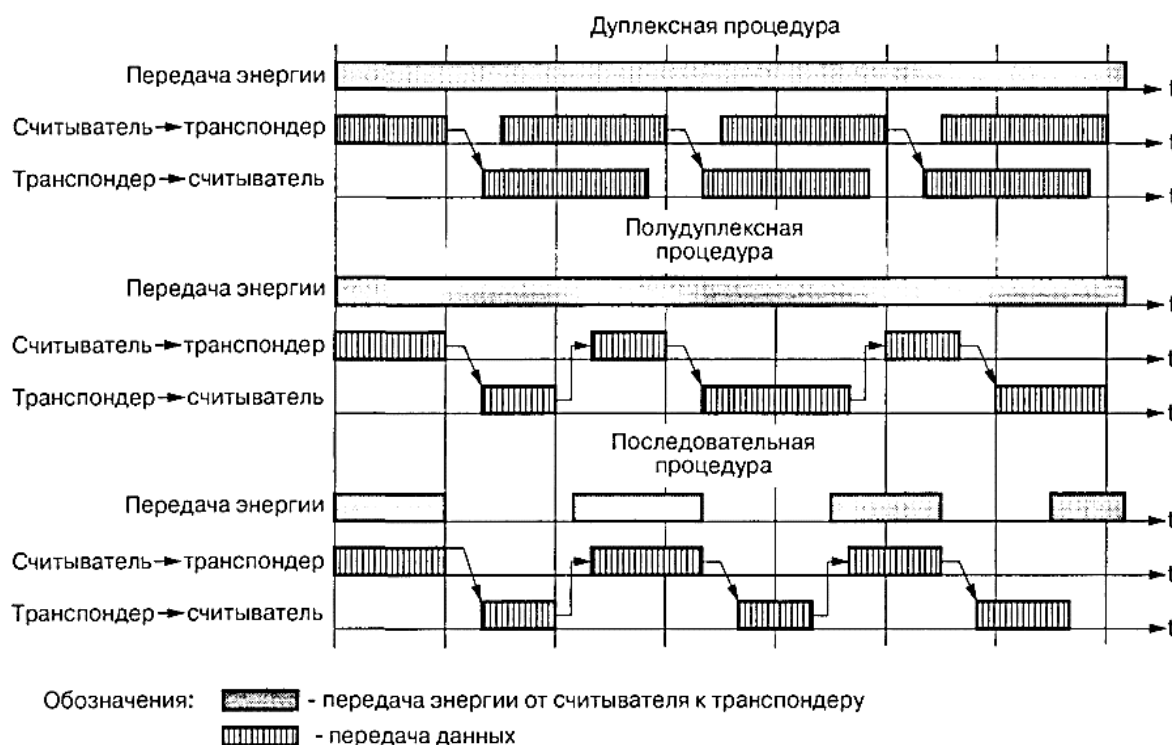


Рисунок 3.5 – Временные диаграммы обмена энергией и данными при дуплексной, полудуплексной и последовательной процедурах

3.5.1 Возникновение коллизий в системе RFID.

Важнейшей задачей в разработке систем радиочастотной идентификации (RFID) является проблема быстрого и безошибочного считывания данных с тегов и тегов [15]. Необходимо рассмотреть возможность столкновений и, если возможно, ввести различные меры по их устранению.

На рисунке 3.6 показана схема пассивной метки. Сигнал от терминального терминала пробуждает метку, а затем получает ответ. Эта система использует индуктивную связь, и поэтому несколько ярлыков не могут быть прочитаны одновременно.

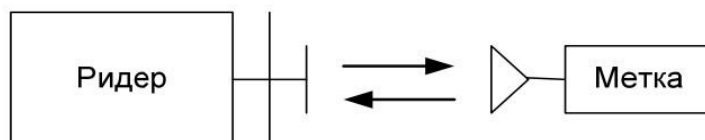


Рисунок 3.6 – Схема пассивной метки

На рисунке 3.7 показана система с активными метками. В этом случае терминал одновременно активирует несколько меток одновременно, а также «одновременно» читатель получает от них ответ [15].

Если в зоне работы читателя имеется одна метка, считывание данных безошибочно. Однако, если в поле действия читателя попадает более одного тега, начинается столкновение, которое, в свою очередь, влечет за собой проблему неправильной идентификации каждого тега и ошибочного извлечения информации из тегов.

По мере увеличения количества тегов в области считывателя вероятность ошибок чтения увеличивается. Поэтому, по мере увеличения количества ярлыков в поле считывателя, вероятность возникновения ситуаций столкновения возрастает и, как следствие, неправильный сбор данных с этикеток. Задача правильного считывания и обработки данных, передаваемых меткой, имеет первостепенное значение.

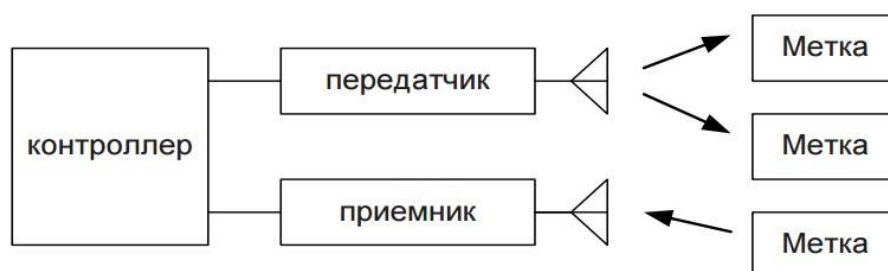


Рисунок 3.7 – Система с активными метками

3.5.2 Существующие антиколлизийные алгоритмы

Алгоритмы борьбы с коллизией, используемые в RFID-системах, аналогичны способам разрешения конфликтных ситуаций с множественным доступом к сети и различными сетевыми протоколами [15].

Реализация таких алгоритмов ограничена рядом факторов, таких как объем памяти, скорость чтения и передачи информации, критерии затрат для оценки системы в целом и т. Д. На сегодняшний день существует множество алгоритмов борьбы с коллизией. Существуют следующие методы множественного доступа: пространственное, временное, частотное и кодовое деление. Однако представленные методы налагают определенные ограничения в разработке и эксплуатации таких систем.

Например, использование метода пространственного разделения (SDMA) очень эффективно для систем, где вероятность появления двух или более меток в поле считывателя маловероятна [15]. Решение этой проблемы достигается путем ограничения зоны считывания или изменения мощности, излучаемой считывателем.

Основной проблемой космического метода разделения является трудность достижения высокой точности определения диапазона системы. В настоящее время считается, что наилучшим образом использовать этот метод в сочетании с частотными и временными методами.

Временное разделение (TDMA) также имеет ряд недостатков, которые ограничивают использование: требуется очень жесткий способ синхронизации, а также алгоритмы опроса, которые устанавливают временные пределы для распознавания всех меток в зоне считывания.

Несмотря на это, частотное деление используется для обеспечения надежного взаимодействия с читателем, однако недостатком процедуры, реализующей метод FDMA, является относительно высокая стоимость считывателей, поскольку каждый канал приема должен быть снабжен специальным модулем считывания [15].



Рисунок 3.8 – Различные виды доступа

3.6 Принципиальная схема RFID-считывателя

Сейчас на рынке имеется множество RFID-считывателей от различных производителей и с разными характеристиками. На рисунке 3.9 приведена принципиальная схема, одного из распространенных считывателей [16].

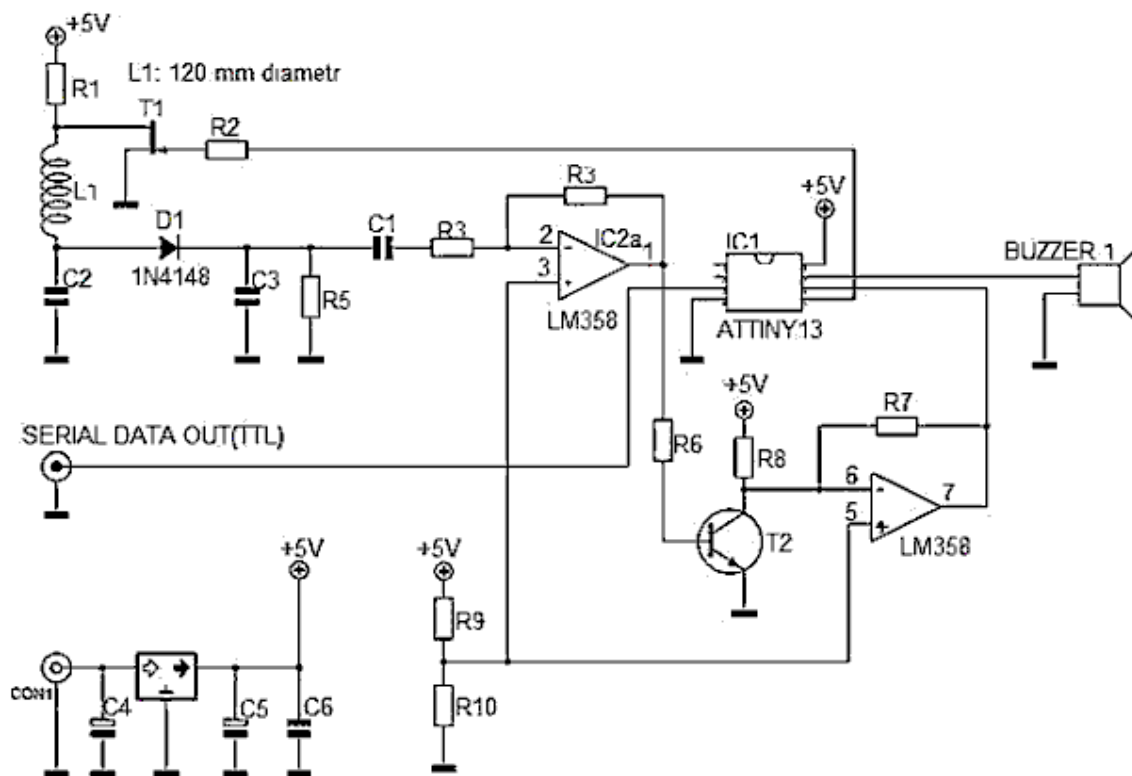


Рисунок 3.9 – Принципиальная схема RFID-считывателя

В рисунке 3.9 представлена принципиальная схема ридера, который использует контроллер ATtiny13 с функцией PWM, позволяющая преобразовать обычные сигналы в сигналы прямоугольной формы. Преобразованный сигнал выходит с вывода PB0. По заднему фронту импульса на выводе PB0 (Логический ноль '0'), транзистор T1 закрыт. Так, катушка L1 активируется через резистор R1 сопротивлением 100 Ом, от напряжения +5 вольт. После возрастания импульс на выводе PB0 (Логическая единица '1') транзистор T1 открывается и один из выводов катушки L1 замыкается с землей GND. В этот момент к катушке L1 параллельно подключается конденсатор C2 и таким образом создается LC генератор [16].

Ридер посылает энергию к тегу через созданное им электромагнитное поле. Процесс обмена энергией между считывателем и тегом проходит по тому же принципу, что и работа трансформаторов, которые преобразуют напряжение 220 В сети переменного тока в 12 В переменного тока, благодаря магнитному полю, возникающему в первичной обмотке. В данном случае в качестве первичной обмотки выступает считыватель, а вторичной обмотки метка. Разница лишь в том, что в схеме RFID-считывателя нет стального магнитопровода между двумя катушками (одна катушка располагается на стороне считывателя, а другая катушка в RFID-метке). Компоненты D1, C3 и R5 составляют демодулятор AM сигнала (AM = Амплитудная модуляция) [16].

4 Определение параметров RFID-системы и ее основных узлов.

Для решения поставленных задач одним из важных моментов является разработка системы RFID, включая выбор необходимого оборудования. При выборе оборудования необходимо учитывать его технические и параметры и для каких целей он будет использоваться. Основная цель проекта - улучшить существующую систему сортировки и учета багажа в аэропортах.

4.1 Габариты багажа и чемоданов.

При проектировании системы важно учитывать, что багаж и чемоданы имеют разные физические характеристики. Средняя высота стандартного багажа составляет 0,5 м (в горизонтальном положении). Поэтому антенну считывателя можно установить на высоте 1,5 м от конвейерной дорожки до отметки на багаже.

4.2 Расчёт связи дальней зоны поля

Первым шагом в расчетах является определение длины волны, на которой будет работать система. RFID-метки работают в разных частотных диапазонах. В нашем случае необходимо выбрать ультравысокую частоту, 868 МГц. Далее рассчитаем, в какой зоне поля будет работать система. Система работает на частоте 868 МГц, соответственно, длину волны можно определить по формуле (4.1) [17]:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (4.1)$$

где λ – длина волны, м;
 c – скорость света, м/с;
 f – рабочая частота, Гц;

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{868 \cdot 10^6} = 0,345 \text{ м}$$

тогда по формуле (4.2) [18]:

$$r = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi} \quad (4.2)$$

$$r = \frac{0,345}{2 \cdot 3,14} = 0,055 \text{ м} \quad (4.3)$$

Если расстояние r значительно больше чем $\lambda/2\pi$, где r – расстояние между считывателем и меткой на багаже, то преобладает первая степень и напряжённость электрического и магнитного поля уменьшается пропорционально $1/r$. Расчеты показывают, что значение $\lambda/2\pi$ небольшое, соответственно можно сделать вывод, что система работает в дальней зоне поля [18].

4.3 Расчет длины антенны диполя и ее диаграммы направленности

Излучение как передающей, так и принимающей антенн характеризуются диаграммой направленности. Для передающей антенны используют ДН по напряженности поля в электрической составляющей электромагнитного поля или по уровню его мощности. Обычно диаграмма направленности антенны строится в полярной системе координат [19].

