МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра „Телекоммуникационных систем"

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой ТКС
к.т.н., проф. Байкенов А.С.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
_____ «____» _____ 2016 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Проектирование технологии Zigbee в кассовых залах ЖД вокзала

Специальность 5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил (а) Сансызбаева Г.Н. РЭИз
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель к.т.н., ст. препод. Куджанов Р.Т.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:
Бекишева А.И., к.э.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «02» 06 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
к.т.н., доц. Абикенова А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «27» 05 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
к.т.н., ст. препод. Кадрамова Ю.М.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «26» 05 2016 г.
(подпись)

Куджанов Р.Т., к.х.н., ст. преп
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «____» _____ 20__ г.
(подпись)

Нормоконтролер: Демидова Г.Д. ст. пр-ль
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «31» мая 2016 г.
(подпись)

Рецензент: Байкенова Г.М., ст. пр. КазНИТУ каф. РТ
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «1» 06 2016 г.
(подпись)

Алматы 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиотехники и связи
Специальность 5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра Телекоммуникационных систем

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Сансызбаева Гульнат Нурлыбайкызы
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Проектирование технологии Zigbee в кассовых залах ЖД вокзала.

утверждена приказом ректора № 149 от «19» октября 20___ г.
Срок сдачи законченной работы «25» мая 2016 г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

1. k - постоянная Больцмана, $k = 1,3803 \times 10^{-23}$ Дж/К
2. $P_{tдб}$ - мощность сигнала передающей антенны, $P_{tдб} = 63$ мВт
3. $G_{tдб}$ - коэффициент усиления передающей антенны, $G_{tдб} = 1$.
4. S - площадь помещения, $S = 1500$ м^2

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

1. Спецификация стандарта IEEE 802.15.4
2. Использование беспроводной технологии Zigbee в кассовых залах.
3. Расчет зоны действия сигнала внутри здания
4. Описание продукции
5. Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Организация сети Zigbee
2. Структурная схема беспроводного детектора дыма
3. Система пожарной безопасности в помещении
4. Блок-схема системы пожарной сигнализации с использованием радиоканала
5. Классификация основных беспроводных стандартов
6. Zigbee Pro - модем AnCom RZ/B
7. Организация систем точек учета

Рекомендуемая основная литература

1. Д. Панфилов. Введение в беспроводную технологию Zigbee стандарта 802.15.4 // Электронные компоненты. - № 12. - 2004.
2. MSP 430 и продукция Chipcon в беспроводных сенсорных приложениях и устройствах обеспечения безопасности. - Новости Электроники: сайт компании „Компел"; http://www.compeljournal.ru/enews/2007/3/8.
3. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания для экономической части выпускной работы. - Алматы, 2009.
4. Дюсебаев М.К. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах. Алматы: АИЭС, 2008.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Вычисл. техника	Ефремова		[подпись]
БНТД	Бикенова А.А.	25.04-27.05.16	[подпись]
Эконом. часть	Бекишева А.И.	28.04-02.06.16	[подпись]
Техн. часть	Кушчанов Р.Г.	28.04-02.06.16	[подпись]

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1.	Спецификация стандарта IEEE 802.15.4	21.10 - 30.10.2015г	
2.	Использование беспроводной технологии Zigbee в классных залах	05.11 - 18.11.2015г	
3.	Расчет зоны действия внутри здания	24.11. - 15.12.2015г	
4.	Описание продукции	06.03 - 28.03.2016г	
5.	Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока.	15.04 - 29.04.2016г	

Дата выдачи задания «15» октября 2016 г.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., проф. Байконов А.С.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ к.т.н., ст. препод. Куджанов Р.Т.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____ Сансызбаева Г.К.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Дипломдық жоба Темір жол вокзалының кассалық залдарында ZigBee технологиясын қолдану арқылы желіні тұрғызу тақырыбына арналған. Желі топологиялары, технологияның артықшылықтары. Қолданылатын стандарттың спецификациясы қарастырылған.

Сонымен қатар, ғимарат ішінде таралатын дабылдың таралу аумағының, шудың есептеулері жүргізілген.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жасанды жарықтандырудың есептері жүргізілген.

Экономикалық блімде бизнес жоспар құрылған және ұсынылып отырған жобадан келіп түсетін кіріс саналған.

Аннотация

Дипломный проект посвящен теме по построению сети с использованием технологии ZigBee в кассовых залах ЖД вокзала. Рассмотрены топологии сети, преимущества, спецификация используемого стандарта.

А также в проекте произведены расчеты зоны действия сигнала внутри здания, расчет шумов.

В разделе безопасности жизнедеятельности был рассчитан расчет искусственного освещения.

В экономической части проекта был составлен бизнес план и посчитали доход от предлагаемого проекта.

Annotation

Diploma project on the theme to build a network using ZigBee technology in the cash halls of the railway station. Considered network topology advantages specification standard used. Also in the project calculations are made signal coverage inside the building, the noise calculation. The life safety section was estimated calculation of artificial lighting. In the economic part of the project it was drawn up a business plan and considered income from the proposed project.

Содержание

Введение7	
1Протоколы организации беспроводных сетей	8
1.1Виды технологии беспроводных сетей8	
1.2Реализация беспроводных сетей 9	
1.3Особенности ZigBee перед другими технологиями	10
1.4Организация ZigBee сети	11
1.5Топология сети ZigBee	13
1.6Структура сети ZigBee	13
1.7Спецификация стандарта IEEE 802.15.4	15
1.8 Использование беспроводной технологии Zigbee в кассовых залах	17
1.9 Реализация проекта на основе технологии Zigbee	25
1.10 Организация сети связи в кассовых залах ЖД вокзала	26
1.11 Выбор оборудования для реализации проекта	27
2 Расчетная часть проекта	32
2.1 Расчет зоны действия сигнала внутри здания	32
2.2 Расчёт различных искажении37	
2.3 Расчет линии потерь	39
3 Бизнес план	41
3.1 Резюме	41
3.2 Компания и отрасль	41
3.3 Описание продукции	41
3.4 Анализ рынка	41
3.5 Финансовый план41	
3.6 Расчет доходов43	
4Раздел безопасности жизнедеятельности49	
4.1 Анализ условия труда 49	
4.2 Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока 55	
Заключение 58	
Список литературы 59	
Приложение А Организация систем точек учета	60

Введение

Нашу жизнь мы не можем представить без беспроводных технологии, так как они глубоко впустили корень.

В доступ интернет все мы выходим через технологии 3G, 4G, Wi-Fi. Для разговоров пользуемся системами DECT, GSM, TETRA, CDMA. Беспроводные технологии легко развертываются, масштабируемость велико, мобильность, меньше проводов.

Так как беспроводные технологии не требуют прокладки кабеля многим абонентам удобно установить малые оборудования и без каеля по всему зданию. Это удовлетворяет и ценовой качестве и по развертыванию сети. Арендодателем удобно в том плане, если арендатор отказался можно и не подключать или могут быть другие весомые причины.

Рынок телекоммуникаций насыщен множеством разных технологий, которые конкурируют между собой и ничем не уступают друг – другу. Перед потребителями появляется большая задача сделать правильный выбор для развертывания или проектирования новых сетей.

И сегодня среди этих технологии мы можем выбрать технологию нового поколения, который работает на базе сенсорных сетей. В повседневной жизни использовать сенсорные сети стало модным, но несмотря на это в промышленностях для обеспечения связи с удаленными объектами и для мониторинга систем также используется оптические технологии.

ZigBee это новая перспективная технология нового поколения и является единственным вариантом по сенсорным датчикам. Технология предоставляет оборудования маленьких размеров для передачи информации малых объемов. В большинстве случаев обычно используется автономные устройства, такие как датчики и питания. Под стандартом 802.15.4. понимают технологию ZigBee реализующися на микросхемах радиопередатчика или же трансивера.

У технологии ZigBee по сравнению с другими технологиями малый радиус действия, который также может объединить удаленные офисы между собой. Для больших объемов информации аналогом данной технологии является технология WiMAX.

В дипломном проекте предлагается спроектировать сенсорную сеть на базе технологии ZigBee в кассах залах ЖД вокзала. Сегодняшний день, когда надо идти в ногу со временем, технологияZigbeeдаст множество возможности для развертывания сети.

Как говорили выше, устанавливая ZigBee частные клиенты экономит малую сумму, а большие объемные производства или бизнес клиенты на этом экономят миллиарды. В связи с этим данный проект посвящен этой технологии.

1Протоколы организации беспроводных сетей

1.1 Виды технологии беспроводных сетей

Обычно в беспроводных системах связи для развертывания сети их делят на большие три класса:

Персональные сети;

Локальная сеть;

Беспроводная сеть.

Каждые из этих классов работают с друг другом не смотря на совершенно разные требования по территориальному признаку.

1.1.1 Технология WPAN

WPANсистемы не нуждаются в шнурах и кабелях, они перешагнули эти этапы и усовершенствовались. Примерами служат следующие:

Беспроводные клавиатуры и мыши;

Лаптопы;

Электронные книги

Мобильные телефоны.

По сравнению с первичными в WPAN используется передатчики с малой мощностью и дает довольно приличное покрытие сети.

Самым известным из WPAN является Bluetooth. Он пришел в телекоммуникационную сеть как замена к инфракрасному соединению. Но и у него возможности ограничены.

Скорость передачи данных 732 Kbps или менее.

Расстояние между приемо - передатчиком - не более 10 метров.

Не поддерживает роуминг.

Есть возможность сохранения данных.

1.1.2 Технология WLAN

Данная система уже с расширенными возможностями по сравнению с WPAN. Здесь не существует понятие традиционных кабелей.

Основные характеристики следующие:

Скорость передачи данных - до 11 Mbs.

Зона покрытия ~ 30 метров.

Поддержка роуминговой системы.

Топология сети ячейстая и дает возможность подключения как mech - сети.

1.1.3 Технология WWAN (для сотовых систем)

Для любой передовой компании занимающимися беспроводными телефонами важно передача голоса и данных через широкую полосу пропускания. На сегодня такие телефоны существуют и они конкурируют на рынке между собой. Но у всех этих систем скорость передачи данных ограничена до 9,6 Кбис/с.

Есть несколько основных моментов, которые необходимо помнить при развёртывании беспроводных сетей:

– Поскольку в беспроводной индустрии пока ещё не выработано однозначного направления развития, каждая система, развёртываемая сегодня, является продуктом индивидуального «творчества» и рассчитана на небольшой жизненный цикл.

– Каждый тип беспроводной технологии рассчитан на определённых пользователей и/или на определённую площадь покрытия.

– Системы WPAN, WLAN и WWAN в настоящее время не могут напрямую взаимодействовать друг с другом (это показано на примере выше).

– Каждый тип систем имеет свои ограничения.