Направление максимального излучения называется главным лепестком антенны. Остальные лепестки ДН антенны являются побочными. Лепесток излучения в сторону обратную главному направлению называется задним лепестком ДН антенны.

Чтобы показывать способность антенны работать на передачу или прием в заданных направлениях, независимо от мощности, подводимой к ней применяют нормированные диаграммы направленности. В таких диаграммах направленности величина лепестка главного направления излучения принимается за единицу, а боковые лепестки строятся в масштабе в зависимости от главного [19].

Главной характеристикой диаграммы направленности является ширина её главного луча на уровне 0,5 от её максимальной мощности:

$$\theta_A = \frac{\lambda}{L_A} \quad (4.4)$$

где λ – длина волны, м;

L_A – длина антенны диполя, м.

При работе считыватель формирует требуемую зону покрытия, в виде равнобедренного треугольника и углом Q (Рисунок 4.1).

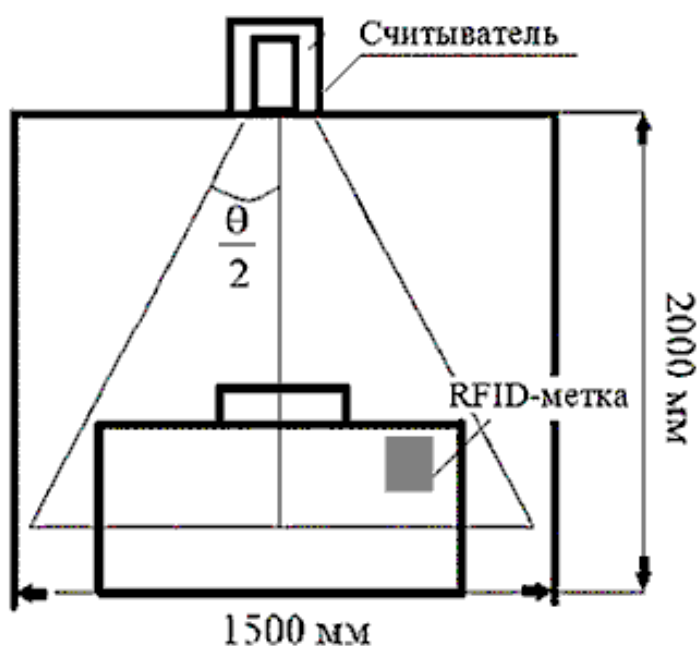


Рисунок 4.1 – Радиус зоны покрытия антенны на багажном эскалаторе

Из рисунка 4.1 видно, что угол θ дает возможность считывать теги, на разной высоте. Рациональным расстоянием от RFID-считывателя до меток багажа возьмем 0.5 метра (средняя высота багажа). Так как ширина дорожки эскалатора составляет 1,5 метра, а зона считывания должна покрывать всю дорожку, тогда радиус зоны покрытия составит 0.75 метров. Имея радиус зоны покрытия и расстояние от метки до RFID-считывателя, найдем угол [19]:

$$\theta_A = 2 \cdot \arctg \frac{R}{L} \quad (4.5)$$

где R – радиус зоны покрытия, м;

L – расстояние от метки до RFID-считывателя, м.

$$\theta_A = 2 \cdot \arctg \frac{0,75}{1,5} = 50^\circ (0,92 \text{ рад})$$

Зная длину волны (4.1) и угол θ_A , по формуле 4.6, найдем длину антенны диполя:

$$L_A = \frac{\lambda}{\theta_A} \quad (4.6)$$

$$L_A = \frac{0,346}{0,92} = 0,375 \text{ м}$$

Полученная величина длины антенны диполя может удовлетворять размерам типовых RFID - считывателей.

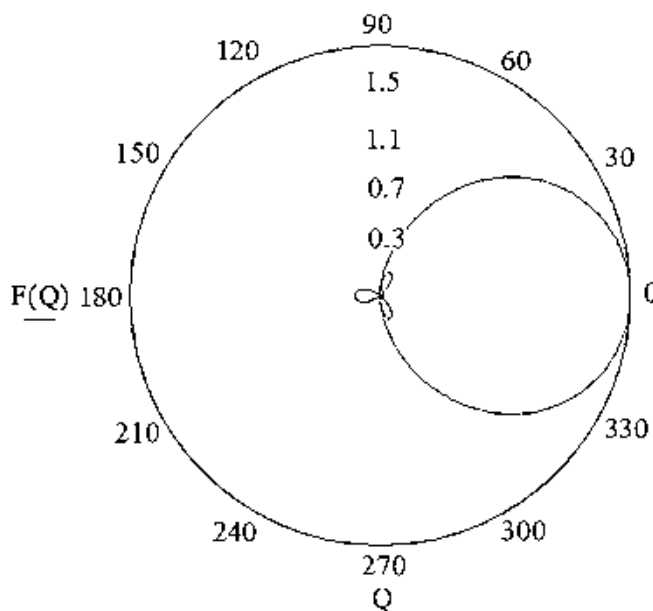


Рисунок 4.2 – Диаграмма направленности антенны диполя

На рисунке 4.2 представлена диаграмма направленности антенны диполя. На диаграмме направленности видно, что на расстоянии 1,5 метров

радиус покрытия антенны достаточен для считывания меток, а также имеется небольшой запас в плюс 0,1 метров.

4.3.1 Программная часть

Расчет длины волны, зоны покрытия и длины дипольной антенны проводится в программе PascalABC.NET. Ввод исходных данных и вывод полученных результатов представлен на рисунке 2.6. Листинг программы представлен в Приложении В.

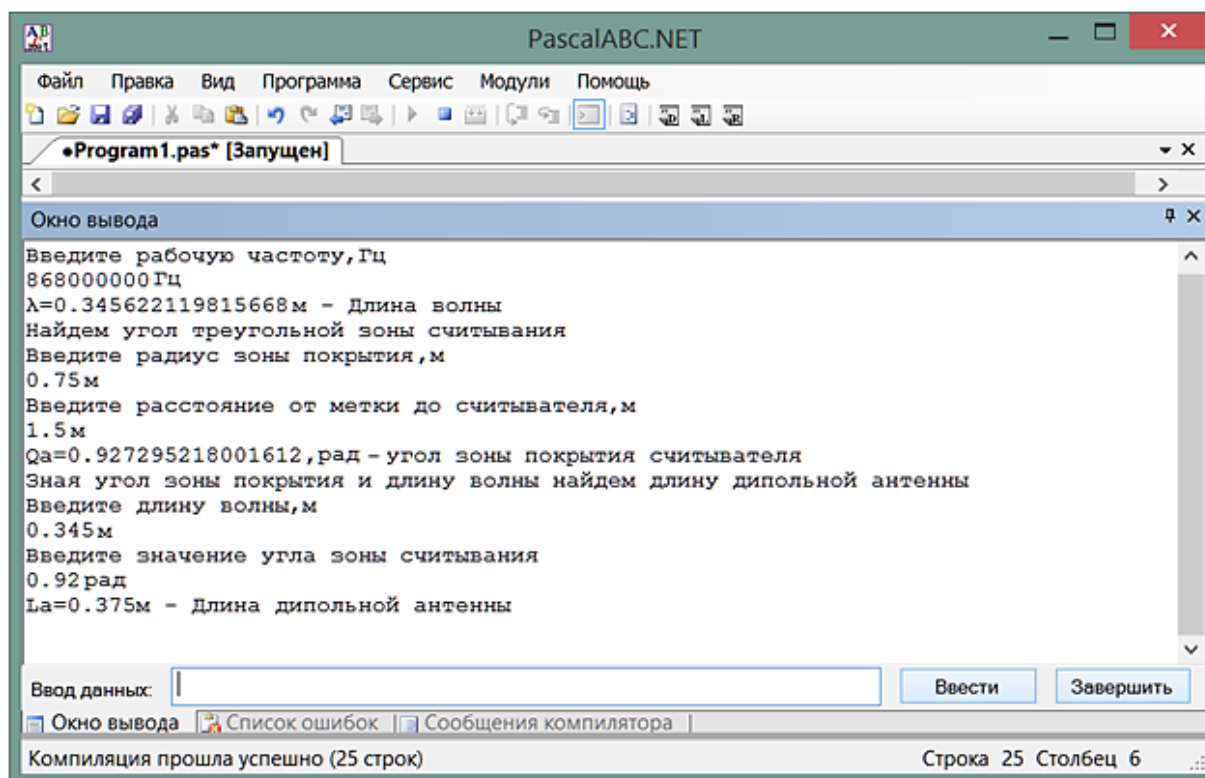


Рисунок 4.3 – Расчет длины волны, зоны покрытия и длины дипольной антенны

4.4 Выбор RFID-метки

Выбор подходящей метки RFID является одним из наиболее важных этапов проектов на основе RFID, поскольку он влияет на основные параметры, такие как: диапазон считывания, качество маркировки на месте записи, срок службы ярлыка, надежность чтения и, самое главное, экономический эффект всего проекта [20].

Задача правильного выбора меток сводится к особенностям ее применения. Для правильного выбора метки необходимо учитывать такие основные параметры [20]:

- тип метки;
- читаемость;
- объем хранения данных

В настоящее время технологии RFID имеют много разных меток. Наиболее распространенными сегодня на рынке являются Confidex, Omni ID, Alien Technology, Smartrac, Xerafy, Trace Tech, The Tag Factory и т. Д.

В дополнение к всемирно известным, есть много других производителей.

4.4.1 Тип RFID-метки

Метка должна быть выбрана из трех основных типов: RO, WORM или RW. Для проекта более целесообразно выбирать метку WORM, поскольку для этого требуется много чтения данных и возможность их перезаписи [20].

Поскольку проект не требует специальных свойств маркировки, таких как температура, влажность и т. Д., Которые отличаются от свойств базовой метки для хранения и передачи своих данных, требования удовлетворяются путем выбора стандартной пассивной метки. Пассивному RFID-тегу не требуется иметь большую память или источник питания, чтобы инициировать сеанс передачи данных независимо от окончного оборудования. Пассивные метки компактны и удобны. Однако их основным преимуществом является низкая стоимость, которая составляет в среднем 200 тенге.

4.4.2 Читаемость

Чтение RFID-меток RFID-системы - чрезвычайно важно, поскольку всегда требуется успешное считывания метки читателем в определенной рабочей среде. Поэтому этот элемент сам по себе может определить успех или отказ работы системы RFID.

Факторы, которые необходимо здесь учитывать [21]:

- надежность чтения;
- диапазон действия считываемой метки;
- конструкция антенны RFID метки;
- плотность RFID меток;
- ориентация RFID метки в пространстве;
- рабочая среда.

4.4.3 Объем хранения данных

Факторы, которые необходимо учитывать здесь [21]:

- необходимый объем информации, хранящейся на ярлыке памяти;
- Возможность блокировки и удаления сохраненных данных.

Для внедрить систему учета и сортировки багажа в аэропортах, вам необходимо определить, какой максимальный объем данных будет записан в памяти тега. Соответственно в зависимости от объема записанной информации и будет зависеть от цены метки и другого оборудования, включенного в состав систему.

Чтобы правильно выбрать метку RFID, вам необходимо знать ее основные параметры. В таблице 4.1 представлены метки компании «Техника безопасности» и «Zebra», а в таблице 4.2 представлены метки компаний «TagMaster» и «Технотрейд» [24-25].

Таблица 4.1 – Технические характеристики метки GATE KT-UHF-TAG и Zebra UHF RFID Card [22-23]

Параметры	Данные	Данные
Название метки	GATE KT-UHF-TAG	Zebra UHF RFID Card
Размеры, мм	54×86 мм	54×85 мм
Дальность считывания, м	до 5 метров	до 10 метров
Память, бит	512 бит	128 бит
Рабочий диапазон частот, МГц	860-960 МГц	860-960 МГц
Режим работы	пассивная	пассивная
Стоимость за 1 шт, тг	1100	1300

Таблица 4.2 – Технические характеристики метки Passive ISO Card Tag и NFC932 [24-25]

Параметры	Данные	Данные
Название метки	Passive ISO Card Tag	NFC-932
Размеры, мм	54×86 мм	54×85 мм
Дальность считывания, м	до 7 метров	до 8 метров
Память, бит	128 бит	128 бит
Рабочий диапазон частот, МГц	860-960 МГц	860-960 МГц
Режим работы	пассивная	пассивная
Стоимость за 1 шт, тг	1500	1200

Не смотря на то, что предложенные метки почти идентичны по техническим характеристикам, но учитывая поставленные перед нами задачи уместнее всего выбрать метку GATE KT-UHF-TAG производства компаний «Техника безопасности», которая подходит по всем характеристикам.

4.5 Считыватель

Выбирая считыватель вы должны опираться на его конкретную цель. Основной целью его использования в нашей системе является считывание информации из тегов стационарными считывателями.

При выборе считывателя необходимо учесть следующие факторы [26]:

- тип. Считыватель должен работать на правильной частоте. Кроме того, вы не можете не упомянуть антенны, которые по своей сути также являются переносными считывателями.

- возможность модернизации. Это необходимо для улучшения оборудования, а также для исправления ошибок в существующей прошивке.

- возможности управления. Необходимо выбрать считыватель с дистанционным управлением, который будет автоматизировать мониторинг состояния читателя и его управления.

4.5.1 Выбор моделей считывателей

Выбор считывателя необходимо проводить, отталкиваясь от его технических характеристик. В таблицах 4.3-4.5 представлены характеристики часто применяемых стационарных считывателей.

Таблица 4.3 – Технические характеристики стационарного считывателя FEIGMRU102-USB UHF [27]

Параметр	FEIG MRU102-USB UHF
Габариты, мм	145·85·27
Диапазон изменения мощности, мВт	50-500
Рабочая частота, МГц	865-868
Поддерживаемый стандарт меток	EPCglobal UHF Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C
Расстояние считывания, м	4
Стоимость за 1 шт, тг	170360

Таблица 4.4 – Технические характеристики стационарного считывателя FEIGLRU3500 UHF [28]

Параметр	FEIG LRU3500 UHF
Габариты, мм	260·157·65
Диапазон изменения мощности, мВт	0,3-4
Рабочая частота, МГц	865-868
Поддерживаемый стандарт меток	EPC Class1 Gen2, ISO 18000-6-B (По запросу) ISO 18000-6-C (По запросу)
Расстояние считывания, м	16
Стоимость за 1 шт, тг	800540

Таблица 4.5 – Технические характеристики стационарного считывателя Motorola FX 4700

Параметр	Motorola FX 4700
Габариты, мм	191×74×31
Диапазон изменения мощности, мВт	0,05-4
Рабочая частота, МГц	865-868
Поддерживаемый стандарт меток	EPCglobal UHF Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C, Omni ID label
Расстояние считывания, м	6

Из выше перечисленных стационарных считывателей, для поставленных задач больше всего подходит считыватель Motorola FX 4700, так как для проектируемой системы у данного считывателя более приемлемая цена и технические характеристики.

4.5.2 Выводы

В данной главе были рассмотрены особенности передачи данных в системе RFID, основные характеристики и описаны причины возникновения коллизий. Были описаны основные узлы RFID системы. По основным характеристикам и особенностям RFID-меток, сопоставив активные и полуактивные, было принято решение выбрать пассивные метки. Для корректной работы считывателя предлагаю использовать стационарный RFID-считыватель и метки, работающие в диапазоне УВЧ, так как метки более низкой частоты по характеристикам считывания не подойдут.

Мною предложена схема RFID-системы в аэропортах, а также:

- рассчитана длина антенны для частоты 868 МГц;
- определены параметры антенны;
- при расчете угла и длины волны, была определена длина антенны диполя, которая составила 0.4 (м);
- на основе анализа нескольких передатчиков была выбрана мощность передатчика для корректной работы системы.

Для автоматизированной системы учета и контроля багажа разработана реализация RFID системы. Оценены возможные характеристики, особенности передачи системы RFID и ее узлов.

В соответствии с проведенными расчетами, было выбрано оборудование, которое соответствует требованиям системы. По основным особенностям радиочастотных меток выбраны пассивные метки (ВЧ). И по техническим характеристикам также выбрано соответствующее оборудование для проекта:

- пассивную RFID-метку «GATE KT-UHF-TAG»;
- стационарный RFID-считыватель Motorola FX 4700;
- RFID-антенна FEIG U600/270-EU (UHF).

4.6 Разработка программы антиколлизии

Надежность связи и скорости в системе RFID тесно связаны с алгоритмами антиколлизии. Кроме того, для создания надежной RFID-системы необходимо учитывать ряд ограничений по ее техническим параметрам. Основными техническими характеристиками RFID-систем являются дальность, скорость, надежность связи и электромагнитная совместимость. Поскольку ярлык является простым носителем идентификационного номера, задача считывания этого номера точно появляется. Если в рабочей области читателя имеется одна метка, команды не требуются. При достаточной энергии метка просто передает свои данные, содержащиеся в ней. Однако, если в рабочей области читателя есть много ярлыков, которые реагируют одновременно, их сигналы мешают. Такая суперпозиция сигналов в нашем случае называется столкновением, и результаты чтения чаще всего теряются. Чтобы избежать столкновений, система RFID требует формирования команд на основе определенных протоколов. Такие протоколы обычно называются антиколлизийными протоколами или алгоритмами [30]. Например, если в область чтения читается несколько тегов, может произойти сбой системы. В таких ситуациях нельзя обойтись без механизма противодействия столкновениям, который обеспечивает выборочную альтернативную работу с несколькими идентификаторами, одновременно расположенными в поле считывателя. Без такого механизма сигналы идентификатора будут перекрываться. В процессе антиколлизии читатель определяет все идентификаторы по их уникальным серийным номерам, а затем обрабатывает их по очереди [31]. Чтобы выбрать необходимый протокол и команды по борьбе с столкновением, следует учитывать системные ограничения. Особое внимание следует уделять надежности связи (связи) и ширине спектра, а также техническим параметрам чипа тегов, которые непосредственно влияют на потребление энергии и стоимость. Прежде всего, необходимо сузить ширину спектра, повысить надежность связи и свести к минимуму требования к чипу тегов.

Одной из известных процедур множественного доступа является процедура ALOHA, которая является процедурой стохастического множественного доступа с контролируемым транспондером с распределением времени. Он получил свое название, потому что он был разработан для радиосети передачи данных ALOHANET на Гавайях в 1970-х годах [32].

В RFID-системах процедура ALOHA используется исключительно с транспондерами «только для чтения», которые обычно представляют собой лишь небольшие объемы данных (порядковые номера). Как только пакет данных готов к передаче, он отправляется из транспондера в считывающее устройство [32].

Несколько транспондеров отправляют информационные пакеты в произвольные моменты времени. Это может привести к столкновению пакетов

на входе считывателя, в результате чего пропускная способность системы упадет до нуля.

С другой стороны, время передачи данных от транспондера к считывателю берет только часть периода повторения, поэтому между передачами получают относительно длинные паузы. Кроме того, периоды повторения для отдельных транспондеров несколько отличаются. Поэтому существует вероятность того, что два транспондера будут передавать свои пакеты данных в разное время, и эти пакеты данных не будут сталкиваться друг с другом [32].

Введение мер синхронизации и так называемых временных интервалов в антиколлизийной процедуре позволяет значительно увеличить пропускную способность этой процедуры. Под слотами времени (временные интервалы) понимаются как специально выделенные синхронными интервалами времени считывания, в течение которых транспондеры могут выполнять передачу пакетов данных. Обновленная процедура ALOHA для предотвращения столкновения с использованием временных интервалов называлась S-ALOHA (Slotted ALOHA). Считыватель должен синхронизировать работу всех транспондеров. Следовательно, процедура S-ALOHA является читаемой стохастической процедурой предотвращения столкновения типа TDMA.

Рассмотрим конкретные особенности функционирования антиколлизийной процедуры S-ALOHA на конкретном примере. Мы вводим в зону считывания пять транспондеров (см. Таблицу 4.6). Считыватель отправляет команду запроса REQUEST на транспондеры с циклическими интервалами. Как только транспондеры приняли команду REQUEST, каждый из них выбирает один из доступных временных интервалов, используя свой собственный генератор случайных чисел, для отправки его серийного номера считывателю [32].

Таблица 4.6 – Антиколлизийная процедура с использованием временных слотов

Считыватель	REQUEST	Слот 1	Слот 2	Слот 3	SELECT
Транспондер 1	Слот 1	10000100			11010100
Транспондер 2	Слот 2		10010100		
Транспондер 3	Слот 2		10010101		
Транспондер 4	Слот 3			11010100	
Транспондер 5	Слот 1				
К считывателю	-	коллизия	коллизия	11010100	

В рассматриваемом примере в результате произвольного выбора транспондерами слотов возникают коллизии между транспондерами в слотах 1 и 2. Только в слоте 3 порядковый номер транспондера 4 может быть передан без коллизий. Если порядковый номер транспондера принят считывателем без ошибок, тогда этот транспондер может быть выбран

считывателем команды SELECT (Выбрать), и затем считыватель проводит с ним необходимые операции считывания или записи без коллизий с другими транспондерами. Если при первой попытке порядковый номер транспондера не выявлен, считыватель снова повторяет команду опроса REQUEST в циклическом режиме.

После обработки выбранного транспондера считыватель переходит к поиску остальных транспондеров в зоне опроса с помощью новой команды опроса REQUEST [32].

4.6.1 Алгоритм программы антиколлизии

Для решения данной проблемы разработана программа антиколлизии, основанная на использовании временных слотов. В качестве единицы был взят временной слот, в момент которого происходит передача данных от транспондера к считывателю, а в качестве нуля – временной слот, в котором метка находится в режиме ожидания и не передает никаких данных. По запросу программы, можно ввести любое количество транспондеров в числовом диапазоне от 0 до 225.

Когда метки входят в зону считывания, RFID-считыватель сигнализирует меткам о начале сеанса связи. Каждая метка выбирает свой собственный временной слот для отправки считываемой информации при помощи генератора случайных чисел. Во время передачи информации с метки может произойти столкновение с соседними метками. В этом случае читатель принимает решение о невозможности передачи данных и передает сигнал транспондерам о повторной передаче информации. Этот процесс происходит до тех пор, пока транспондер в режиме передачи информации не будет находиться в определенном временном интервале, а все остальные транспондеры будут находиться в режиме ожидания в том же временном интервале.

После успешной обработки информации выбранный транспондер выводится из канала считывания и отключается для завершения считывания всех других транспондеров, а считыватель переходит к поиску остальных транспондеров в зоне опроса с помощью новой команды опроса. Этот алгоритм продолжается до тех пор, пока все теги не закончат свою сессию в зоне опроса читателя.

4.6.2 Программа антиколлизии на языке Pascal

Программа написана на языке Turbo Pascal 7.1. Листинг программы и блок-схема программы представлены в приложении Г и Д соответственно. Работа программы представлена на рисунке 4.4 и показывает, что из 2 меток, расположенных в зоне опроса считывателя в данный момент, на обработку попадает первым, транспондер с порядковым номером 2, а крайний с порядковым номером 1.

```

D:\PASCAL\TURBO.EXE
Uvedite kolichество metok:2
1 :0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0
2 :0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0
net kollizii v metke: 2

1 :1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1
2 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
net kollizii v metke: 1

```

Рисунок 4.4 – Скриншот работы программы для 2 меток

```

D:\PASCAL\TURBO.EXE
Uvedite kolichество metok:5
1 :0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0
2 :0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0
3 :0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0
4 :0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1
5 :1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1
net kollizii v metke: 5

1 :1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1
2 :1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1
3 :0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 1
4 :1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1
5 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
net kollizii v metke: 4

1 :1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0
2 :1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0
3 :1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0
4 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
5 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
net kollizii v metke: 1

1 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2 :0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1
3 :1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1
4 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
5 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
net kollizii v metke: 3

1 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2 :1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1
3 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
5 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
net kollizii v metke: 2

posledovatelnost metok: 5 4 1 3 2

```

Рисунок 4.5 – Скриншот работы программы для 5 меток

На рис. 4.5 показано, что для 5 меток на первой итерации в первом временном интервале на метке номер 5 отсутствует столкновение, а во второй итерации метка с номером 5 полностью отключена. На второй итерации не происходит столкновения в 11 временных слотах в теге номер 4, он также

отключается, пока программа не завершит свою работу. Самый последний - это метка с номером 2 в первом временном интервале.

Для автоматизированной системы учета и сортировки, основанной на технологии RFID, достаточно 5 баллов, но вы также можете проверить, как ведет себя система с 20 тегами (рисунок 4.6).

```

D:\PASCAL\TURBO.EXE
net kollizii v netke: 14
1 :0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0
2 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
3 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
5 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
8 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
12 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
13 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
14 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
15 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
16 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
17 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
18 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
19 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
20 :0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
net kollizii v netke: 1
posledovatelnost metok: 13 4 17 3 9 7 2 11 19 15 12 10 5 16 18 8 20 6 14 1
0.21978
  
```

Рисунок 4.6 – Результат работы программы для 20 меток

В ходе работы выяснилось, что с количеством меток более 5 программа в первый раз не пропускает никаких транспондеров, что указывает на некоторую неиспользованную полосу пропускания канала. Но это не влияет на эффективность, так как обработка занимает несколько секунд.

На основании результатов выполненной работы мы проанализируем допустимое количество тегов в зоне опроса считывателя. В таблице 4.6 показаны результаты среднего времени программы для различного количества меток.

Таблица 4.7 – Среднее время работы программы для разного количества меток

Количество меток	Время работы программы, сек
2	0,02
5	0,05
20	0,214

На рисунке изображен график, зависимости среднего времени программы для разного количества меток. По оси Y указано время работы программы в секундах, а по оси X – количество меток.

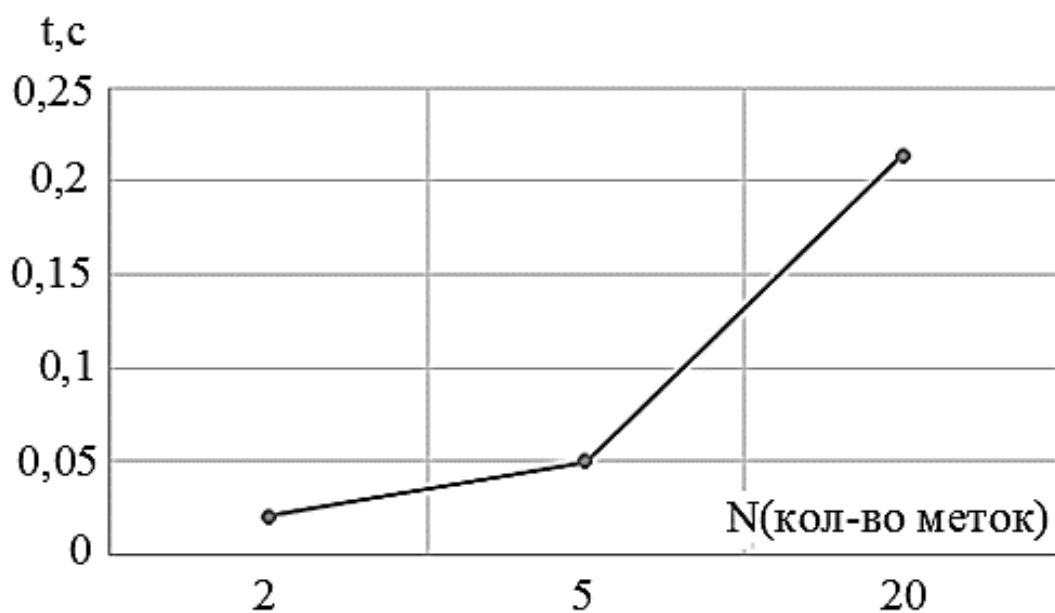


Рисунок 4.7 - Среднее время работы программы

Из рисунка 4.7 видно, чем меньше меток, тем меньше времени требуется на обработку. Время действия обработки программы, зависит от количества меток, находящихся в данный момент в зоне действия считывателя. Так для пяти меток в зоне считывания, время обработки составит 0.05 секунд.