Беспроводные сети также имеют ограничения в сравнении с кабельными сетями. В настоящее время ведётся множество дискуссий на тему потенциальных возможностей обеспечения всех нужд беспроводными сетями и замены ими кабельных сетей на территории университета. В настоящий момент не существует веских причин, чтобы отказаться от классической кабельной инфраструктуры. Беспроводные сети просто не могут обеспечить должной скорости передачи данных (например, 1 Ggbs), а также того уровня качества сервиса, которое дают современные кабельные сети.

Другие ограничения, которые включают беспроводные технологии:

– Нет текущего обеспечения для качества сервиса, что делает невозможным поддержку для передачи голоса и видео (рабочая группа IEEE 802.11e определяет 802.11 QoS стандарты).

– Помехи, свойственные для радиодиапазона, делают проблематичным обеспечение гарантированного соединения.

– Короткий жизненный цикл оборудования.

Тем не менее, пользователи 11Mb беспроводных сетей обладают несомненным преимуществом - мобильностью. Сегодня беспроводные сети являются удобным и весьма полезным дополнением классических кабельных сетей [2].

Если одно из достоинств беспроводных систем - это мобильность, то развёртывание множества «одноразовых» систем будет явно недальновидным. Однако развёртывание большой системы, например, беспроводной системы университетского городка, создаёт некоторые проблемы:

– IP-адресация для мобильных устройств.

В большинстве стандартно настроенных сетей вы не сможете просто отключить свой компьютер от сети, перейти в другое здание, подключиться к сети, ожидая, что ваш IP-адрес будет принят этой сетью. Скорее всего, ваш адрес будет принадлежать другой подсети. HostConfigurationProtocol (DHCP), может разрешить эту проблему, однако DHCP серверу по-прежнему необходимо назначить номер, который будет работать в подсети с данным соединением. Чтобы разрешить проблему IP-адресации для мобильных устройств при помощи DHCP сервера, у организации есть два пути. Первый - это установка маршрутизаторов способных организовать VLAN на территории комплекса зданий (в данном случае - территории университетского городка) и организовать единую выделенную сеть, которая

будет включать все мобильные устройства, таким образом, позволяя IP-адресам работать на всей данной территории. Другой способ - это рассмотреть возможность применения MobileIP.

Помехи от других устройств, использующих тот же самый диапазон частот - это ещё одна проблема, которую также необходимо рассматривать при развёртывании беспроводной сети. Службы стандарта 802.11b/g используют тот же самый диапазон, что и Bluetooth, многие радиотелефоны и многие другие беспроводные устройства. Пользователи беспроводных устройств должны это помнить, ожидая высокого уровня качества данного сервиса. Дополнительно к этому, все беспроводные устройства стандарта 802.11x должны быть сопряжены друг с другом. Две или более точки доступа должны работать согласованно. Пока 802.11b/g имеет 11 каналов, соединение «от точки к точке» используется 3 и неиспользованные каналы между каждой точкой, как это советует делать «народная мудрость». В общем, все 11 каналов могут быть использованы одной интегрированной беспроводной системой. В попытках улучшить качество беспроводного сервиса, многие университеты организовывают строгий централизованный контроль за использованием частотного диапазона исключающий бесконтрольное использование беспроводных устройств.

1.3ОсобенностиZigBee перед другими технологиями

ZigBee разработано с сложными помехами для разной обстановки. Контроль качества, повторное отправка пакетов, ширина полосы пропускания все это вместо взятое отностится к сенсорным технологиям.

Хоть и распространение сигнала на короткие расстояния, но метод расширения передаваемого сигнала хорошо боротся с узкополосными помехами. При передаче данное устройство проверяет свободен ли данный канал и затем только делает отправку пакета. Сбой исправляется моментально, и передается дальше по каналу связи.

Если все же какой-то узел сети оказывается неработоспособным из-за помех или физической неисправности, информация может дойти до приемника через другие, соседние узлы.

Эксперты уже давно указывают на два основных недостатка беспроводных сетей Wi-Fi и Bluetooth - небольшой радиус действия и относительно высокое энергопотребление.

Хотя само по себе ZigBee-оборудование также не может обеспечить передачу данных на расстояние свыше 70-80 метров, оно может использовать в качестве туннеля для трафика каналы устройств Wi-Fi или Bluetooth, естественно, если они находятся в зоне видимости. Что касается энергопотребления, то, теоретически, одной небольшой батарейки должно хватать для поддержания работоспособности ZigBee-оборудования в течение нескольких месяцев и даже лет.

Среди прочих достоинств стандарта следует упомянуть хорошую масштабируемость, возможность самовосстановления в случае сбоев и

простоту настройки. При применении 64-битной адресации в единую сеть могут быть объединены свыше 60 тысяч ZigBee-устройств. Наконец, после начала массового производства стоимость контроллеров ZigBee, по идее, окажется существенно ниже стоимости контроллеров Wi-Fi и Bluetooth.

А также:

Низкое энергопотребление;

Низкая стоимость;

Возможность организации сети различной топологии (число узлов до 264 при IEEE адресации и 216 при локальной адресации), увеличение дальности связи без дополнительного усиления радиосигнала;

Высокая надежность сетевых решений и самовосстанавливаемость системы (использование процедуры маршрутизации);

Многоуровневая система безопасности (использование таблиц контроля доступа, AES алгоритма кодирования и собственных алгоритмов на уровне приложения);

Простота установки и обслуживания [5].

1.4 Организация ZigBee сети

ZigBee (IEEE, 802.15.4) – это стандарт для низкоскоростных персональных сетей беспроводной связи – LowRateWirelessPersonalAreaNetwork (LR-WPAN). Всего за ним закреплено 27 каналов в трех эфирных диапазонах. Общий для всего мира на частоте 2,4 ГГц (16 каналов), дополнительный для США на 915 МГц (10 каналов) и такой же на 868 МГц для Европы (один канал). Скорость передачи данных между устройствами зависит от числа занятых каналов и колеблется от 256 кбит/с, до скромных 20. Доступ к среде осуществляется в частотных диапазонах ISM (Industrial, ScientificandMedical), физический уровень использует двоичную фазовую манипуляцию (BPSK) на частотах 868/915 МГц и квадратичную фазовую манипуляцию со смещением (O-QPSK) на частоте 2,4 ГГц. Для доступа к каналу используется механизм множественного доступа к среде с контролем несущей и предотвращением коллизий (CSMA-CA). Данный механизм, основанный на определении состояния канала связи перед началом передачи, позволяет существенно сократить столкновения, вызванные передачей данных одновременно несколькими устройствами. Стандарт 802.15.4 основывается на полудуплексной передаче данных, что позволяет использовать метод CSMA-CA только для предотвращения коллизий, а не для их обнаружения.

Zigbee определяет характер работы сетей датчиков. Устройства образуют иерархическую сеть, корнем которой является координатор ZigBee. Маршруты могут учитывать иерархию, возможна также оптимизация информационных потоков [5].

Рисунок 1.1 – Организация сети Zigbee

где ZC – координатор Zigbee

R – маршрутизатор Zigbee

E – оконечное устройство Zigbee

1)Координатор ZigBee определяет сеть и устанавливает для нее оптимальные параметры.

2)Маршрутизаторы ZigBee включаются в сеть либо через координатор ZigBee или через другие, уже входящие в сеть маршрутизаторы.

- Оконечные устройства могут соединяться с любым маршрутизатором ZigBee или координатором ZigBee.

- По умолчанию трафик сообщений распространяется по ветвям иерархии.

- Если маршрутизоры имеют соответствующие возможности, они могут определять оптимизированные маршруты к определенной точке и хранить их для последующего использования в таблицах маршрутизации.

1.5 Топология сети ZigBee

Стек ZigBee поддерживает разнообразные конфигурации сети и позволяет объединять устройства по следующим топологиям: «точка-точка», «звезда», «кластерное дерево» и «многоячейковая сеть». Сетевые функции стека обеспечивают сканирование сети для детектирования активных каналов, идентификацию устройств на активных каналах, создание сети на незадействованных каналах и объединение с существующей сетью в зоне персональной беспроводной сети, распознавание поддерживаемых сервисов согласно определенным профилям устройств, функции маршрутизации. Это позволяет устройствам автоматически входить в сеть и выходить из нее, исключает нежелательные последствия «сбоя в одной точке» за счет наличия нескольких маршрутов к каждому узлу. Для данной сети можно использовать различные варианты топологий сетей ZigBee.

Компания FreescaleSemiconductor начала в числе первых предлагать законченные решения по реализации беспроводных соединений различной степени сложности на базе стандарта IEEE 802.15.4 [3]. Номенклатура

продукции компании включает микросхемы радиотрансиверов MC13191/2, работающих в диапазоне ISM (Industrial, ScientificandMedical) 2,4 ГГц, специализированные 8-битные микроконтроллеры MC9S08GB/GT, наборы программного обеспечения для реализации беспроводных интерфейсов любой топологии - от простых соединений типа «точка-точка» и «звезда» до сложных сетевых топологий типа «кластерное дерево» и «многоячейковая сеть» на базе стека ZigBee, что позволяет создавать готовые беспроводные решения 802.15.4/ZigBee на компонентах одного производителя.

Линейка радиомодемов компании FreescaleSemiconductor включает две микросхемы приемопередатчиков MC13191 и MC13192.

Радиомодемы работают на частоте 2,4 ГГц, соответствуют уровням MAC/PHY стандарта 802.15.4 (MC13192) и обеспечивают скорость передачи данных до 250 кбит/с. Микросхемы являются универсальными RF-приемопередатчиками, которые могут использоваться для организации любого радиоинтерфейса (не только ZigBee-совместимого). Для обмена данными возможно использование двух режимов: пакетный и потоковый режимы передачи.

1.6 Структура сети ZigBee 802.15.4

Беспроводные сети на базе стандарта IEEE 802.15.4 представляют собой альтернативу проводным соединениям в распределенных системах мониторинга и управления и отличаются более гибкой архитектурой, требуют меньших затрат при их установке и эксплуатации.

В 2001 году Институт инженеров электротехники и электроники IEEE разработал новый стандарт 802.15.4 семейства беспроводных персональных сетей WPAN. В 2002 году был организован альянс ZigBee. Альянс ZigBee - это консорциум поставщиков полупроводниковых компонентов, производителей готовых решений, а также конечных потребителей (всего более 90 компаний), который разрабатывает глобальную спецификацию программного стека протоколов ZigBee на базе стандарта IEEE 802.15.4 для надежных, с низкими энергозатратами беспроводных приложений с поддержкой различных сетевых топологий типа «звезда», «кластерное дерево», «многоячейковая сеть» [1].