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Требования техники безопасности при монтаже и эксплуатации

При выполнении работ по монтажу организация и технические меры должны быть выполнены для обеспечения безопасности работы со вспомогательным оборудованием и расходными материалами. Ответственность за выполнение мер безопасности лежит на техническом персонале, который устанавливает систему, а также на персонале для оборудования рабочей площадки. На месте производства требования правил пожарной безопасности должны соблюдаться в соответствии с SNiP RK 2.02-05-2009.

5.2 Состав и назначение устанавливаемого оборудования

Система идентификации и автоматической сортировки багажа (далее именуемая системой идентификации) является частью системы управления информацией, которая предназначена для решения задач сортировки и распределения багажа туристов с использованием технологии RFID.

Система идентификации основана на технологии радиочастотной идентификации (RFID) и состоит из следующих компонентов [33]:

- пассивный RFID-тег (обязательный компонент любой RFID-системы);
- считыватель (также обязательный компонент);

- Антенна считывателя (обязательный компонент, некоторые считыватели, в настоящее время выпускаемые, имеют встроенную антенну);
- контроллер (обязательный компонент, но он интегрирован в большинство читателей нового поколения);
- датчик, привод и предупредительное устройство (эти дополнительные устройства необходимы для ввода и вывода внешних сигналов);
- компьютерная система и программное обеспечение (теоретически, система RFID может функционировать независимо от этого компонента, на практике без нее система RFID становится практически бесполезной);
- инфраструктура связи (этот обязательный компонент объединяет как проводную, так и беспроводную сеть, которые необходимы для соединения ранее перечисленных компонентов и эффективного обмена информацией между собой).

Терминал оператора оснащен компьютером, с которого данные вводятся на пассажира, и электронный ярлык RFID печатается на специальном принтере для печати меток RFID. Компьютер подключается к локальной сети Ethernet с помощью витой пары или через Wi-Fi и передает регистрационные данные на центральный сервер базы данных. Кроме того, компьютер отправляет считывателю RFID номер текущего рейса.

Тег RFID может содержать следующую информацию:

- аэропорт;
- авиакомпания;
- Номер рейса;
- персональные данные владельца багажа;
- вес багажа;
- условия перевозки (для перевозки различных грузов);

RFID-бирка фиксируется на багаже, затем на конвейерную ленту помещается багаж. RFID-считыватель установлен на транспортере, который подключен к локальной сети Ethernet витой парой или через Wi-Fi. Читатель RFID получает информацию о текущем полете от стойки регистрации. Точно так же считыватель RFID отправляет данные о багаже, доставленном на нагрузку, на центральный сервер базы данных. Если полет, который в настоящее время обрабатывается считывателем, не соответствует числу, записанному в теге, - считыватель RFID выдает команду останова и загорается красная сигнальная лампа;

Ручной терминал сбора данных позволяет вам автономно, то есть не имея никакого соединения с базой данных, мгновенно определять пригодность багажа, поскольку метка RFID несет всю необходимую и достаточную информацию - это одно из самых важных преимуществ по сравнению со штрих-кодом технологии идентификации [33].

5.3 Тип RFID-метки

Для реализации представленной системы лучше всего подходит метка типа RW, так как она позволяет вам многократно удалять и перезаписывать данные. Эта метка не требует большой памяти или источника питания для самостоятельной инициализации сеанса передачи данных. Пассивные метки удобны и удобны в использовании, а также имеют компактные размеры.

При выборе метки RFID рассмотрите следующие факторы:

- надежность чтения;
- расстояние считываемой метки от считывателя;
- Конструкция антенны RFID-антенны;
- плотность RFID-меток;
- рабочая обстановка.

Чтобы правильно выбрать метку RFID, необходимо знать их характеристики. Для этой цели наиболее распространенные варианты представлены в таблицах 5.1-5.2 [22-23]. В таблице 5.1 представлены этикетки компании «Меры предосторожности» и «Зебра», а в таблице 5.2 представлены этикетки компаний «TagMaster» и «Technotrade» [22-23].

Таблица 5.1 – Технические характеристики метки GATE KT-UHF-TAG и Zebra UHF RFID Card [24-25]

Параметры	Данные	Данные
Название метки	GATE KT-UHF-TAG	Zebra UHF RFID Card
Размеры, мм	54×86 мм	54×85 мм
Дальность считывания, м	до 5 метров 512 бит	до 10 метров
Память, бит	128 бит	128 бит
Рабочий диапазон частот, МГц	860-960 MHz	860-960 MHz
Режим работы	пассивная	пассивная
Стоимость за 1 шт, тг	1100	1300

Все эти ярлыки имеют практически одинаковые технические характеристики, не считая диапазон памяти и чтения. Принимая во внимание поставленные перед нами задачи, наиболее целесообразно выбрать этикетку GATE KT-UHF-TAG, выпускаемую компаниями «Техника безопасности». По размеру он не очень большой и подходит для всех характеристик.

Условия эксплуатации пассивной метки RFID от -35 ° С до +90 ° С при относительной влажности не более 75%. Это не разрешено:

- эксплуатировать метки RFID с механическим повреждением корпуса;
- получение грязи и влаги на теле этикетки;

- устанавливать метки RFID возле нагревательных устройств и в труднодоступных местах (для правильной работы считывателя);
- Для правильного считывания метки RFID следует применять в центре багажа.

5.4 RFID-считыватель (Reader)

RFID считыватель - это электронное устройство, предназначенное для работы с RFID-метками. RFID-считыватель работает с ярлыками на канале беспроводной связи, большинство читателей в дополнение к функции чтения данных с помощью RFID-тегов позволяют вам кодировать его - записывать дополнительную информацию в память тегов и устанавливать флаги доступа.

Основной целью его использования в системе сортировки и учета багажа является считывание информации с тегов стационарными читателями. При выборе читателя необходимо учитывать следующие факторы [26]:

- считыватель должен работать на правильной частоте. Кроме того, вы не можете не упомянуть антенны, которые по своей сути являются переносными считывателями;
- возможность модернизации. Это необходимо для улучшения оборудования, а также для исправления ошибок в существующей прошивке;
- возможности управления. Необходимо выбрать читателя, который можно контролировать с расстояния, что автоматизирует мониторинг состояния читателя и его управления;
- В зависимости от требований читатель может быть отвергнут, чтобы предотвратить его повреждение [26].

5.5 Выбор моделей считывателей

Это число зависит от количества зон считывания в системе, необходимых для полного считывания меток.

Для правильного выбора читателя необходимо знать его основные технические параметры. В таблице 5.2 представлены характеристики фиксированного считывателя для считывателя Motorola FX 4700. Для разрабатываемой системы этот читатель имеет более разумную цену, а также оптимальное расстояние для чтения для этикеток и меньше по сравнению с другими, размеры и вес.

Размеры антенны, встроенной в считыватель, не позволяют достичь необходимой длины для реализации платежной системы. Поэтому вы должны выбрать внешнюю удаленную антенну. Благодаря исключительной надежности FX4700 предназначен для работы в сложных промышленных условиях.

Высокопроизводительный RFID-считыватель Motorola FX 4700 идеально подходит для задач, требующих высокой пропускной способности, а также для считывания данных со сложных материалов, например, с высоким содержанием металла или жидкости.

Прочная конструкция: воздухонепроницаемая IP53, литой корпус. Максимальное время безотказной работы даже в самых сложных условиях на складе и в производстве.

Гибкость в применении и низкие затраты на внедрение. Модели считывателей с 4 и 8 портами; повышенная гибкость применения и охват большего количества зон с меньшим количеством считывателей.

Компактность. Все кабельные соединения и порты ввода / вывода на одной стороне, что обеспечивает компактную установку, упрощает и уменьшает затраты на установку и управление.



Рисунок 5.1 – Стационарный считыватель Motorola FX 4700

Таблица 5.2 – Технические характеристики считывателя Motorola FX 4700

Параметр	Motorola FX 4700
Операционная система	Microsoft Windows CE 5.0
Память	флэш-память 128 Мб; DRAM 128 Мб
IP-адресация	Статическая и динамическая

Продолжение таблицы 5.2

Поддерживаемый стандарт меток	EPCglobal UHF Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C
Расстояние считывания, м	10
Обновление прошивки	Возможность обновления оборудования через веб-интерфейс и дистанционно
Внешние интерфейсы	Последовательная консоль RS232 — DB9, USB-клиент – USB тип В
Блок питания	+24 В напряжения постоянного тока
Подключения к сети	10/100 BaseT Ethernet – RJ45
Условия эксплуатации	
Влагозащита	IEC 60068-30/56 5–95% без конденсации
Температура хранения	от -40° до +70°С
Рабочая температура	от -20° до +55°С
Герметизация	IP53
RFID	
Выходная мощность	от +10 дБм до +33 дБм
Частота: диапазон УВЧ	902-928 МГц, 865-868 МГц
Механические характеристики	
Масса	2, 13 кг ± 0, 05 кг
Размеры (ВхШхГ)	27, 43 см х 19, 33 см х 5, 59 см
Материал корпуса	Алюминиевое литье

5.6 Монтаж RFID-считывателя

а) место установки RFID-считывателя должно обеспечить удобство использования считывателя, его правильную работу и рабочие условия. Этот считыватель можно фиксировать как на горизонтальной, так и на вертикальной плоскостях. Для этого снимите считыватель с кронштейна, отвинтив крепежные винты, откройте корпус считывателя, закрепите его в правильном положении и закройте корпус;

б) Проложите соединительный кабель от считывателя к Интернету (Wi-Fi), приемной антенне и источнику питания. Отрегулируйте место установки, чтобы обеспечить надежное соединение;

в) подключить считыватель в соответствии с таблицей 5.3;

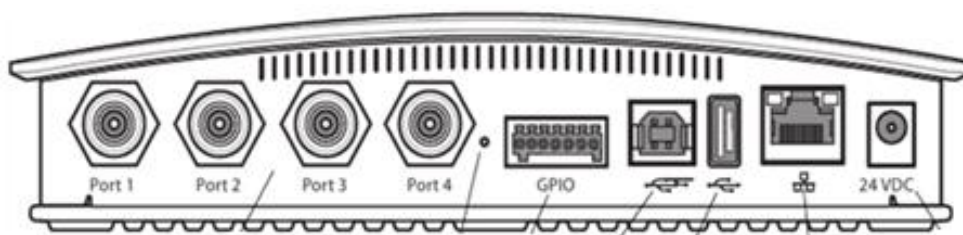


Рисунок 5.2 – Порты RFID-считывателя

Таблица 5.3 – Обозначение портов считывателя Motorola FX 4700

Порт	Обозначение	Назначение
Antenna ports	Port 1 Port 2 Port 3 Port 4	Антенные порты служат для подключения дополнительных внешних антенны (до 4 штук)
Reset	Reset	Используется для перезагрузки или сброса настроек считывателя
GPIO	GPIO	Дополнительный интерфейс для связи между устройством и компьютером
USB	USB-A Host USB-B Client	В первом случае подключение сервера через USB, во втором подключение приемной аппаратуры
10/100 BaseT Ethernet (with POE)	BaseT	Подключение к сети интернет (витая пара)
24 VDC	+ 24 VDC	Питание 24 В (постоянный ток)

Считыватель Motorola FX7400 может работать в сети в двух конфигурациях:

- через разъем Ethernet (RJ45), подключаясь через маршрутизатор или напрямую к другому ПК;
- через разъем mini-USB типа А, подключив его к ПК через драйвер виртуальной сети RNDIS. Подключите Motorola FX7400 через витую пару (кабель Ethernet, разъем RJ45).

В этой конфигурации читатель доступен по сети:

- по IP, который должен быть выдан маршрутизатором или сервером DHCP;
- по имени сети с ярлыков на крышке считывателя (для сетей с DHCP).
 - а) закрепите скобу считывателя с помощью монтажного комплекта, входящего в комплект поставки. Кронштейн крепится с помощью саморезов или болтов в зависимости от места установки.

б) транспортировка и хранение

Транспортировка устройств идентификационной системы в транспортной упаковке изготовителя допускается всеми видами замкнутых наземных и морских перевозок (в железнодорожных вагонах, контейнерах, закрытых автомобилях, трюмах и т. Д.).

Транспортировка разрешена в герметичных отсеках с подогревом. Транспортировка и хранение должны проводиться в условиях, соответствующих условиям хранения в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 и ГОСТ 12.1.004-91. При транспортировке и хранении должны соблюдаться требования по обработке знаков, применяемых к групповой транспортной упаковке.

5.7 RFID-антенна FEIG U600/270-EU (UHF)

Если необходимо, чтобы увеличить диапазон системы, установите антенну. Для этого случая хорошо подходит RFID антенна с углом обзора 65°, круговой поляризацией и усилением 11 дБ. Исполнение климатическое для внешней установки на открытом воздухе. Круговая поляризация антенны позволяет повысить надежность считывания при любой ориентации метки в зоне видимости антенны.

Он используется как снаружи, так и в помещении, устойчив практически к любым климатическим условиям. Таблица 5.4 показывает технические характеристики антенны RFID FEIG U600 / 270-EU (UHF).

Таблица 5.4 – Характеристики антенны FEIG U600/270-EU (UHF)

Параметр	Значение
Размеры	590·270·57 мм
Вес	2,2 кг
Коэффициент усиления	11 ДБ, круговая поляризация
Угол раствора антенны	30·65°
Температура использования	-25...55 °С
Рабочая частота	865-870 МГц
Соединительный кабель	RG58, 50 Ом, длина 0,3 м., доступны дополнительные длиной 2 и 6 м.
Соответствие стандартам	EN 300 330, EMC EN 301 489, EN 60950, EN 50364, FCC 47 CFR - 15.
Тип разъема	SMA, 50 Ом

5.8 Монтаж RFID-антенны FEIG U600/270-EU

Антенна предназначена главным образом для монтажа на стенах внутри зданий. Для установки можно использовать только отверстия, предусмотренные на корпусе. В комплект входит специальный кронштейн для

монтажа на полюсах или столбах. Предпочтительное направление антенны перпендикулярно антенному кабелю вниз (рисунок 5.3).

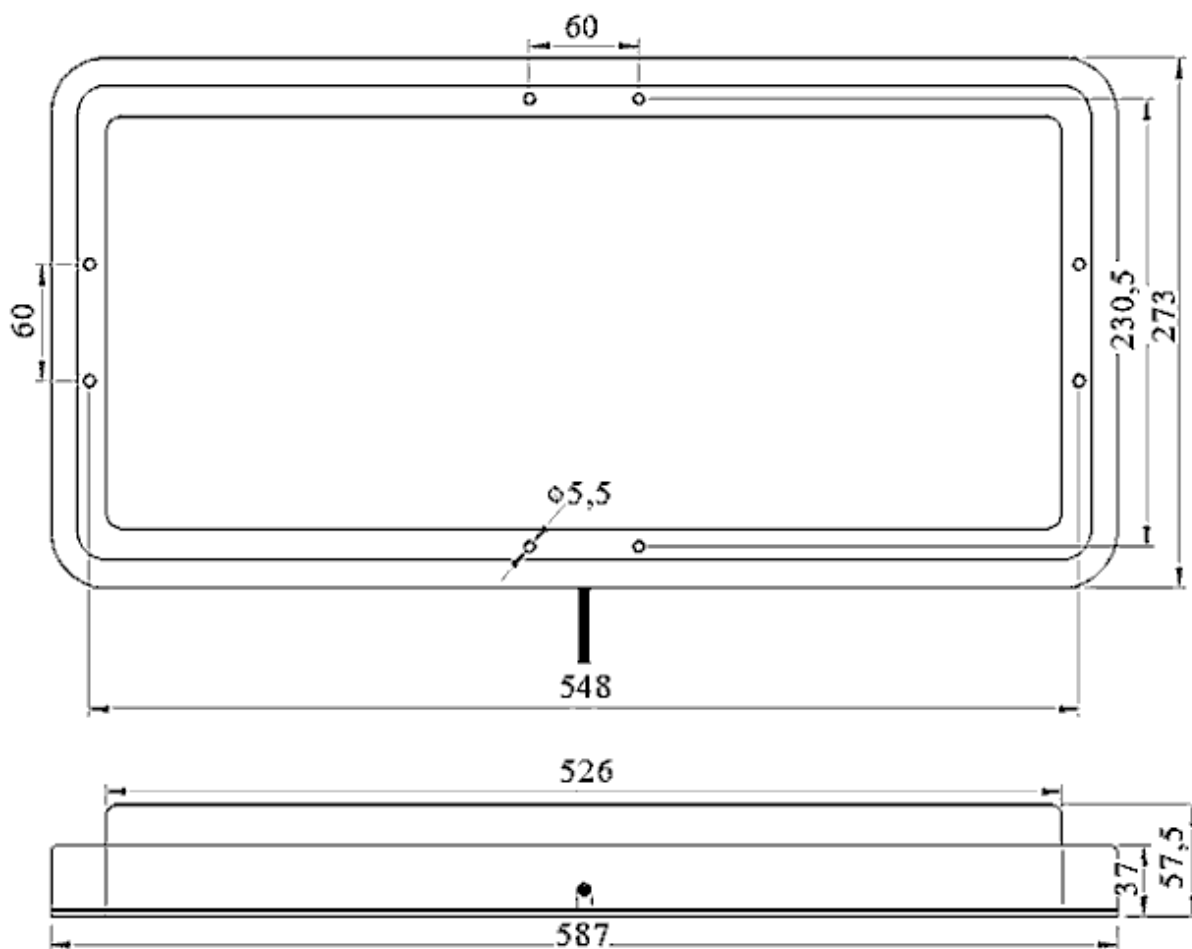


Рисунок 5.3 – Сборочный чертеж

Радиус изгиба соединительного кабеля: 15 мм (статический) / 30 мм (динамический). Монтаж антенны производится с помощью монтажного комплекта. Используя специально разработанный кронштейн для крепления антенны, его легко монтировать на любой поверхности и материале. Возможны пилоны или полюса. С помощью этого кронштейна антенну можно изменить в трех направлениях. Для подключения антенны к считывателю используются два готовых антенных кабеля, которые входят в комплект. Они могут быть разной длины: 2 и 6 метров. Все кабели должны быть проложены либо в гофре, либо внутри кабельного канала, для защиты от механических повреждений и пожарной безопасности. Все устройства, которые используются в системе, должны использоваться только по назначению. Категорически запрещены несанкционированные изменения и использование запасных частей и аксессуаров, которые не были рекомендованы производителем, поскольку это может привести к возгоранию, поражению электрическим током или травме. Ремонт может производиться только изготовителем. Процедуры установки, эксплуатации и технического обслуживания должны выполняться только квалифицированным персоналом.

6 Расчет экономической эффективности от реализации проекта автоматического учета и сортировки багажа в аэропортах

6.1 Описание услуг

Разработанная система, основанная на технологии RFID, предназначена для организации автоматического отслеживания, сортировки и распределения багажа в аэропортах и на железнодорожных станциях и создания технологической базы для внедрения новых разнообразных идей для обслуживания туристов и местных жителей.

Эта система является частью нового этапа развития туризма в Казахстане. Это позволяет сортировать и выбирать багаж в автоматическом режиме в больших объемах, что невозможно сделать сейчас, учитывая собранные данные, это дает возможность анализировать систему и дополнительно оптимизировать работу туристического комплекса, принимая во внимание потребности туристов и местных жителей.

Эта система переводит работу всех участников в электронную форму, дает большой эффект, современный вид и совершенно иной подход к организации работы в сочетании с другими электронными системами (глобальное позиционирование, системы планирования, системы безопасности).

6.2 Анализ рынка сбыта

Благодаря внедрению системы RFID процесс сортировки и погрузки багажа станет намного проще, быстрее и удобнее. Электронная система идентификации позволяет сортировать без вмешательства человека. Использование этой технологии исключает возможность ошибки, так как весь процесс полностью автоматизирован с возможностью того, что система будет смешивать или потерять багаж, который сходит на нет.

Кроме того, эта система позволяет отслеживать поток туристов, основываясь на том, что вы можете анализировать полученную информацию и вводить новые функции и услуги в туристическую сферу Казахстана.

6.3 Менеджмент

Опыт внедрения технологии RFID в системах сортировки и учета в разных странах мира показывает, что для работы такого оборудования не требуется специально обученный персонал. Любой сотрудник после первоначального брифинга может справиться со всеми необходимыми действиями с оборудованием, не имея специального инженерного образования.

Персонал проекта - 2 человека. Все сотрудники по этому проекту будут работать на постоянной основе.

6.4 Стратегия маркетинга и анализ сильных и слабых сторон проекта

Предоставление большого количества услуг по внедрению технологии RFID в системах сортировки и учета аэропортов позволяет снизить затраты на персонал, которому приходилось выполнять эту работу вручную, без потери эффективности и обслуживания.

В проекте внедрения RFID стоит учитывать человеческий фактор, главным образом потому, что проект может повлиять на интересы многих внешних и внутренних бизнес-групп. Ключом к успеху в этой отрасли является мобилизация всех людей, заинтересованных в проекте, с учетом достижения целей, обширного изучения системы. Существует четыре принципа корпоративной мобилизации: акцент на лидерстве, формирование коллективного видения, участие лиц, поддерживающих проект, и институционализация уроков и результатов - могут помочь получить поддержку людей в достижении своих целей и задач. Проведен анализ слабых сторон и сильных сторон проекта. Результаты анализа представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Анализ сильных и слабых сторон проекта

Сильные стороны	Слабые стороны
Экономия на заработной плате сотрудников в связи с уменьшением рабочего персонала. Снижение количества потерь багажа. Быстрый поиск необходимого багажа, контроль на всех этапах транспортировки. Повышение имиджа компании за счет улучшения качества обслуживания. Возможность интеграции системы со штрих-кодом, сократит ряд затрат на переоборудование и покупку лицензий. Закупка собственных RFID принтеров, позволит отказаться от закупки RFID меток.	Достаточно высокая цена на переоборудование, внедрение RFID на стадии материалов, а не готовой продукции, это очень большие затраты. Повышение затрат на обслуживание, хоть и не значительное. Более сложная технология по сравнению со штрих-кодом.

6.5 Финансовый план

Главным назначением этого раздела является прогнозируемая оценка экономической эффективности проекта. Оценка эффективности проекта производится на основе сравнительной экономической эффективности капитальных вложений.

Критерием оценки является минимум приведённых затрат. Приведённые затраты по каждому i -му варианту представляют собой сумму себестоимости C_i и удельных капитальных вложений $K_{уд_i}$, приведённых к годовой размерности в соответствии с нормативным коэффициентом сравнительной эффективности E_n [34]:

$$Z_i = C_i + E_n K_{уд_i} \rightarrow \text{минимум} \quad (6.1)$$

6.5.1 Реализация проекта на основе применения оборудования «MOTOROLA FX7400».

В состав RFID системы входят:

- RFID антенна Motorola AN480-CR66100WR;
- RFID считыватель Motorola FX7400;
- пассивные RFID метки;
- антенный кабель;
- блок питания PWRS-14000-260R.

6.5.1.1 Расчет инвестиционных затрат.

Вложения по системе включают в себя стоимость оборудования, монтажных работ и транспортных услуг. Общие капитальные вложения [35]:

$$K = K_0 + K_M + K_{ТР}, \quad (6.2)$$

где K_0 – затраты на оборудование;

K_M – капитальные вложения на монтажные работы;

$K_{ТР}$ – капитальные вложения на транспортные расходы (2-5 % от стоимости оборудования) [34].

Таблица 6.1 – Затраты на оборудование «MOTOROLA FX7400»

Наименование видов оборудования	Количество, шт.	Цена, тенге	Сумма, тенге
Стационарный считыватель	2	170360	340720
RFID метки	100	1300	130000
RFID антенна	2	24000	48000
Антенный кабель	1	10000	10000
ПО для подключения к ПК	1	16000	16000
ИТОГО:		544 720	

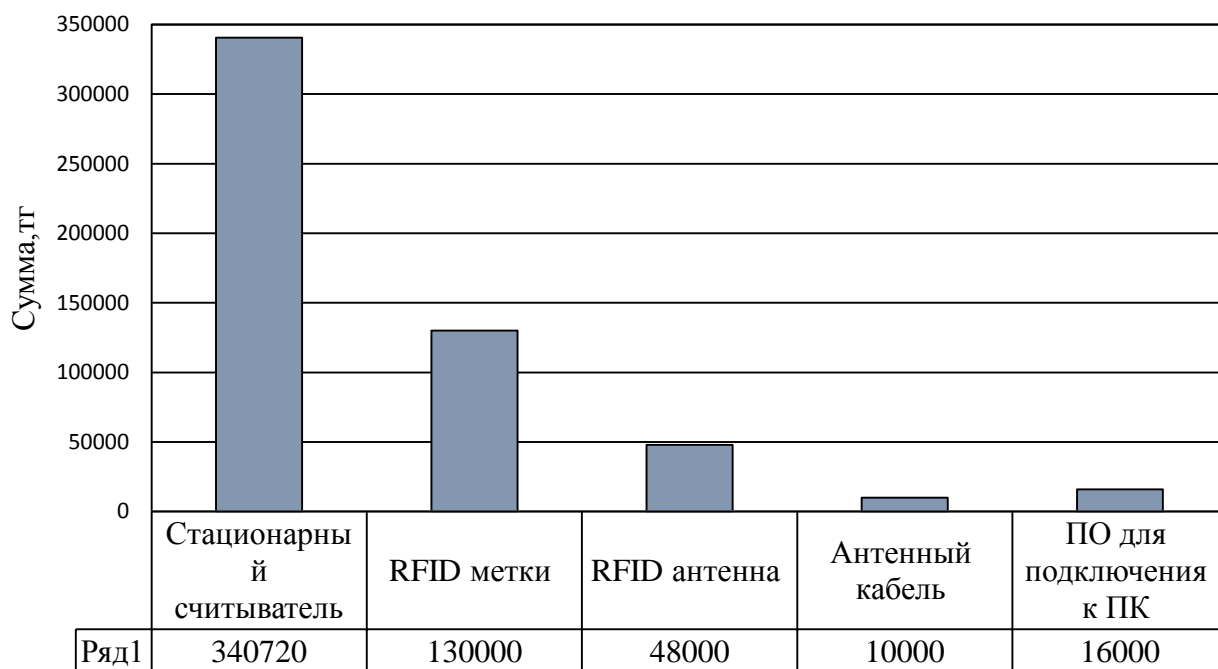


Рисунок 6.1 – Диаграмма затрат на оборудование

По подсчетам, цена на приобретение оборудования составляет $K_0 = 544\,720$ тг. Капитальные вложения по монтажным работам составляет 5 % от цены системы [34]:

$$K_{\text{мон}} = K \cdot 0,05,$$

$$K_{\text{мон}} = 544\,720 \cdot 0,05 = 27\,236 \text{ тенге}$$

Капитальные вложения на транспортные расходы составляет 2 % от цены реализуемого проекта [34]:

$$K_{\text{ТР}} = K_0 \cdot 0,02, \quad (6.3)$$

$$K_{\text{ТР}} = 544\,720 \cdot 0,02 = 10\,895 \text{ тенге}$$

Общие капитальные вложения по первому варианту равны:

$$K = 544\,720 + 27\,236 + 10\,895 = 582\,850 \text{ тенге}$$

Таблица 6.2 – Капитальные вложение проекта при использовании оборудования «MOTOROLA FX7400»