Технология ZigBee заняла нишу радиоинтерфейсов для низкоскоростных приложений с крайне малым энергопотреблением, где использовались либо технологии с более высокими эксплутационными характеристиками и с высоким энергопотреблением, либо решения, базирующиеся на микросхемах радиотрансиверов различных производителей, не относящихся ни к одному из распространенных стандартов. На рисунке 1.3 приведенные стандарты (Bluetooth, WLAN) отлично подходят для передачи больших объемов информации (голоса, данных, видео) с высокой скоростью (от 1 до 200 Мбит/с) и с дальностью передачи от 10 до 100 метров. Устройства на их основе способны работать в автономном режиме (от батарей и аккумуляторов). Все это позволяет заменить проводные соединения в таких

системах, как компьютерные и развлекательные системы, вычислительные сети. Однако существует огромное множество систем (разнообразные датчики, системы контроля и сбора информации и т. д.), обладающих особой спецификой (небольшие объемы передаваемой информации, малое энергопотребление, простота установки и обслуживания, большое количество узлов сети и т. п.), вследствие чего в такого рода приложениях невозможно со 100% эффективностью использовать упомянутые технологии. Именно на реализацию подобных задач нацелен стандарт IEEE 802.15.4 (ZigBee) для низкоскоростных WPAN-сетей (рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 – Классификация основных беспроводных стандартов

Применение технологии ZigBee/802.15.4 позволяет разрабатывать беспроводные интерфейсы с минимальными затратами благодаря простоте схемотехники, минимальному количеству внешних пассивных элементов, использованию готового программного обеспечения стека малых объемов. Стандарт позволяет создавать сети с многоячейковой топологией, обслуживать таким образом очень большое число узлов и увеличивать дальность связи без дополнительных затрат на усилители мощности.

Стандарт IEEE 802.15.4 для беспроводных низкоскоростных персональных сетей (WPAN) определяет физический уровень PHY и уровень доступа к среде MAC [2].

1.7 Спецификация стандарта IEEE 802.15.4

Таблица 1.1 – Характеристика стандарта IEEE 802.15.4

Стандарт	802.15.4 ZigBee™		
Частота	868 МГц	915 МГц	2,4 ГГц
Число каналов/шаг	1/-	10/2 МГц	16/5 МГц
География распространения	Европа	Америка	Весь мир
Макс. скорость, модуляция	20 кбит/с, BPSK	40 кбит/с, BPSK	250 кбит/с, O-QPSK
Выходная мошность, ном.	0 dBm (1 мВт)	0 dBm (1 мВт)	0 dBm (1 мВт)
Дальность	10-100м		

Чувствительность (спецификация)	-92dBm	-92dBm	-85dBm
Размер стека	4-32 кбайт		
Срок службы батареи	От 100 до 1000 и более дней		
Размер сети	65536 (16-битные адреса), 264 (64-битные адреса)		

Спецификация ZigBee-стека определяет сетевой уровень, уровни безопасности и доступа к приложению и может использоваться совместно с решениями на базе стандарта 802.15.4 для обеспечения совместимости устройств.

Глобальная спецификация ZigBee для беспроводных приложений, основанная на едином стандарте 802.15.4, изначально нацелена и сфокусирована на приложениях мониторинга и контроля, распределенных сетях датчиков, на развертывании беспроводных информационных сетей для недорогих низкопотребляющих систем, использующихся в коммерческой, промышленной и домашней автоматике.

Одним из основных преимуществ стандарта 802.15.4/ZigBee является простота установки и обслуживания подобных систем. Особенности спецификации ZigBee позволяют с легкостью развертывать беспроводные персональные сети: «вы просто вынимаете устройство из коробки, вставляете батареи и совершаете простую операцию наподобие нажатия клавиши - подносите два устройства друг к другу, нажимаете кнопки и держите до тех пор, пока не загорятся зеленые светодиоды». Таким образом, происходит объединение двух устройств в сеть либо привязка, например, выключателя света к определенной лампе. Реализация данного принципа предполагает внедрение ZigBee – модулей во все новые приборы и системы для дома и офиса. В результате появляется возможность создания единой сети совместимых устройств от разнообразных производителей.

Главный критерий внедрения новых технологий на крупных предприятиях - конечная цена одного устройства.

Цена вопроса в такого рода приложениях крайне высока, и в промышленных масштабах даже десятые доли цента играют огромную роль. Тем не менее, основным способом снижения стоимости конечного решения ZigBee является наличие большого числа потенциальных и существующих рынков и увеличение объемов поставок электронных компонентов от производителей. А ведь рынок бытовых устройств просто огромен и исчисляется миллиардами единиц [5].

Стек протоколов ZigBee представляет собой иерархическую модель, построенную по принципу семиуровневой модели протоколов передачи данных в открытых системах OSI (OpenSystemInterconnection). Стек включает в себя уровни стандарта IEEE 802.15.4, отвечающие за реализацию канала связи, и программные сетевые уровни и уровни поддержки приложений, определенные спецификацией ZigBee [1].

Реализация беспроводной сети возможна и без использования ZigBee-стека. Любой собственный стек может использовать уровни MAC и PHY стандарта 802.15.4.

Стандарт IEEE 802.15.4 определяет два нижних уровня стека: уровень доступа к среде (MAC) и физический уровень передачи данных в среде распространения (PHY), то есть нижние уровни протокола беспроводной передачи данных [2]. Альянс определяет программные уровни стека ZigBee от уровня канала передачи данных (DataLinkControl) до уровня профилей устройств (ZigBeeProfiles). Прием и передача данных по радиоканалу осуществляется на физическом уровне PHY, определяющем рабочий частотный диапазон, тип модуляции, максимальную скорость, число каналов. Уровень PHY осуществляет активацию-дезактивацию приемопередатчика, детектирование энергии принимаемого сигнала на рабочем канале, выбор физического частотного канала, индикацию качества связи при получении пакета данных и оценку свободного канала. Важно понимать, что стандарт 802.15.4 - это физическое радио (микросхема радио-приемопередатчика), а ZigBee - это логическая сеть и программный стек, обеспечивающие функции безопасности и маршрутизации.

Далее в структуре стека ZigBee следует уровень контроля доступа к среде IEEE 802.15.4 MAC, осуществляющий вход и выход из сети устройств, организацию сети, формирование пакетов данных, реализацию различных режимов безопасности (включая 128-битное шифрование AES), 16- и 64-битную адресацию.

Уровень MAC обеспечивает различные механизмы доступа в сеть, поддержку сетевых топологий от «точка-точка» до «многоячейковая сеть», гарантированный обмен данными (ACK, CRC), поддерживает потоковую и пакетную передачи данных.

Для предотвращения нежелательных взаимодействий возможно использование временного разделения на основе протокола CSMA-CA (протокол множественного доступа к среде с контролем несущей и предотвращением коллизий).

Временное разделение ZigBee базируется на использовании режима синхронизации, при котором подчиненные сетевые устройства, большую часть времени находящиеся в «спящем» состоянии, периодически «просыпаются» для приема сигнала синхронизации от сетевого координатора, что позволяет устройствам внутри локальной сетевой ячейки знать, в какой момент времени осуществлять передачу данных. Данный механизм, основанный на определении состояния канала связи перед началом передачи, позволяет существенно сократить (но не устранить) столкновения, вызванные передачей данных одновременно несколькими устройствами. Стандарт 802.15.4 основывается на полудуплексной передаче данных (устройство может либо передавать, либо принимать данные), что не позволяет использовать метод CSMA-CA для обнаружения коллизий - только для их предотвращения.

Создание библиотеки единых профилей устройств, работающих в сети ZigBee, призвано обеспечить совместимость оборудования от различных производителей. Пользовательские профили (набор сервисов, необходимый для устройств определенного типа, например, систем освещения или пожарных датчиков), находящиеся на самой вершине стека ZigBee, предоставляют типовые программные модули для использования в отдельных приложениях

1.8 Использование беспроводной технологии Zigbee в пожарных технологиях

1.8.1 Пожарная система безопасности с использованием беспроводных модулей

Беспроводные технологии находят применение во всех областях человеческой деятельности. Одно из самых важных отраслей внедрения технологий является безопасность. Изобретая новые технологии, применяя их в быту, наука стремится сделать нашу жизнь легче и безопасней. Целью моей выпускной работы является – использование беспроводной технологии в чрезвычайных ситуациях, в частности, рассмотреть вопрос системы пожарной безопасности.

Неотъемлемым компонентом любой системы пожарной сигнализации являются датчики. На основе их показаний формируется так называемая «картина пожара», т.е. определяется место возгорания, площадь пожара, направление и скорость его распространения, вычисляются безопасные пути эвакуации людей из помещений. В современных системах датчики объединяются в группы, взаимодействующие с одним приемно-контрольнымустройством. Каждое такое устройство осуществляет слежение за состоянием датчиков своей группы и подает тревожный сигнал на центральный пульт при обнаружении угрозы возгорания. По способу связи с приемно-контрольным устройством различают три типа датчиков: автономные извещатели, проводные и беспроводные датчики. Автономные извещатели осуществляют индикацию режимов работы непосредственно в месте установки. Для подачи тревожного сигнала используется встроенный излучатель звука, работоспособность извещателя подтверждается светодиодным индикатором. Автономные извещатели не требую прокладки кабелей и питаются от батареи. Некоторые разновидности автономных извещателей могут объединяться при помощи кабелей в автономные системы пожарной сигнализации. Сигнал тревоги в таких системах выдается всеми излучателями одновременно при обнаружении возгорания хотя бы одним из них. Преимущество такого способа пожарной охраны здания — в информировании людей, находящихся, например, на кухне первого этажа дома, о возгорании в спальне на втором этаже. Основной недостаток автономных извещателей — отсутствие удаленного мониторинга объекта и оповещения о чрезвычайной ситуации при отсутствии людей в помещении. Проблема оповещения о пожаре в отсутствие людей решается с

использованием проводных датчиков, связанных с приемно-контрольным модулем посредством 2-х или 4-х проводного интерфейса. Линии интерфейса используются также для питания датчика. Аппаратные средства проводных датчиков могут осуществлять локальную аудиовизуальную индикацию состояния, однако основная их задача — передача информации в контрольный модуль. Наличие проводного интерфейса — основной недостаток датчиков этого типа, поскольку монтаж проводной системы пожарной сигнализации требует существенных затрат. Кроме того, закладку проводной системы датчиков охранно-пожарной сигнализации лучше предусматривать на стадии проектирования СКС данного объекта. В противном случае возникает необходимость дополнительных мер по сокрытию кабелей и стоимость работ многократно возрастает. Часто, по архитектурным, эстетическим или другим соображениям, прокладка сигнальной проводки затруднена или вообще невозможна. В этом случае целесообразно применение автономных беспроводных датчиков с передачей информации по радиоканалу. Датчики данного типа являются следующим шагом в построении распределенных систем пожарной сигнализации. Они, как правило, включают в себя все доступные средства индикации режимов, как локальные, так и удаленные, имеют автономное питание, обладают рядом дополнительных сервисных функций. Их недостатком является более высокая, по сравнению с другими типами датчиков, стоимость, обусловленная внедрением новых технологий и оригинальных решений в простое, на первый взгляд, устройство. Однако там, где требуется быстрое развертывание системы сигнализации, оперативное изменение ее конфигурации и удаленный мониторинг состояния помещения, альтернативы автономным датчикам с радиоинтерфейсом практически не существует. Датчики пожарной сигнализации подразделяются на группы по способу обнаружения возгорания. При пожаре происходят три основных процесса в месте горения: задымление, повышение температуры, уменьшение содержания кислорода в воздухе. На сегодняшний день, самыми распространенными являются датчики, реагирующие на повышение температуры. Они имеют простую конструкцию и, как правило, объединяются в проводную сеть. Все большую популярность обретают устройства, способные распознавать дым. Это связано с тем, что в начале пожара температура в помещении повышается медленно и резко возрастает только при открытом пламени. Датчики дыма способны диагностировать возгорание, когда пламени еще нет, что позволяет избежать сильного пожара, и способствует сохранению имущества и человеческих жизней. На рисунке 1.3 представлена обобщенная блок-схема датчика дыма, использующего дымовую камеру в качестве инструмента определения задымления и содержащего основные элементы вышеназванных типов пожарных датчиков. Многие крупные зарубежные компании, такие как Ademco, Siemens, DigitalSecurityControl, Visonic и др., предлагают широкий спектр отдельных компонентов или законченных радиосистем контроля и диагностики

возгораний. Основным элементом блока датчика дыма является интегральная схема датчика дыма.