Наименование статей	Сумма, тенге
Затраты на оборудование	544 720
Капитальные вложения на монтажные работы	27 236
Капитальные вложения на транспортные расходы	10 895
Общие капитальные вложения	582 850

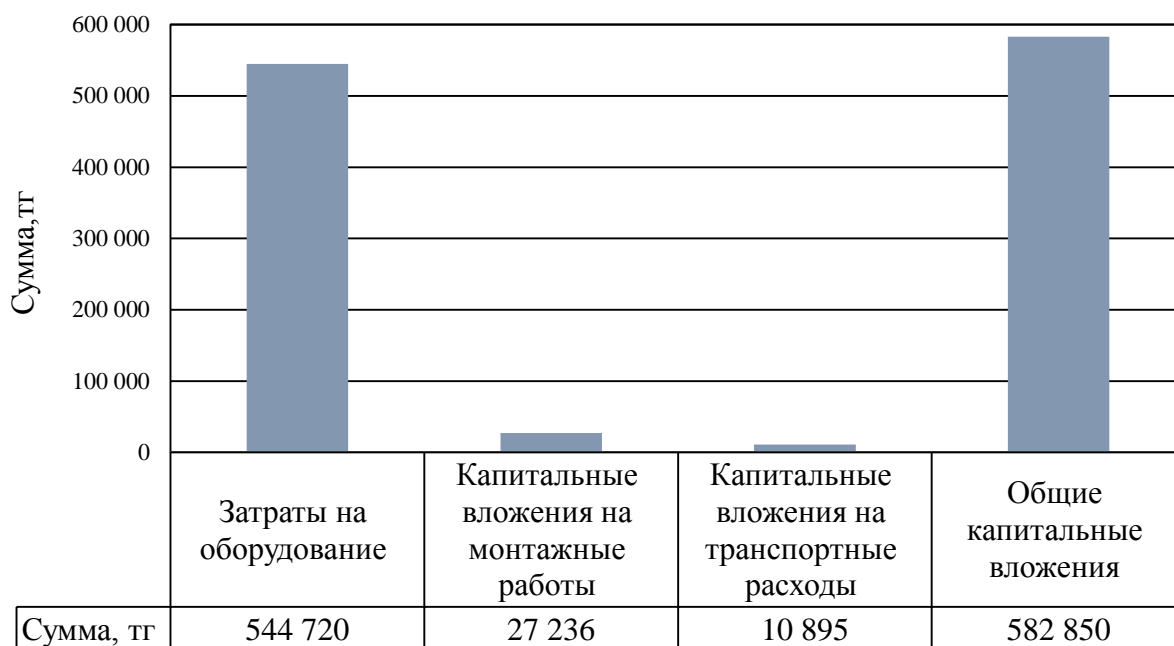


Рисунок 6.2 – Диаграмма общих капитальных вложений при использовании оборудования фирмы MOTOROLA FX7400

6.5.2 Реализация проекта на основе оборудования FEIG MRU102-USB

Необходимо определить капитальные затраты для оборудования FEIG MRU102-USB. В комплекс FEIG MRU102-USB входит:

- RFID антенна Invelion YR2006;
- RFID считыватель FEIG MRU102-USB;
- Пассивные RFID-метка;
- Антенный кабель.

6.5.2.1 Расчет инвестиционных затрат для FEIG MRU102-USB.

Капитальные вложения включают в себя стоимость оборудования, монтажных работ и транспортных услуг.

Таблица 6.3 – Затраты на оборудование

Наименование видов оборудования	Количество, шт.	Цена, тенге	Сумма, тенге
Стационарный считыватель	2	247 920	495 840
RFID метки	100	1 300	130 000
RFID антенна	2	42 940	85 880
Антенный кабель	1	15 000	15 000
ПО для подключения к ПК	1	12 000	12 000
ИТОГО:		738 720	

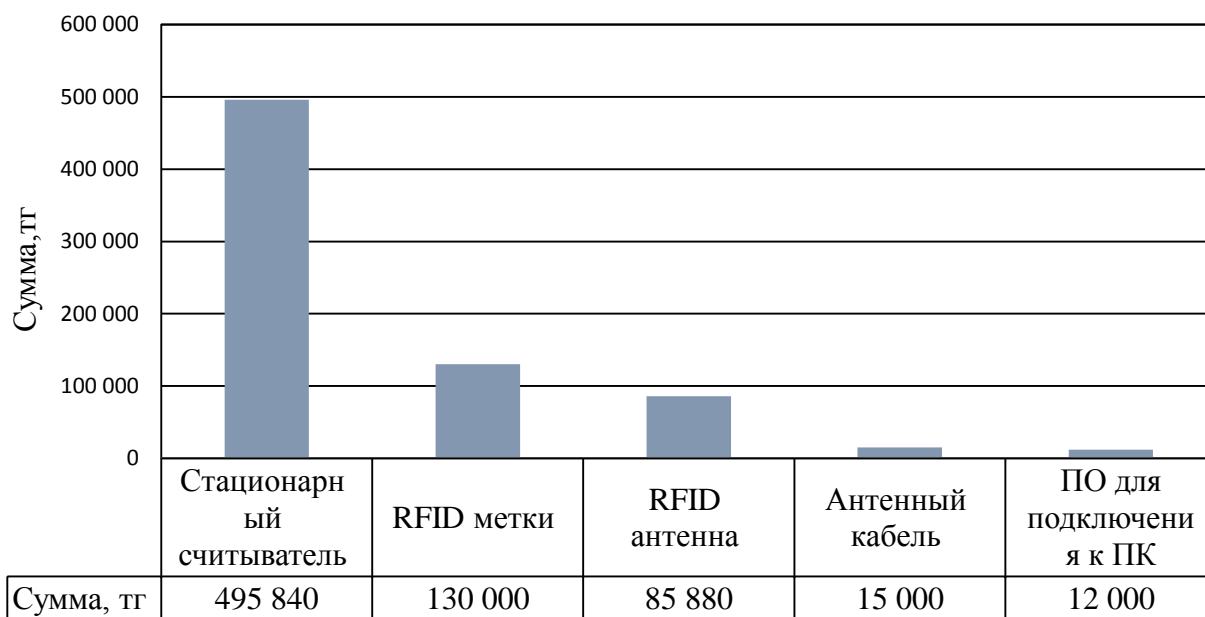


Рисунок 6.3 – Затраты на оборудование FEIG MRU102-USB

В ходе подсчетов по формуле (6.2), цена на приобретение оборудования составляет $K_0 = 738\,720$ тг.

Капитальные вложения по монтажным работам по формуле (6.3) составляет 5 % от цены системы:

$$K_{\text{мон}} = 738\,720 \cdot 0,05 = 36\,936 \text{ тенге}$$

Капитальные вложения на транспортные расходы по формуле (6.4) составляет 2 % от цены системы [34]:

$$K_{\text{тр}} = 738\,720 \cdot 0,02 = 14\,774 \text{ тенге}$$

Общие капитальные вложения по второму варианту составят:

$$K = 738\,720 + 36\,936 + 14\,774 = 790\,430 \text{ тенге}$$

Таблица 6.4 – Капитальные вложение проекта на основе использования «FEIG MRU102-USB»

Наименование статей	Сумма, тенге
Затраты на оборудование	738 720
Капитальные вложения на монтажные работы	36 936
Капитальные вложения на транспортные расходы	14 774
Общие капитальные вложения	790 430



Рисунок 6.4 - Капитальные вложение проекта на основе использования «FEIG MRU102-USB»

6.5.3 Эксплуатационные расходы.

В процессе обслуживания и предоставления услуг телекоммуникации проводится деятельность, необходимая на расходы ресурсов предприятия. Сумма затрат за год и составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплуатационных расходов [34]:

$$\Sigma \mathcal{E} = \Phi \text{ОТ} + \text{Ос} + \mathcal{Э} + \text{Ао} + \text{М} + \text{Пч} + \text{Н} \quad (6.4)$$

где $\Phi \text{ОТ}$ – фонд оплаты труда всех работников предприятия;

Ос – социальный налог;

М – материальные затраты и запасные части (расходы на запасные части и текущий ремонт составляют 0,5 % от капитальных вложений);

$\mathcal{Э}$ – затраты на электроэнергию;

Ао – амортизационные отчисления;

Пч – платежи за использование частот;

Н – накладные расходы (косвенные расходы, также можно отнести все неучтенные расходы - управленческие, хозяйственные, затраты на обучение профессиональных кадров, транспортные расходы). Обычно это 75 % от себестоимости. Фонд оплаты труда ($\Phi \text{ОТ}$) рассчитывается по формуле [34]:

$$\Phi \text{ОТ} = \mathcal{Z}_{\text{осн}} + \mathcal{Z}_{\text{доп}} \quad (6.5)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$\mathcal{Z}_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Заработная плата прямо зависит от количества задействованных рабочих и установленного оклада. Данные по сотрудникам и годовой заработной плате представлены в таблице 6.5 [34].

Таблица 6.5 – Данные по сотрудникам и годовая заработная плата

Наименование категории работников	Численность по штату, чел	Мес. ЗП, тенге	Итого по категории, тенге	Годовая ЗП, тенге
Инженер-программист	1	150 000	150 000	1 800 000
Оператор	1	75 000	75 000	900 000
Итого	2	225 000	225 000	2 700 000

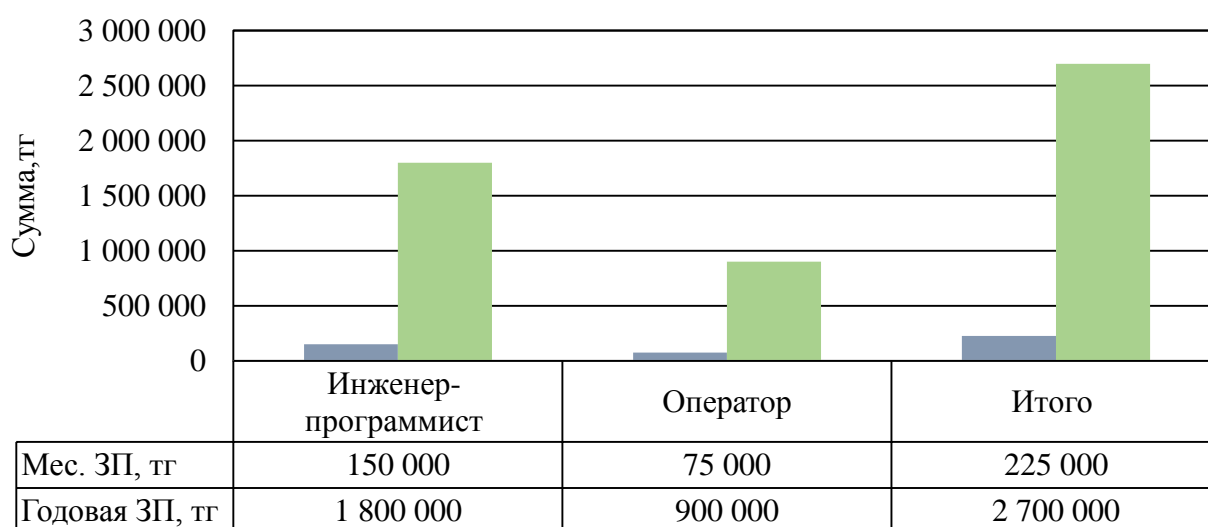


Рисунок 6.5 – Месячная и годовая заработная плата сотрудников

Основная заработная плата за год составит:

$$ЗП_{осн} = 2\,700\,000 \text{ тенге}$$

Дополнительная заработная плата составит 20 % от основной:

$$З_{доп} = ЗП_{осн} \cdot 0,2,$$

$$З_{доп} = 2\,700\,000 \cdot 0,2 = 540\,000 \text{ тенге}$$

Тогда ФОТ составит:

$$ФОТ = 2\,700\,000 + 540\,000 = 3\,240\,000 \text{ тенге}$$

Социальный налог составит 11 % от ФОТ и рассчитывается по формуле:

$$О_c = 0,11 \cdot (ФОТ - ПФ) \quad (6.6)$$

где ПФ – отчисления в пенсионный фонд.

Отчисления в пенсионный фонд составляют 10 % от ФОТ:

$$ПФ = 0,1 \cdot ФОТ \quad (6.7)$$

$$ПФ = 0,1 \cdot 3\,240\,000 = 324\,000 \text{ тенге}$$

$$Ос = 0,11 \cdot (3\,240\,000 - 324\,000) = 320\,760 \text{ тенге}$$

Сумма амортизационных отчислений рассчитывается по формуле [36]:

$$A = \sum_{i=0}^n Hai \Phi_i,$$

где Hai – норма амортизационных отчислений от среднегодовой стоимости основных производственных фондов, в процентах (15 %);

Φ_i – среднегодовая стоимость основных фондов (капитальных вложений) [34].