В дипломном проекте реализуется несколько вариантов построения датчиков с использованием микросхем различных производителей. А также показаны схемы построения и приведены работы пожарной сигнализации.

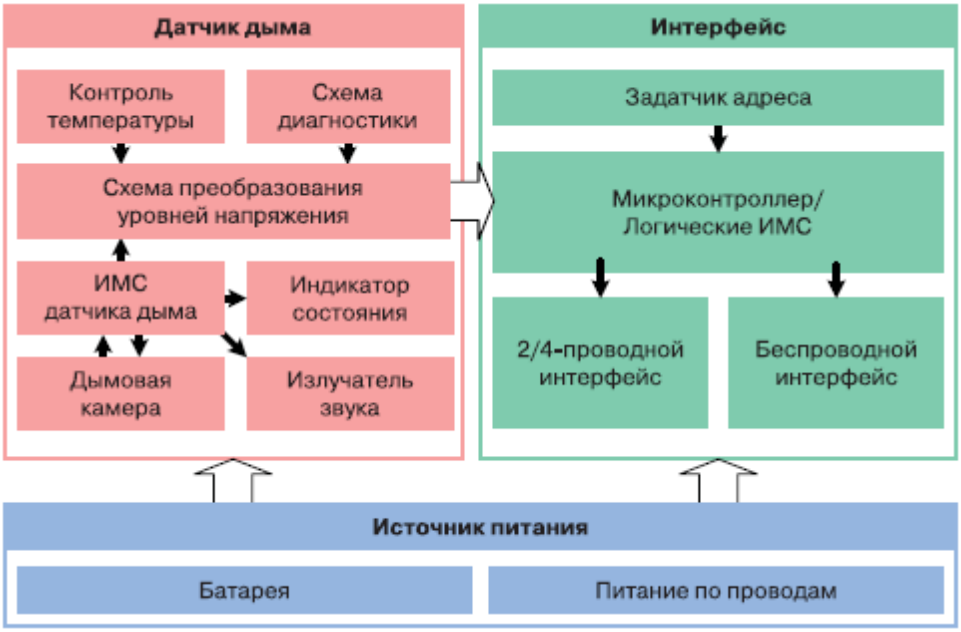

Рисунок 1.3 – Блок – схема используемых датчиков

Рисунок 1.4 – Блок-схема системы пожарной сигнализации с использованием радиоканала

На рисунке 1.4 показана блок-схема системы пожарной сигнализации, использующей радиоканал для сбора информации от датчиков дыма. Система построена с использованием автономных беспроводных датчиков дыма с радиопередающим модулем и локальной аудиовизуальной индикацией режимов работы. Передача данных через радиоканал осуществляется только от датчиков дыма к приемным и контрольным модулям, что позволило значительно сократить энергопотребление датчиков. В результате, для питания датчика достаточно одной батареи, при незначительном проигрыше в надежности работы системы (по сравнению с аналогичными системами с двухсторонним обменом). Для сокращения энергопотребления были применены схемотехнические приемы и специальные алгоритмы работы микроконтроллера, входящего в состав датчика дыма. Каждому датчику дыма в системе присвоен индивидуальный номер, который задается на производстве в момент занесения программы в память МК, либо при развертывании системы,с использованием аппаратных средств приемного модуля. Каждый приемно-контрольный модуль системы имеет идентификатор, который, вместе с номером, заносится в память датчика. Это необходимо для построения адресной системы пожарной сигнализации с закреплением за датчиком или группой датчиком своей зоны ответственности. В результате, образуются так называемые соты, каждая из которых включает себя определенное количество датчиков дыма и один приемно – контрольный модуль. В свою очередь приемные модули могут быть объединены в единую систему пожарной охраны здания посредством любого проводного интерфейса.

Система способна обслуживать до 255 датчиков дыма в пределах соты при наличии помех и нескольких работающих параллельно систем пожарной сигнализации. Возможно расширение системы до 1024 датчиков дыма при отсутствии постоянных радиопомех и интерференции с другими радиосигналов. Дальность передачи от датчиков к приемному модулю составляет более 30 метров внутри помещений и более 300 метров на открытом пространстве. Надежность передачи данных через радиоинтерфейс обеспечивается помехоустойчивым кодированием информации и коррекцией ошибок на стороне приемного модуля. Срок работы датчика дыма при питании от стандартной 9-вольтовой батареи емкостью 400 мАч составляет не менее одного года.

На рисунке 1.5 приведена блок-схема датчика дыма с радиоинтерфейсом. Основным элементом блока датчика дыма является интегральная схема датчика дыма MC145010/12 компании Motorola.

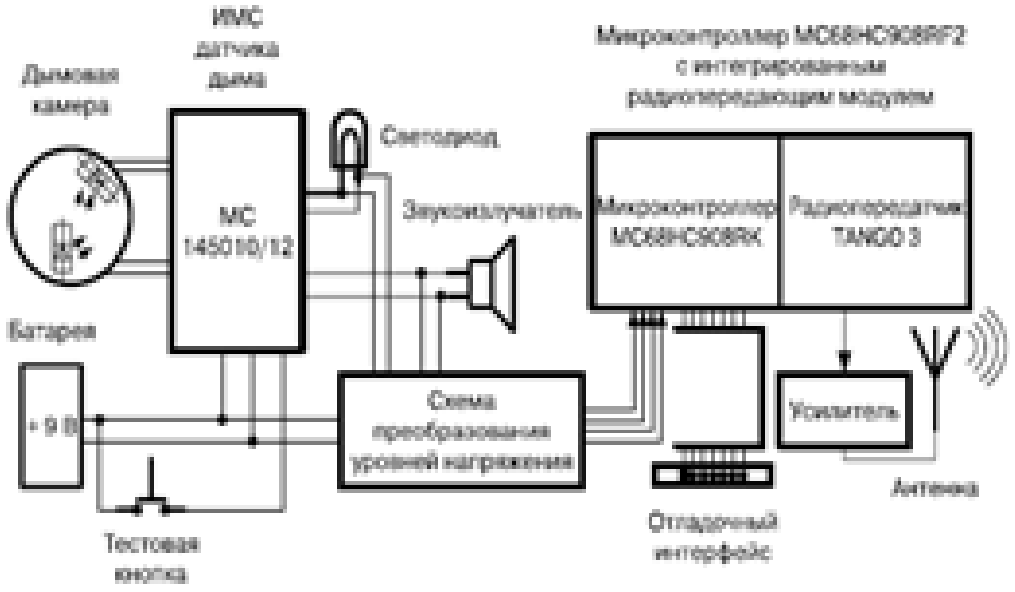

Рисунок 1.5– Блок-схема датчика дыма с радиофицированного датчика дыма

Микросхема использует эффект оптического рассеяния светового потока продуктами горения при определенной концентрации частиц внутри дымовой камеры. Помимо опроса дымовой камеры на наличие дыма, микросхема осуществляет питающего напряжения и отслеживает изменение чувствительности дымовой камеры. Локальная индикация работы осуществляется встроенной звуковой сигнализацией и светодиодом. Цепь тестирования позволяет проверять работоспособность датчика посредством нажатия и удержания кнопки, выведенной на его корпус, что имитирует задымление камеры. Питание микросхемы собственно датчика дыма и его периферии осуществляется от 9-В батареи, в то время как блок интерфейса работает при питании +2,5 В. Для сопряжения функциональных блоков датчика задействована схема преобразования уровней напряжений. В качестве основного элемента радиоинтерфейса используется микроконтроллер MC68HC908RF2 интегрированным в корпус радиопередатчиком. Функции МК - обработка сигналов о наличии задымления камере, о снижении уровня питающего напряжения и изменении чувствительности камеры, поступающих с выходов микросхемы датчика дыма, и обслуживание протокола передачи данных по радиоканалу.

Программно осуществляются:

− защита от ложных информационных сигналов, поступающих с микросхемы датчика дыма;

− временное разделение (с индивидуальными задержками) между сеансами связи, зависящими от номера датчика, что гарантирует отсутствие интерференции с другими датчиками системы и выравнивание сроков службы батарей датчиков при работе в дежурном режиме;

− исключение одновременной передачи информации о задымлении при обнаружении пожара несколькими датчиками системы;

− помехоустойчивое кодирование передаваемой информации;

− энергосберегающие алгоритмы и функции.

Датчик дыма работает в трех режимах. Дежурный режим предполагает минимальное энергопотребление. Каждые 8 секунд датчик опрашивает дымовую камеру на наличие локального задымления; каждые 32 секунды проверяются уровень напряжения питания и чувствительность камеры и осуществляется локальная и удаленная индикация состояния. Локальная индикация производится однократным включением светодиода каждые 32 с. По мере разряда батареи, при снижении напряжения ниже порога в 7±0,5 В, датчик начинает выдавать кратковременный звуковой сигнал «РАЗРЯД БАТАРЕИ» одновременно с светодиодного индикатора каждые 32 с. Это происходит в течение минимум одной недели. Во время эксплуатации датчика возможно снижение чувствительности дымовой камеры. При уменьшении чувствительности, а также при неисправностях электронной схемы, датчик выдает каждые 32 с кратковременный звуковой сигнал «НЕИСПРАВНОСТЬ», не совпадающий по времени с включением оптического индикатора, также в течение одной недели. Удаленная индикация сводится к передаче информации о состоянии датчика через радиоинтерфейс не менее 4 раз в час. Режимы снижения уровня напряжения и чувствительности камеры не являются критическими и не требуют мгновенной активизации радиопередачи, и, следовательно, данная информация передается в приемно-контрольный модуль при каждом штатном сеансе связи.

При обнаружении локального задымления, датчик переходит в режим «ПОЖАР», включает прерывистый звуковой сигнал «ТРЕВОГА» одновременно с включением оптического индикатора не реже одного раза в секунду. Опрос дымовой камеры производится каждые 8 секунд. Информация о состоянии датчика в режиме «ПОЖАР» передается удаленному приемному модулю не реже одного раза за 90 с. Датчик находится в данном режиме до тех пор, пока в камере есть задымление. При активации цепи проверки работоспособности датчика происходит имитация локального задымления на время нажатия кнопки на корпусе датчика. Следовательно, описание работы датчика в режиме «ПОЖАР» применимо и в данном случае.

Использование батареи в качестве автономного позволило отказаться от проводов, но поставило задачу обеспечения срока работы датчика от одной батареи течение минимум 1 года. Решение данной проблемы осуществляется на аппаратном и программном уровнях. Во-первых, основное требование к аппаратной части датчика - минимальное потребление электроэнергии всеми частями схемы в неактивном режиме. Во-вторых, минимизация потребления во время активной фазы работы отдельных частей датчика. В-третьих, сокращение длительностей активных фаз каждого элемента датчика. В-четвертых, аппаратная и программная реализации «спящего» и активного режимов. В-пятых, полностью отключаемые модуль радиопередатчика и

схема усиления. В результате, удалось добиться снижения до 30 мкА тока, потребляемого датчиком в дежурном режиме, при номинальном напряжении питания.

На рисунке 1.6 показана блок-схема приемно-контрольного модуля. Модуль построен на основе микроконтроллера MC68HC908GP32 фирмы Motorola и включает в себя следующие функциональные блоки: радиоприемный модуль на основе микросхемы MC33591/4 фирмы Motorola, внешнюю энергонезависимую память, датчик температуры, ЖКИ, клавиатуру, звукоизлучатель и светодиодные индикаторы. Предусмотрена возможность подключения персонального компьютера для считывания журнала событий, изменения ПО и режимов работы модуля через интерфейс RS-232. Удаленные мониторинг и управление приемно-контрольным модуля осуществляются посредством подключения модема для телефонной линии или Ethernet-модуля, либо по проводной шине[8].

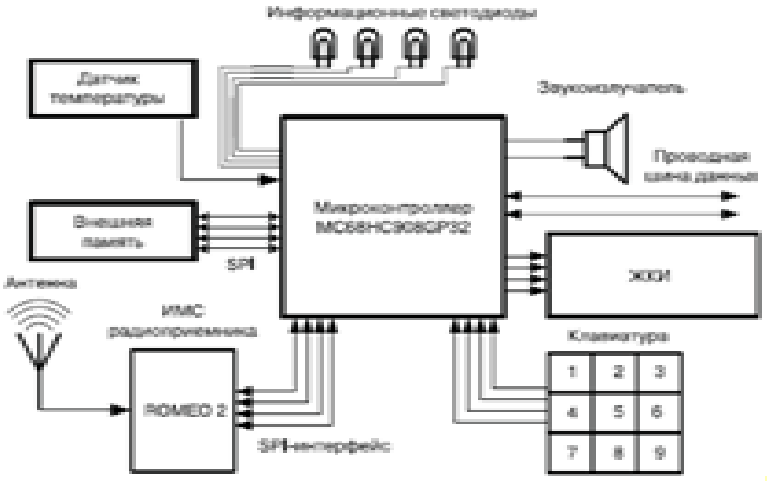

Рисунок 1.6 –Структурная схема приемно – контрольного модуля

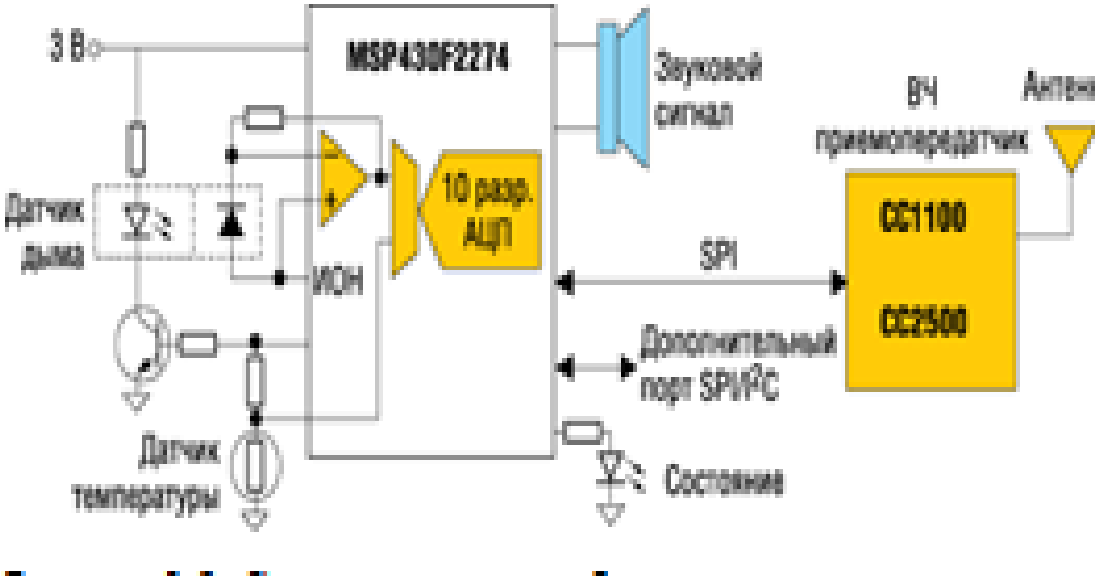

Рисунок 1.7– Структурная схема беспроводного детектора дыма

Исходя из всего сказанного видно, что датчики на основе микроконтроллеров содержат достаточно большое количество компонентов. Для достижения экономически эффективных решений, использующих минимальное количество внешних элементов, недавно был создан микроконтроллер MSP430F22x4, включающий два внутренних операционных усилителя (ОУ). Эти ОУ можно программно подключить к АЦП (в режиме универсального, инвертирующего, неинвертирующего, компаратора, повторителя или дифференциального усилителя) или к внешнему выводу для использования ОУ как внешних компонентов. Рисунок 1.8 демонстрирует применение MSP430F22x4 в усовершенствованном беспроводном детекторе дыма. При использовании режимов пониженного потребления MSP430 нет необходимости использовать кварцевый резонатор.

Кроме более низкой стоимости и повышенной надежности, потребление в режиме ожидания составляет меньше 0,7 мкА. При приеме данных в момент нахождения MSP430 в режиме ожидания и даже в режиме отключения, биты не теряются, так как выход из режима пониженного потребления составляет меньше 1 мкс.

Разработав аппаратную конфигурацию и реализовав связь микроконтроллера и приемопередатчика, необходимо определить правильные значения регистров для установки радиоканала в исходное состояние. Для этого предназначен бесплатный пакет программного обеспечения TexasInstruments, имеющий название SmartRFStudio. В нем генерируется необходимая информация для конфигурации всех микросхем радиоканала Chipcon. Кроме того, вычисляются значения внешних пассивных элементов. SmartRFStudio имеет возможность автоматического создания кода, позволяющая разработчику напрямую вставлять программные блоки на языке С в свои проекты. При использовании SmartRFStudio совместно с аппаратным обеспечением SmartRF 04EB и CC1100EM, можно управлять оценочными модулями (EM, например, CC1100EM) с помощью ПК для выполнения простых проверок функционирования [9].

Следует отметить, что приемный модуль, осуществляющий все перечисленные контрольные функции, является простым и компактным устройством. Его стоимость, по сравнению со стоимостью существующих системам контроля, значительно меньше; при этом диспетчерский пульт имеет возможность автоматическом режиме контролировать и документировать состояние всех элементов системы. Такие преимущества достигаются введением в каждый датчик дыма микроконтроллера с радиоканалом, отвечающего за мониторинг как самого датчика, так и пожарной обстановки в охраняемой зоне. Введение этих компонентов приводит к удорожанию датчика дыма приблизительно на 50% по сравнению с ценой извещателя,на основе которого он создан. Учитывая непрерывное удешевление радиочастотных компонентов, следует ожидать снижения стоимости радиодатчиков в ближайшее время.

1.9 Реализация проекта на базе технологии Zigbee

Реализация данного проекта на сегодняшний день является актуальным, несмотря на конкурентно способность. В современном мире телекоммуникации есть множество разных передовых систем и технологии. Перед потребителями есть возможность выбора. Но в проекте выбор стоял над технологией Zigbee, так как это технология при внедрении не требует особых сложностей и по цене является приемлемым. А это играет большую роль.

Как было описано выше, сенсоры используются в разных приложениях для изменения состояния внедряемой сети. Zigbee как все беспроводные технологии работает на частоте 2,4 ГГц, что дает возможность быструю скорость до 250 Кбит/с с предоставлением 16 каналов. Этого количества каналов достаточно для удовлетворения абонентов по передаче данных.

Передача данных осуществляется через радиоинтерфейс, у данной технологии также ограниченные запасы энергии. Исходя из этого дальность действия сигнала данной технологии мала. Также могут работать одновременно неограниченное количество датчиков на ограниченной территорий.

Реализация сети с выходом на СТОП показано на рисунке 1.8.