а) «MOTOROLA FX7400»

$$A = 582\,850 \cdot 0,15 = 87\,425 \text{ тенге.}$$

Материальные затраты и расходы на запасные части и текущий ремонт в размере 5 % от стоимости капитальных вложений [34]:

$$M = K \cdot 5 \% / 100 \% \quad (6.9)$$

$$M = 582\,850 \cdot 0,05 = 29\,140 \text{ тенге}$$

б) «FEIG MRU102-USB»

$$A = 790\,430 \cdot 0,15 = 118\,565 \text{ тенге.}$$

Материальные затраты и расходы на запасные части и текущий ремонт в размере 5% от стоимости капитальных вложений [34]:

$$M = K \cdot 5 \% / 100 \% \quad (6.10)$$

$$M = 790\,430 \cdot 0,05 = 39\,520 \text{ тенге.}$$

Затраты на электроэнергию для производственных нужд, включают в себя расходы электроэнергии на оборудование и дополнительные [34]:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{эл.эн обор}} + \mathcal{E}_{\text{доп.нуж.}} \quad (6.11)$$

$$\mathcal{E}_{\text{эл.эн обор}} = W \cdot S \cdot T \quad (6.12)$$

где W – потребляемая мощность;

T – время работы, $T = 8760$ ч/год;

S – тариф, $1\text{кВтч} = 21$ тенге. Общая потребляемая мощность –

300Вт.

$$Z_{\text{эл.эн обор}} = 0,3 \cdot 8760 \cdot 21 = 55\,190 \text{ тенге}$$

Затраты электроэнергии на дополнительные нужды возьмем по укрупненному показателю 5 % от затрат на электропитание оборудования [34]:

$$Z_{\text{доп.нуж}} = 0,05 \cdot Z_{\text{эл.эн обор}} \quad (6.13)$$

Затраты электроэнергии на дополнительные нужды [34]:

$$Z_{\text{доп.нуж}} = 0,05 \cdot 55\,190 = 2\,800 \text{ тенге}$$

Тогда затраты на электроэнергию для производственных нужд [34]:

$$Z = 55\,190 + 2\,800 = 57\,990 \text{ тенге}$$

Стоимость прочих расходов составляет 30 % от годового фонда заработной платы [34]:

$$H = ЗП \cdot 0,3 \quad (6.14)$$

$$H = 3\,240\,000 \cdot 0,3 = 972\,000 \text{ тенге}$$

Таким образом, годовые эксплуатационные расходы по формуле (6.2) составят [34]:

$$\begin{aligned} \Sigma Z &= 3\,240\,000 + 87\,425 + 320\,760 + 29\,140 + 57\,990 + 972\,000 = \\ &= 4\,707\,315 \text{ тенге.} \end{aligned}$$

Таблица 6.6 – Эксплуатационные расходы для оборудования «MOTOROLA FX7400» составят:

Показатель	Сумма, тенге	Уд.вес, %
ФОТ	3 240 000	0,68
Отчисления на социальные нужды	320 760	0,03
Амортизационные отчисления А0	87 425	0,12
Затраты на материалы и запасные части	29 140	0,01
Затраты на электроэнергию	57 990	0,7
Прочие административные, управленческие и эксплуатационные расходы	972 000	0,19
Итого	4 707 315	-

$$\begin{aligned} \Sigma Z &= 3\,240\,000 + 118\,565 + 320\,760 + 39\,520 + 57\,990 + 972\,000 = \\ &= 4\,748\,835 \text{ тенге} \end{aligned}$$

Таблица 6.7 – Эксплуатационные расходы для оборудования «FEIG MRU102-USB» составят:

Показатель	Сумма, тенге	Уд.вес, %
ФОТ	3 240 000	0,68
Отчисления на социальные нужды	320 760	0,03
Амортизационные отчисления А0	118 565	0,14
Затраты на материалы и запасные части	39 520	0,02
Затраты на электроэнергию	57 990	0,7
Прочие административные, управленческие и эксплуатационные расходы	972 000	0,19
Итого	4 748 835	-

6.6 Оценка экономической эффективности

Приведенные затраты по формуле (6.1) для оборудования «MOTOROLA FX7400» составят [34]:

$$Z_1 = 4\,707\,315 + 0,15 \cdot 582\,850 = 4\,794\,740 \text{ тенге}$$

Так же и для «FEIG MRU102-USB»

$$Z_2 = 4\,748\,835 + 0,15 \cdot 790\,430 = 4\,867\,400 \text{ тенге}$$

Таким образом, приведенные затраты по первому варианту меньше, чем по второму, на 72 660 тенге, поэтому для реализации рекомендуется проект «MOTOROLA FX7400», так как данное оборудование отличается особой функциональностью и надежностью:

$$Z_1 < Z_2$$

Таблица 6.8 – Сравнительные показатели оборудования

Показатели	«MOTOROLA FX7400»	«FEIG MRU102-USB»
Капитальные вложения, тенге	582 850	790 430
Эксплуатационные издержки, тенге	4 685 415	4 685 415
Коэффициент экон. Эффек. %	13,9 %	13,9 %
Приведенные затраты, тенге	4 707 315	4 748 835

В качестве предполагаемой прибыли мы рассматриваем экономию по заработной плате, полученную в результате сокращения численности персонала после внедрения проекта.

Ожидаемая условно-годовая экономия определяется по формуле:

$$\text{Эуг} = C1 - C2 \quad (6.15)$$

где Эуг - величина экономии, тенге;

C1 и C2 - показатели текущих затрат по базовому внедряемому вариантам, тенге;

В качестве текущих затрат рассматриваются затраты по ФОТ, социальному налогу.

$$C1 = \text{ФОТ} + \text{Ос} \quad (6.16)$$

где ЗР - компенсация по сокращению штатов.

Согласно производственным расчетам затраты по ФОТ и социальному налогу после реализации проекта составили:

$$C1 = 2\,700\,000 + 540\,000 = 3\,240\,000 \text{ тенге}$$

До реализации проекта численность задействованного персонала составила 2 человека и затраты по основной заработной плате составили 2 700 000 тенге в год. Так как происходит сокращение штата сотрудников рассчитаем их заработную плату и компенсацию за сокращение.

Таблица 6.9 Заработная плата сокращенных сотрудников

Наименование категории работников	Численность по штату, чел	Месячная ЗП, тенге	Итого по категории, тенге	Годовая ЗП, тенге
Сотрудник аэропорта	3	90 000	270 000	3 240 000
Работник сортировочного отдела	5	100 000	500 000	6 000 000
Итого	8	230 000	930 000	9 240 000

Дополнительная заработная плата сокращенных работников составит 20 % от основной:

$$\text{Здоп} = 9\,240\,000 \cdot 0,2 = 1\,848\,000 \text{ тенге}$$

Тогда ФОТ до реализации проекта составит:

$$\text{ФОТ} = 9\,240\,000 + 1\,848\,000 = 11\,088\,000 \text{ тенге}$$

Отчисления в пенсионный фонд составляют 10 % от ФОТ:

$$\text{ПФ} = 0,1 \cdot 11\,088\,000 = 1\,108\,800 \text{ тенге}$$

Социальный налог составит:

$$OC = 0,11 \cdot (11\,088\,000 - 1\,108\,800) = 997\,920 \text{ тенге}$$

Компенсация за сокращение составит:

$$ЗР = 3 \cdot 90\,000 + 5 \cdot 100\,000 = 770\,000 \text{ тенге}$$

Тогда, текущие затраты до реализации проекта будут равны:

$$C1 = \Phi OT + Oc \quad (6.17)$$

$$C2 = 11\,088\,000 + 997\,920 - 770\,000 = 11\,315\,920 \text{ тенге}$$

Таким образом, годовая экономия в результате сокращения численности, задействованного персонала составит:

$$\text{Эуг} = 11\,315\,920 - 3\,240\,000 = 8075920 \text{ тенге}$$

Коэффициент экономической эффективности рассчитывается по формуле:

$$E = \text{Эуг} / K \quad (6.18)$$

$$E = 8075920 / 582\,850 = 13,9 \%$$

Срок окупаемости рассчитывается по формуле:

$$T = 1/E \quad (6.19)$$

$$T = 1/13,9 = 0,07 \cdot 12 = 1 \text{ месяц.}$$

Итого, срок окупаемости данного проекта составит 1 месяц.

Таблица 6.10 Показатели экономической эффективности

Показатель	Значение
Капитальные вложения, тенге	1 838 000
Экономия по заработной плате, тенге	22 320 960
Коэффициент экономической эффективности, %	12,14
Срок окупаемости, месяц	1

6.6.1 Выводы

Выбор оборудования для RFID системы учета и сортировки, проводился на основе сравнительной экономической эффективности капитальных вложений между оборудованием от 2 разных производителей: «MOTOROLA FX7400» и «FEIG MRU102-USB». После разбора экономической деятельности и проведения сравнения оборудования при использовании оборудования по различным экономическим показателям (рисунок 1.5) можно сделать вывод, что приведенные затраты для «MOTOROLA FX7400»

составляют 4 707 315 тенге, а при использовании «FEIG MRU102-USB» 4 748 835 тг, что на 72 660 тенге больше. Так как используемое оборудование имеет одинаковые технические характеристики, с экономической стороны выгоднее использовать «MOTOROLA FX7400». Также был проведен анализ сильных и слабых сторон проекта. Рассчитан срок окупаемости проекта, который составляет 1 месяц. Можно с уверенностью сказать, что внедрение данной технологии положительно отразится на работе аэропортов. Основной целью внедрения RFID-технологий в аэропортах и вокзалах является, обеспечение положительного социального эффекта для мегаполиса и его жителей, а также создание экономически привлекательной и удобной инфраструктуры на основе современных технологий.

Заключение

В ходе выполнения дипломного проекта была исследована технология стандарта ISO 14443, а также принцип работы NFC, возможность модернизации опций мобильного телефона при помощи NFC-метки. Рассчитан радиус максимальной допустимой дальности связи 3,5м. Расстояние, на котором отсутствует индуктивная связь. Напряженность электромагнитного поля для 4см. составила 14,4 А/м. Вычислил среднее время ожидания - 0,17763 с.

Исследования показывают, что данная технология обладает огромной перспективой применения в повседневной жизни. Так же в проекте использованы метки фирмы Mifare самой распространенной торговой марки семейства бесконтактных смарт-карт и меток в мире. Все продукты Mifare базируются на ISO 14443 Type A 13,56 МГц стандарте бесконтактных смарт-карт. Предназначены в первую очередь для идентификации личности и микро платёжных систем. Характеризуются невысокой дальностью чтения до 10 см.

Рассмотрены основные проблемы при внедрении автоматизированной системы учета и сортировки багажа, при помощи RFID-технологий.

Предложены схемы установки считывателей в аэропортах на базе системы RFID. Для системы определены потери мощности в свободном пространстве, коэффициенты усиления антенн считывателей и меток, для частоты 868 МГц. Для частоты 868 МГц мощность с учетом потерь составила – -66 дБм. На основе результатов расчетов предложено использовать передатчик мощностью 50 мВт и частоту 868 МГц. Для работы RFID-системы с частотой 868 МГц, чувствительность приемника составляет -90 дБм.

Определены диаграммы направленности и размер антенны, который составил 0,4 метра. Полученная величина длины антенны диполя удовлетворяет размерам типовых RFID – считывателей.

Для системы целесообразно выбрать пассивные RFID-метки со стационарным RFID-считывателем и выносной антенной. Предложено использовать метки GATE KT-UHF-TAG, стационарный считыватель Motorola 7400 и при необходимости выносную антенну FEIG U600/270-EU (UHF).

Приведена инструкция монтажа и настройки системы, а также правила техники безопасности при монтаже.

В экономической части проекта рассчитаны капитальные вложения и эксплуатационные расходы для системы оплаты, которые составили 4 707 315 тенге, а срок окупаемости составил 1 месяц.

Раскрыта стратегия маркетинга и проведен анализ сильных и слабых сторон проекта.

Список литературы

- 1 Технология NFC и проведение испытаний беспроводной связи ближнего действия // Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG. [Мюнхен, 2011]. URL: http://www.emftest.ru/media/2017/10/rto_new_appl3_n.pdf (дата обращения: 13.02.2018).
- 2 Технология NFC - связь на близком расстоянии // Издательский дом Электроника [Москва, 2007-2018]. URL: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2187/doc/57689/> (дата обращения: 15.02.2018).
- 3 ГОСТ Р ИСО/МЭК 14443. Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Карты ближнего действия. - М.: Издательство стандартов, 2011.
- 4 ACR-122U NFC RFID считыватель смарт-карт// Компания Prom.ua [Киев, 2018]. URL: <https://prom.ua/p560602669-acr-122u-nfc.html> (дата обращения: 19.02.2018).
- 5 Yanhai Cao, A New Transmitter Circuit for the 13.56 MHz RFID Reader Based on ISO14443. – Т.: Department of Electronic, Computer and Software Systems (ECS), 2008.
- 6 Основные компоненты RFID. //Компания Центр Автоматической Идентификации [Москва, 2018]. URL: http://rfid-m.ru/reshenia/stati/stat_poniatie_rfid.php (дата обращения: 02.03.2018).
- 7 Как работает - RFID? // Интернет-страница, портала Компьютерные вести [Минск, 2018]. URL: <http://www.kv.by/content/324203-kak-rabotaet-rfid> (дата обращения 05.04.2018).
- 8 Дравицин В.И. Что такое RFID-система? - М.: АСТ, 2016 г.
- 9 RFID-метки // Интернет-страница ЗАО ЭРФИД [Москва, 2016]. URL: <http://www.erfid.ru/rfid-technology/rfid-tag/> (дата обращения 07.04.2018).
- 10 RFID считыватели. Интернет-страница компаний Тэндо [Москва, 2016]. URL: <http://www.tendo.ru/rfid/rfid-oborudovanie/rfid-schityvateli.html> (дата обращения 10.03.2018).
- 11 Алёшин В.В., Радиочастотная идентификация. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011 г.
- 12 Диапазоны частот // Центр компетенции радиочастотной идентификации АО ИМЦ Концерн ВЕГА [Москва, 2018]. URL: <http://rfidcenter.ru/page/frequencies-ranges/> (дата обращения 17.02.2018).
- 13 Дшхунян В.Л. Электронная идентификация. Бесконтактные электронные идентификаторы и смарт-карты / под ред. В.Л. Дшхунян, В.Ф. Шаньгин. – М.: NT Press, 2004.
- 14 Особенности передачи данных в системе RFID, интернет-страница компании СМАРТ-Системы [Москва, 2016]. URL: <http://asupro.com/gps-gsm/means-identification/reference/features-data-transfer-rfid-systems.html>. (дата обращения 16.04.2018).

15 Филиппенко И.В. Решение проблемы коллизий в системах радиочастотной идентификации. – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2009 г.

16 Считыватель RFID-меток с несущей частотой 125 кГц, интернет страница сайта ПАЯЛЬНИК [Москва, 1999-2018]. URL: <http://schem.net/guard/3-72.php> (дата обращения 03.04.2018).

17 Длина волны, интернет-страница Формулы, интерактивный справочник [Москва, 2018]. URL: <http://su0.ru/P8wJ> (дата обращения 05.03.2018).

18 Отт Г.У. Методы подавления шумов и помех в электронных системах: Книга по требованию. – М.: МИР, 1979.

19 Диаграмма направленности, интернет-страница компаний Телеком Сервис МСК [Москва, 2018]. URL: <https://asp24.ru/novosti-asp24-ru/chto-takoe-diagramma-napravlennosti-antenny/> (дата обращения 02.03.2018).

20 Как выбрать RFID метку? Интернет-страница ООО Интер АйДи – Системный Интегратор [Москва, 2011-2018]. URL: <http://interid.ru/articles/details/id/15> (дата обращения 09.03.2018).

21 Читаемость радиочастотных меток RFID системы. Интернет-страница компании Смарт Системы, URL: <http://asupro.com/gps-gsm/system/readability-rfid-tags-rfid-systems.html> [Москва, 2007-2016]. (дата обращения 10.03.2018).

22 Логистика и склад, интернет-страница компании Релвест [Санкт-Петербург, 2017]. URL: <http://www.rfidspb.ru/356/460/> (дата обращения 12.03.2018).

23 Горбунов А.О. RFID-технологии в производстве. - М.: ИСУП, 2005. -№4. - стр. 8-9.

24 Электронная идентификация / под ред. В.Л. Дшхунян, В.Ф.Шаньгин - М.: АСТ, 2004.

25 Технология и решения RFID Technology And Solutions // Интернет страница ООО Технотрейд [Киев, 2017]. URL: [http://uarfid-kiev-ua.1gb.ua/NFC_932.html](http://uarfid-kiev.ua.1gb.ua/NFC_932.html) (дата обращения 18.03.2018).

26 СКУД для малых офисов // интернет-страница журнала Алгоритм безопасности [Санкт-Петербург, 2017]. URL: <http://www.algorithm.org/arch/arch.php?id=19&a=156> (дата обращения 17.03.2016).

27 RFID-считыватель, интернет-страница группы компаний ISBC [Зеленоград, 2017]. URL: <http://www.isbc-rfid.ru/rfid-schityvateli/uhf-rfid-schityvateli/rfid-schityvatelfeig-lru3500-uhf/> (дата обращения 20.03.2018).

28 RFID-считыватель, интернет-страница группы компаний ISBC [Зеленоград, 2017]. URL: <http://www.isbc-rfid.ru/rfid-schityvateli/uhf-rfid-schityvateli/feig-mru102usb-uhf/> (дата обращения 21.03.2018).

29 Стандарт IEEE 802.15.4f-2012. RFID. – М: Издательство Витал Электроникс, 2011.

30 Из чего состоит система RFID, интернет-страница компании ПОС-Магазин [Москва, 2018]. URL: <http://posmagazin.ru/articles/18/120/> (дата обращения 23.03.2018).

31 Логистика и склад, интернет-страница компании Релвест [Санкт-Петербург, 2017]. URL: <http://www.rfidspb.ru/356/460/> (дата обращения 12.03.2018).

32 Возможные операции с памятью RFID меток, интернет-страница компании СМАРТ Системы [Киев, 2007-2016]. URL: <http://asupro.com/gps-gsm/rfid/available-operations-memory-rfid-tags.html> (дата обращения 12.03.2018).

33 Лахири С. RFID. Руководство по внедрению – М.: Кудис-Пресс, 2007.

34 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров. – Алматы: АУЭС, 2009 г.

35 Демина Е.В., Иодко Е.К., Майофис Л.И., Резникова Н.П. Организация, планирование и управление предприятиями связи: Учебник для вузов, – М.: Радио и связь, 2010 г.

36 Голубицкая Е. А., Жигульская Г. М. Экономика связи: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 2010 г.

Приложение А

Листинг программы расчета напряженности и магнитной индукции

```
program raschet_1;
const Uo=0.00000125;
var rR,IrNr,x,S,Hr,Br,Ф:real;
begin
writeln('Найдем напряденность,м');
writeln('Введите радиус антенны,м');
readln(rR);
writeln('Введите число ампер-витков');
readln(IrNr);
writeln('Введите расстояние до антенны,м');
readln(x);
writeln('Введите площадь антенны,м');
readln(S);
Hr:=(IrNr*sqr(rR))/(2*(exp(3/2*ln(sqr(rR)+sqr(x)))));
Writeln('Hr=',Hr,'А/м - Напряженность магнитного поля');
writeln('Рассчитаем Магнитную индукцию');
writeln('Введите значение напряженности магнитного поля,А/м');
readln(Br);
Br:=Uo*Hr;
writeln('Br=',Br,'Тл - Магнитная индукция');
writeln('Найдем Магнитный поток');
writeln('Введите значение магнитной индукции,А/м');
readln(Br);
writeln('Введите площадь антенны,м');
readln(S);
Ф:=Br*S;
writeln('Ф=',Ф,'Вб - Магнитный поток');
readln(Hr,Br,Ф);
end.
```


Приложение Б

Листинг программы расчета времени передачи, обслуживания и запаздывания информации

```
program raschet_2;
const λ=0.001;
var Tper,L,M,B,Tc,N,C,W,λ:real;
begin
writeln('Рассчитаем время передачи от одного источника к другому');
writeln('Введите длину посылки с учетом старта и стопа');
readln(L);
writeln('Введите общее число посылок');
readln(M);
writeln('Введите скорость передачи данных');
readln(B);
Tper:=(L*M)/B;
writeln('Tper=',Tper,'с - Время передачи информации ');
writeln('Далее рассчитаем время цикла передачи для нескольких источников');
writeln('Время передачи информации Tper');
readln(Tper);
writeln('Введите количество источников информации');
readln(N);
Tc:=Tper*N;
writeln('Tc=',Tc,'с - Время передачи для N источников');
writeln('Найдем среднее время обслуживания C');
writeln('Введите время передачи для нескольких источников Tc ,с');
readln(Tc);
C:=(λ*sqr(Tc))/(2*(1-λ*Tc));
writeln('C=',C,'с - Среднее время обслуживания для N источников');
writeln('Рассчитаем среднее время запаздывания W');
writeln('Введите среднее время обслуживания сообщения C');
readln(C);
writeln('Введите время обработки одного сообщения Tper');
readln(Tper);
W:=C+Tper;
writeln('W=',W,'с - Среднее время запаздывания для N источников');
readln(Tper,Tc,C,W);
end.
```

Приложение В

Листинг программы расчета угла зоны действия считывателя и длины дипольной антенны

```
program raschet_3;
const c=300000000;
var  $\lambda$ ,f,Qa,La,R,L:real;
begin
writeln('Найдем длину волны,м');
writeln('Введите рабочую частоту,Гц');
readln(f);
 $\lambda:=c/f$ ;
Writeln('λ=', $\lambda$ ,'м - Длина волны');
writeln('Найдем угол треугольной зоны считывания');
writeln('Введите радиус зоны покрытия');
readln(R);
writeln('Введите расстояние от метки до считывателя,м');
readln(L);
Qa:=2*ArcTan(R/L);
writeln('Qa=',Qa,'угол зоны покрытия считывателя');
writeln('Зная угол зоны покрытия и длину волны найдем длину дипольной антенны');
writeln('Введите длину волны,м');
readln( $\lambda$ );
writeln('Введите значение угла зоны считывания');
readln(Qa);
La:= $\lambda/Qa$ ;
writeln('La=',La,'м - Длина дипольной антенны');
readln( $\lambda$ ,Qa,La);
end.
```

Приложение Г

Листинг программы антиколлизии

```
Program collision_test1;
uses crt;
label m1;
var a:array[1..225,1..21] of integer;
s:array[1..225] of integer;
  n,i,j,k,i1,j1,p,v:integer;
t: longint absolute $0:$046C;
t1,t2: longint;
begin
clrscr;
t1:=t;
randomize;
write ('Введите количество меток: ');
readln(n);
for v:=1 to n do
s[v]:=0;
p:=0;
repeat
m1:
for i:=1 to n do begin
for j:=1 to 21 do begin
a[i,1]:=i;
for v=1 to n-p+1 do begin
if i=s[v] then a[s[v],j+1]:=0 else
if a[i,j]=1 then a[i,j+1]:=0 else a[i,j+1]:=random(2);end;
for v:=n-p+2 to n do begin
if (p<>0) then a[s[v],j+1]:=0;end;
if (j=1) and (i>=10) then write(a[i,j], ' :') else
if j=1 then write(a[i,j], ' :') else
write(a[i,j+1], ' ');
end; writeln;
end;
j:=1;
repeat
j:=j+1;
k:=0;
for i:=1 to n do begin
if a[i,j]=1 then k:=k+1;
if (j>=21) and (k<>1) then go to m1;end;
```

```
until k=1; begin
j1:=j;i:=0;begin
repeat
i:=i+1;
until a[i,j1]=1;
writeln('нет коллизии в метке: ',i);end;
i1:=i;
end;
v:=n-p;
p:=p+1;
s[v]:=i1;
until p=n;
write ('последовательность считывание меток: ');
for v:=n downto 1 do
write(s[v], ' ');
t2:=t;
writeln;
writeln((t2-t1)/18.2:2:5);
readln;
end.
```

Приложения Д

Блок-схема программы антиколлизии

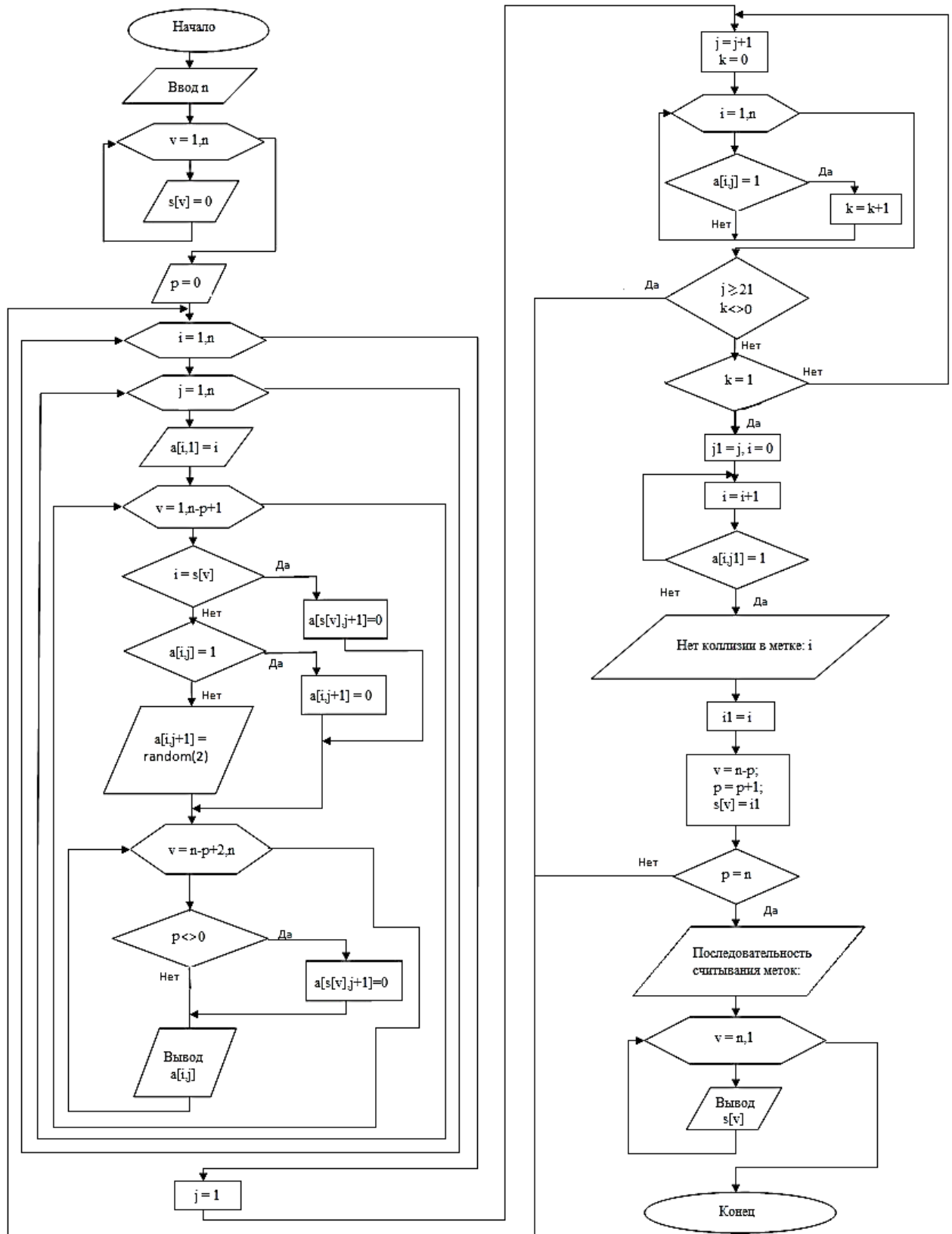


Рисунок Д.1 – Блок-схема программы антиколлизии