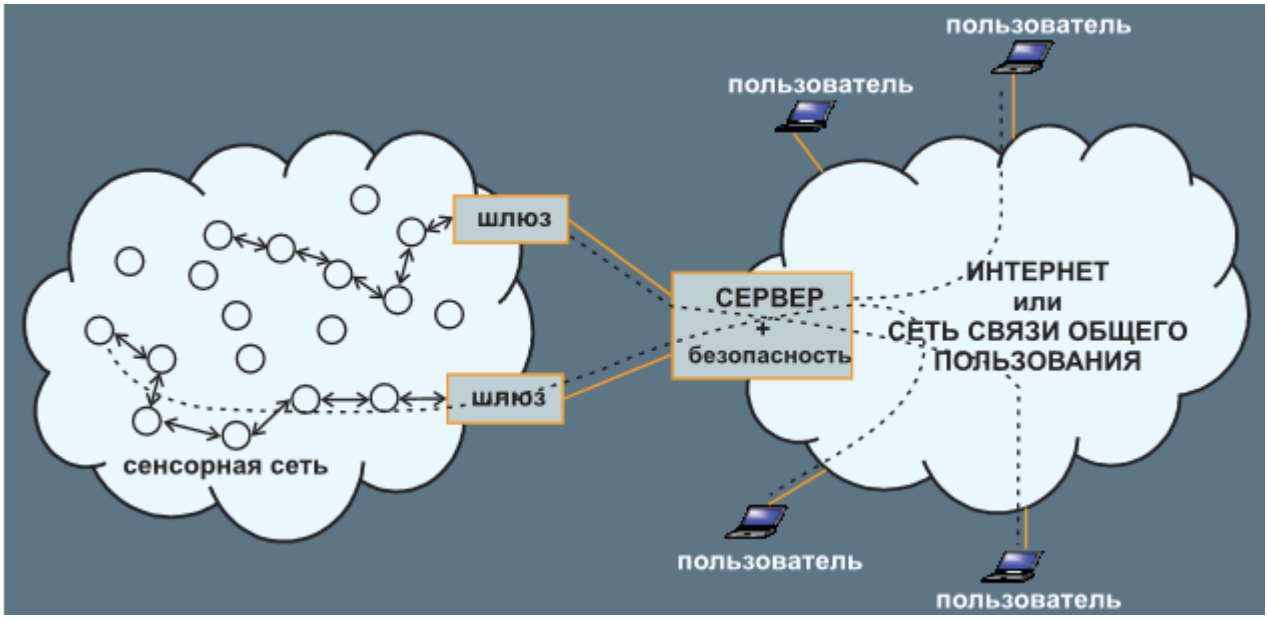

Рисунок 1.8 – Соединение сенсорной сети с СТОП

1.10 Организация сети связив кассовых залах ЖД вокзала

Сети связи кассовых залов ЖД вокзала г. Алматы производится на базе технологии Zigbee для мониторинга, высокой безопасности передачи данных.

В мире телекоммуникации конечно же существует множество технологии,

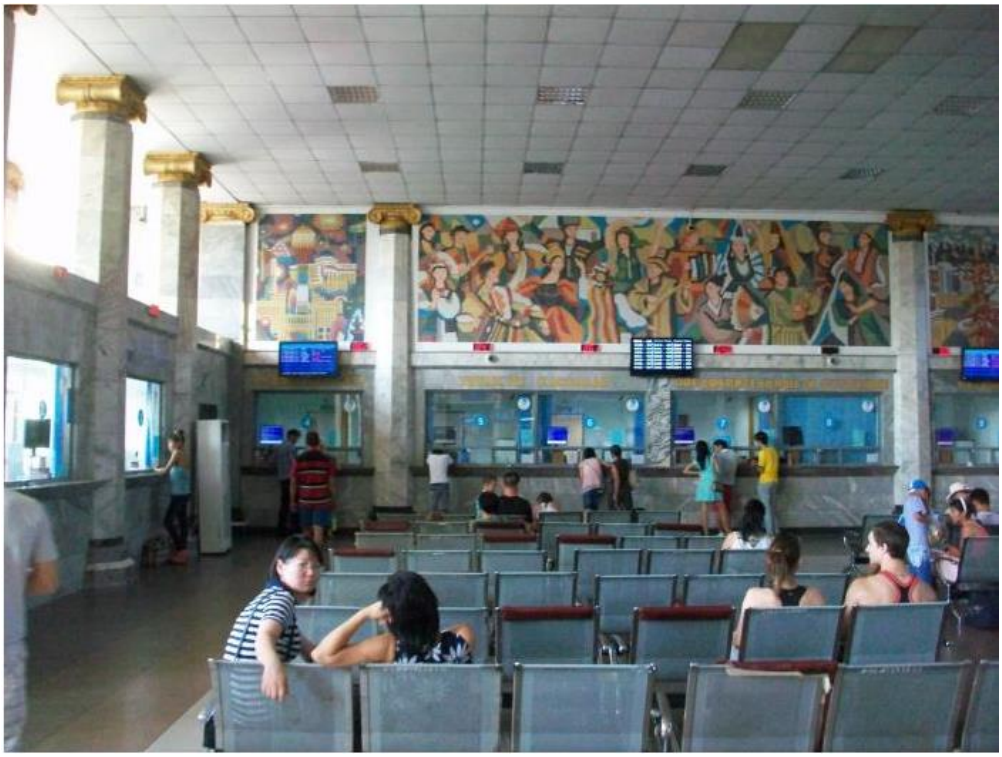

Рисунок 1.8 – Внутреннее расположение кассового зала

В городе Алматы действует два железнодорожных вокзала Алматы 1 и Алматы – 2. Как видно из рисунка 1.8, на вокзале Алматы 2 на сегодняшний день имеется всего 20 касс. 15 находятся на 1 этаже, 5 на 2 этаже.

Для проектирования сети на базе выбранной технологии для ЖД вокзала необходимо использовать Zigbee модули и датчики разного типа. На каждом этаже ставятся датчики для удаленного снятия показаний о проданных билетах и бронированных билетах, контроля расходов электричества, мониторинг зала, перемещения людей по этажам, обнаружение аварий разного вида. На два этажа нам необходимо 1 координатор. Возможность координатора очень высока, он может обслуживать до 20 маршрутизаторов. К одному маршрутизатору подключается от 1 до 5 датчиков. Внутри датчика находится микрочип, который в свою очередь передает информацию на определенные расстояния. Принцип работы координатора, это мониторинг всей сети и передача обработанных данных к серверу.

Полученные и обработанные данные дальше по цепочке хранятся в серверном блоке, там же ведется обзор и сохранение данных от необходимых устройств. Отсюда же идет тревожный сигнал в случае пожара и мгновенно передается пожарным службам и необходимым органам через GSM модуль.

Так как ЖД вокзал в день принимает около 80000 человек, это технология является актуальной и необходимым. Работа данных датчиков работает с фиксированной периодичностью для всей сети. Радиус действия достигает до сотен метров при хорошей мощности.

1.11 Выбор оборудования для реализации проекта

Как было выше указано в проекте необходимо сделать выбор оборудования по производителю, чтобы удовлетворяли по требуемым характеристикам и стоимости.

При внедрении Zigbee нам необходимо:

1) КоординаторZigzag;

Таблица 1.2 – Технические характеристики:

Характеристики	Параметры
Частотный диапазон, МГц	2400…2483,5, до 15 каналов с полосой 5 МГц
Метод расширения спектра	DSSS
Метод модуляции	O-QPSK (квадратурная фазовая манипуляция со смещением)
Мощность передатчика, dBm (мВт)	+18 (63)
Чувствительность приёмника, dBm	-102
Подключение к пульту ПЦН	по 4-х проводному интерфейсу RS-485
Питание от источника постоянного тока напряжением 12В, В	5…15
Потребляемая мощность: Приём, не более мВт Передача, не более Вт	 500 1.4
Количество программируемых входов	2
Конструктивное исполнение	пластмассовый герметичный корпус

Преимущества:

- использование полосы радиочастот 2400-2483,5 МГц для применения устройств малого радиуса действия (ZigBee) может осуществляться без оформления отдельных решений ГКРЧ и разрешений на их использование;
- ZigZag выполнен в герметичном корпусе с защитой от проникновения пыли и влаги;
- режим работы модема – непрерывный, круглосуточный;

- ZigBeeявляются самоорганизующимися и самовосстанавливающийся сетями, что значительно облегчает установку и развёртывание системы на базе ZigBee, т.к. узлы способны самостоятельно определять и корректировать маршруты доставки данных.

– устройства, работающие в сети ZigBee, при включении питания благодаря встроенному программному обеспечению умеют сами находить друг друга и формировать сеть, а в случае выхода из строя какого-либо из узлов или возникновения помехи умеют устанавливать новые маршруты для передачи сообщений;

– на открытом пространстве расстояние между узлами в сети ZigBee измеряется от сотен метров до километров, а в помещении – десятками или сотнями метров. Зона покрытия ZigBee значительно шире, чем расстояние между узлами, т.к. за счет ретрансляции сообщений осуществляется наращивание сети.

2) МаршрутизаторZigZag–для построения беспроводной сети передачи данных ZigBee, базирующейся на стандарте IEEE 802.15.4-LR-WPAN, по которой происходит передача извещений от приборов приемно-контрольных охранно-пожарных на пульт централизованного наблюдения.

3) Датчик дыма используется для определения факта открытого огня или высокой концентрации дыма внутри помещения и посылки сигнала тревоги на устройство модема.

Рисунок 1.9 – Беспроводной датчик дыма

Особенности:

- беспроводная связь и дистанционное управление;
- встроенный коллектор дыма для предотвращения ложных срабатываний;
- надежная защита от помех, функция самодиагностики.

Технические характеристики:

- протокол связи IEEE 802.15.4 (Zigbee);
- питание 12-24 В;
- Вес 100 гр.

В целом картина системы пожарной безопасности в двух этажном помещении будет выглядеть следующим образом:

Таблица 1.3 – Технические характеристики

Характеристики	Параметры
Частотный диапазон, МГц	2400…2483,5, до 15 каналов с полосой 5 МГц
Метод расширения спектра	DSSS
Метод модуляции	O-QPSK (квадратурная фазовая манипуляция со смещением)
Мощность передатчика, dBm (мВт)	+18 (63)
Чувствительность приёмника, dBm	-102
Питание от источника постоянного тока напряжением 12 В	5…15
Потребляемая мощность: Приём, не более мВт Передача, не более Вт	 500 1.4
Программируемые входы	2
Высокочастотный разъем типа	SMA-штекер
Дальность связи между двумя модемами на открытой местности, км	до 1.8
Скорость передачи данных вместе со служебной информацией, кбит/с, не более	250
Время доставки сообщений до ПЦН (при количестве уровней ретрансляции 20), с, не более	1,5
Время готовности модема к работе после включения питания, с, не более	2
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+85
Габаритные размер, мм.	72x92x30
Масса, кг	0.25

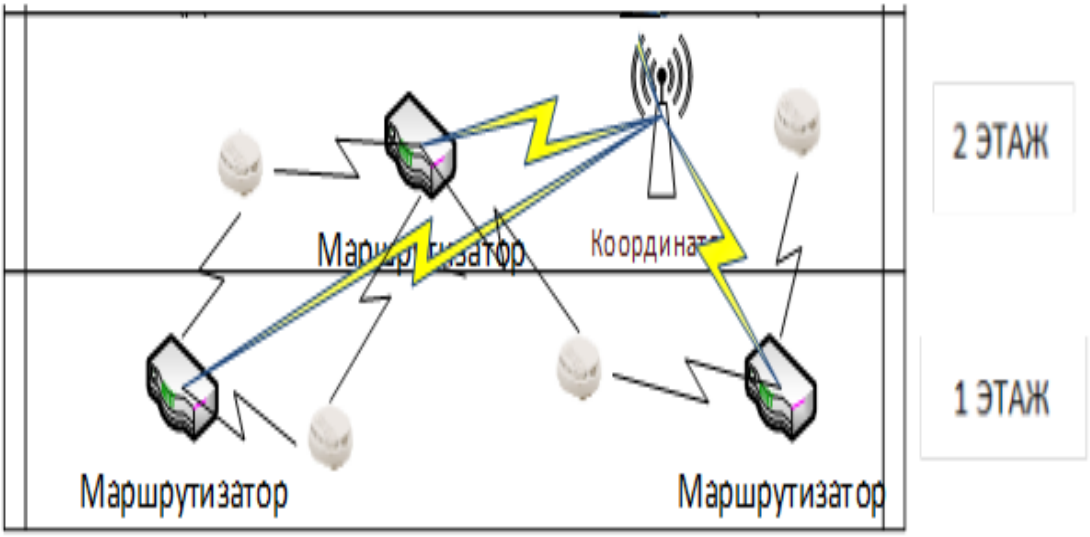

Рисунок 1.11 –Реализация системывнутри помещения

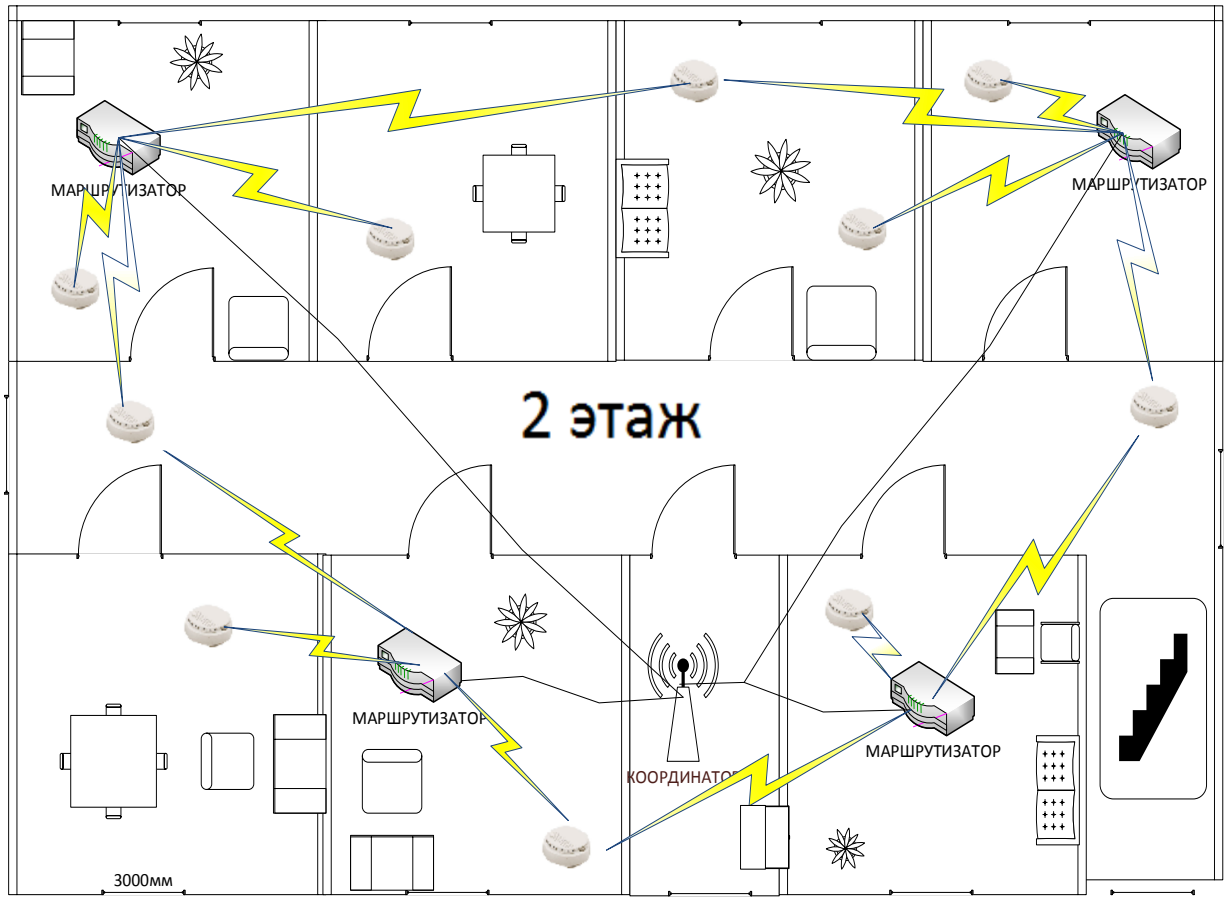

Рисунок 1.12 – Схема системы связи второго этажа

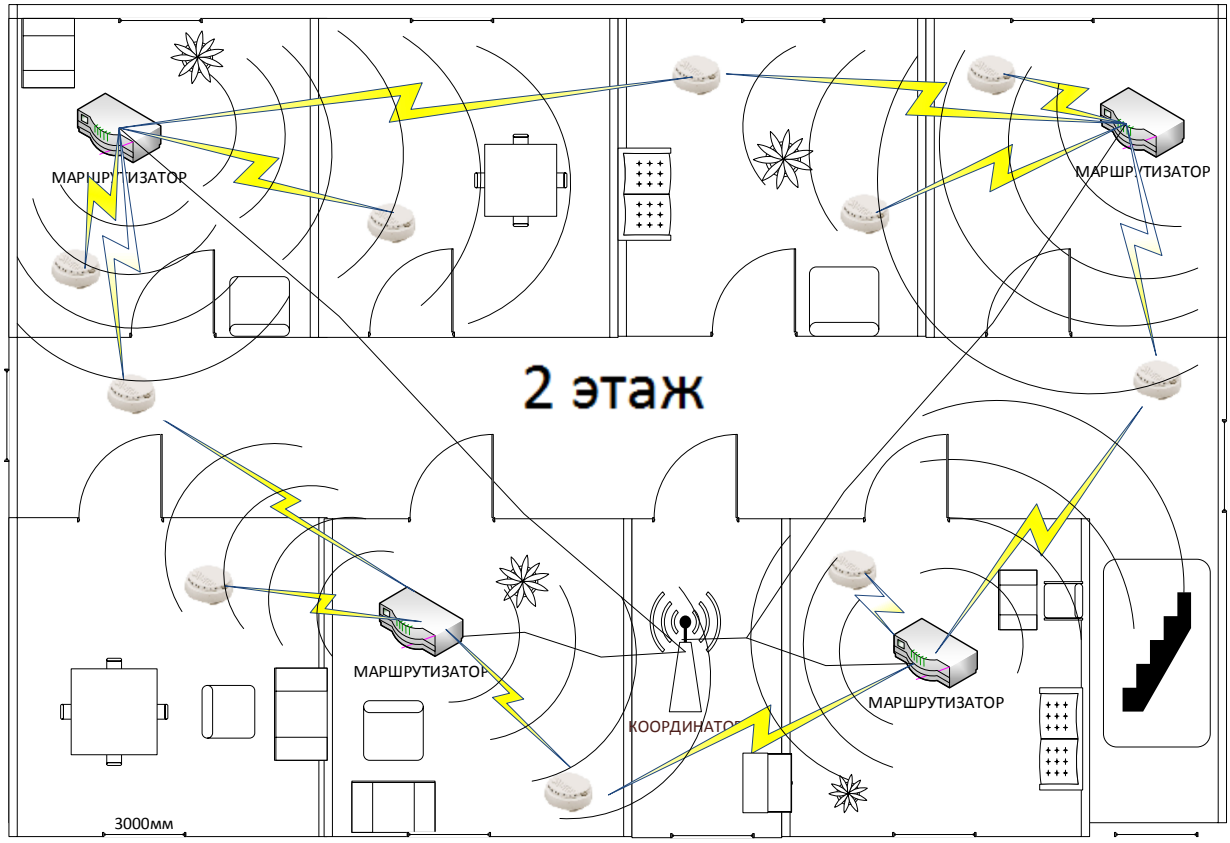

Рисунок 1.13 – Распространение сигнала внутри этажа и между этажами (2 этаж)

2Расчетная часть

2.1 Расчет зоны действия сигнала

В дипломном проекте можно рассчитать на примере одного этажа, а остальные этажи соответственно будут иметь такие же значения.

В таблице2.1приведены все наименования через которые будут проходить сигналы и можем определить потери при прохождении сигнала через эти преграды.

Таблица 2.1 – Затухание сигнала

Наименование	Ед.изм	Значение
Окно в кирпичной стене	дБ	2
Стекло в металлической раме	дБ	6
Офисная стена	дБ	6
Железная дверь в офисной стене	дБ	7
Кирпичная стена	дБ	4,5
Стекловолокно	дБ	0.5-1
Стекло	дБ	3-20
Дождь и туман	дБ/км	0.02-0.05
Деревья	дБ/м	0.35

Приведем формулу расчета дальности. Она берется из инженерной формулы расчета потерь в свободном пространстве:

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D) \qquad (2.1)$$

где FSL (freespaceloss) – потери в свободном пространстве (дБ);

F – рабочая частота канала (МГц);

D – расстояние между двумя сенсорными датчиками (км).

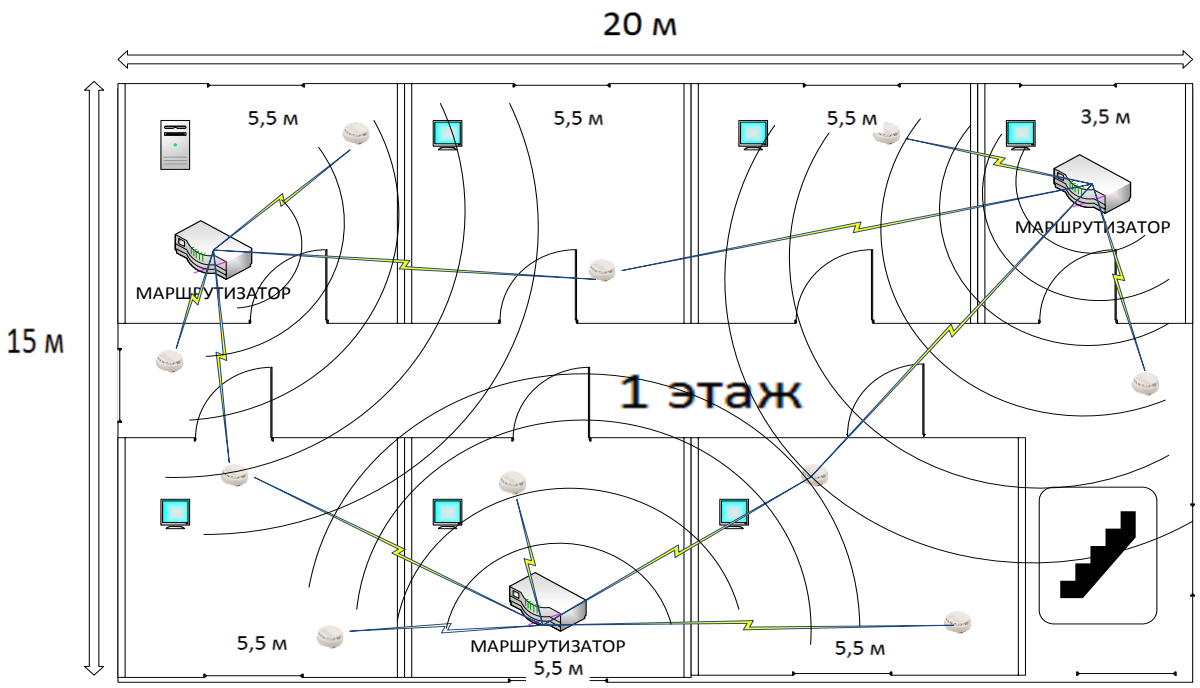

Рисунок 2.1– План организации связи на 1 этаже

Для расчета всех параметров взяты помещения внутри вокзала. Параметры одного этажа показаны на рисунке 2.1.

FSL определяется суммарным усилением системы. Оно считается следующим образом[9]:

$$Y_{дБ} = P_{t,дБ} + G_{t,дБ} + G_{r,дБ} - P_{\min,дБ} - L_{t,дБ} - L_{r,дБ} \qquad (2.2)$$

где $P_{t,дБ}$ – мощность передатчика;

$G_{t,дБ}$ – коэффициент усиления передающей антенны;

$G_{r,дБ}$ – коэффициент усиления приемной антенны;

$P_{\min,дБ}$ – реальная чувствительность приемника;

$L_{t,дБ}$ – потери сигнала в коаксиальном кабеле и разъемах передающего тракта;

$L_{r,дБ}$ – потери сигнала в коаксиальном кабеле и разъемах приемного тракта.

FSL вычисляется по формуле:

$$FSL = Y_{дБ} + SOM \qquad (2.3)$$

где SOM (SystemOperatingmargin) – запас в энергетике радиосвязи (дБ).

Учитывает возможные факторы, отрицательно влияющие на дальность связи, такие как:

− температурный дрейф чувствительности приемника и выходной мощности передатчика;

− всевозможные атмосферные явления: туман, снег, дождь;

− рассогласование антенны, приемника, передатчика с антенно-фидерным трактом.

Параметр SOM обычно берется равным 10 дБ. Считается, что 10 дБ-ный запас по усилению достаточендля инженерного расчета. Необходимая частота выбирается из таблицы 2.2 для дальнейших расчетов [9].

Таблица 2.2–Определение необходимой частоты

Канал	Центральная частота (МГц)
1	2414
2	2419
3	2424
4	2429
5	2434
6	2439
7	2444
8	2449
9	2454
10	2459
11	2464
12	2469
13	2474
14	2486

Упростив предыдущие формулы, мы получаем в итоге формулу дальности:

$$D = 10^{\left(\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - \lg F\right)} \tag{2.4}$$

Решение: Вычисляем параметр FSL:

$$G_{t,дБ} = G_{r,дБ} = 0$$

Так как в указанном помещении имеются препятствия для прямой видимости и передачи сигнала, следует учесть потери, вызванные различными преградами. В данном случае связи между координатором и самым отдаленном датчиком (М3) имеются 10 окон и 9 офисных стен. Следовательно, их ослабление в соответствии с таблицей 2.2.

Из уравнения (2.2) следует, что суммарное усиление системы равно:

$$Y_{дБ} = P_{t,дБ} + G_{t,дБ} + G_{r,дБ} - P_{\min,дБ} - L_{t,дБ} - L_{r,дБ} = +13 + 102 = 115\,дБ;$$

ЕслиSOM=10, то потери в свободном пространствеиз уравнения (2.3) будут равны:

$$FSL = Y_{дБ} + SOM = 105\,дБ.$$

Отсюда в итоге получаем дальность из уравнения (2.4):

$$D = 10^{\left(\frac{105}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2486\right)} = 50\text{ м}$$

Расчет первого этажа:Вычисляем параметр FSL:

$$G_{t,дБ} = G_{r,дБ} = 0$$

Так как в указанном помещении имеются препятствия для прямой видимости и передачи сигнала, следует учесть потери, вызванные различными преградами. В данном случае связи между координатором и самым отдаленном датчиком имеются 8 окон в кирпичной стене, 7 железных дверей в офисной стене, 5 кирпичных стен (24см), 9 офисных стен, бетонный потолок (44 см). Следовательно, их ослабление в соответствии с таблицей 2.2.

Из уравнения (3.2) следует, что суммарное усиление системы равно [9]:

$$Y_{дБ1} = P_{t,дБ} + G_{t,дБ} + G_{r,дБ} - P_{\min,дБ} - L_{t,дБ} - L_{r,дБ} = +13 + 102 - 19{,}5 = 95{,}5\,дБ.$$

В случае, когда SOM=10, то потери в свободном пространствеиз уравнения (2.3) равны:

$$FSL = Y_{дБ} + SOM = 85{,}5\ дБ;$$

Отсюда в итоге получаем дальность из уравнения (2.4):

$$D_1 = 10^{\left(\frac{85{,}5}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2486\right)} = 26\,м$$

Расчет второго этажа: представляет собой помещение, состоящее из 7 комнат по 4,5 м, одна комната – 3,5 м. Имеется 6 окон в кирпичной стене, 8 железных дверей в офисной стене, 8 кирпичных стен (24см), 7 офисных стен, бетонный потолок (44 см).

Вычисляем параметр FSL:

$$G_{t,дБ} = G_{r,дБ} = 0.$$

Так как в указанном помещении имеются препятствия для прямой видимости и передачи сигнала, следует учесть потери, вызванные различными преградами:

Из уравнения (2.2) следует, что суммарное усиление системы равно [9]:

$$Y_{дБ2} = P_{t,дБ} + G_{t,дБ} + G_{r,дБ} - P_{\min,дБ} - L_{t,дБ} - L_{r,дБ} = +13 + 102 - 21{,}8 = 80{,}2 \text{ дБ}.$$

В случае, когда SOM=10, то потери в свободном пространствеиз уравнения (2.3) равны:

$$FSL = Y_{дБ} + SOM = 70{,}2 \text{ дБ}.$$

Отсюда в итоге получаем дальность из уравнения (2.4):

$$D_2 = 10^{\left(\frac{70{,}2}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2486\right)} = 22 \text{ м}.$$

Из уравнения (2.2) следует, что суммарное усиление системы равно:

$$Y_{дБ5} = P_{t,дБ} + G_{t,дБ} + G_{r,дБ} - P_{\min,дБ} - L_{t,дБ} - L_{r,дБ} = +13 + 102 - 21{,}7 = 93{,}3 \text{ дБ}.$$

В случае, когда SOM=10, то потери в свободном пространствеиз уравнения (2.3) равны:

$$FSL = Y_{дБ} + SOM = 83{,}3 \text{ дБ}.$$

Отсюда в итоге получаем дальность из уравнения (2.4):

$$D_5 = 10^{\left(\frac{83{,}3}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2486\right)} = 25 \text{ м}.$$

В приложении Б произведены расчетные данные с помощью программы MathCad.

2.2 Расчёт различных искажении

Для любой передачи данных справедливо утверждение, что полученный сигнал состоит из переданного сигнала, модифицированного различными искажениями, которые вносятся самой системой передачи, а также из дополнительных нежелательных сигналов, взаимодействующих с исходной волной во время ее распространения от точки передачи к точке приема. Эти нежелательные сигналы принято называть шумом. Шум является основным фактором, ограничивающим производительность систем связи.

Шумы можно разделить на четыре категории:

- тепловой шум;
- интермодуляционные шумы;
- перекрестные помехи;
- импульсные помехи.

Тепловой шум является результатом теплового движения электронов. Данный тип помех оказывает влияние на все электрические приборы, а также на среду передачи электромагнитных сигналов. Тепловой шум является функцией температуры и равномерно распределен по спектру частот, поэтому данный тип шума называют также белым шумом. Тепловой шум устранить нельзя, поэтому именно он определяет верхний предел производительности систем связи. Тепловой шум оказывает значительное влияние на спутниковые системы связи, поскольку сигнал, получаемый наземной станцией от спутника, достаточно слаб.

Тепловой шум, присутствующий в полосе шириной 1 Гц, для любого устройства или проводника составляет:

$$N_0 = kT \tag{2.5}$$

здесь N_0 – плотность мощности шумов в ваттах на 1 Гц полосы;

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

T – температура в Кельвинах (абсолютная температура).

Считается, что шум не зависит от частоты. Следовательно, тепловой шум, присутствовавший в полосе диапазона В Гц, можно выразить следующим образом:

$$N = kTB. \tag{2.6}$$

Данную формулу пишем, используя децибел-ватты:

$$N = 10\lg k + 10\lg T + 10\lg B \tag{2.7}$$

Ширину канала для Zigbeeберется равным 5 МГц и по формуле (2.7) получаем следующее:

$$N = 10\lg 1.38 \cdot 10^{-23} + 10\lg 293 + 10\lg 5 \cdot 10^{6} = -137 Вт/Гц = -137 \text{ (Вт/Гц)}$$

Если сигналы разной частоты передаются в одной среде, может иметь место интермодуляционный шум. Интермодуляционным шумом являются помеха, возникающие на частотах, которые представляют собой сумму, разность или произведение частот двух исходных сигналов. Например, смешивание двух сигналов, передаваемых на частотах f_1 и f_2 соответственно, может привести к передаче энергии на частоте $f_1 + f_2$. При этом данный паразитный сигнал может интерферировать с сигналом связи, передаваемым на частоте $f_1 + f_2$.

Интермодуляционный шум возникает вследствие нелинейности приемника, передатчика или же промежуточной системы передачи. Как правило, все указанные компоненты ведут себя как линейные системы, т.е. их выходная мощность равна входной мощности, умноженной на некоторую константу. Для нелинейных систем выходная мощность является более сложной функцией входной мощности. Нелинейность может быть вызвана неисправностью одной из деталей, использованием сигнала чрезмерной мощности или же просто природой используемого усилителя. Для указанных случаев помехи возникают на частотах, являющихся суммой или разностью частот исходных сигналов.

С перекрёстными помехами сталкивался каждый, кто во время использования телефона переменно слышал разговор посторонних людей. Данный тип помех возникает вследствие нежелательного объединения трактов передачи сигналов. Такое объединение может быть вызвано сцеплением близко расположенных витых пар, по которым передаются множественные сигналы. Перекрестные помехи могут возникать во время приема посторонних сигналов антеннами СВЧ-диапазона. Несмотря на то что для указанного типа связи используют высокоточные направленные антенны, потерь мощности сигнала во время распространения избежать все же невозможно. Как правило, мощность перекрёстных помех равна по порядку (или ниже) мощности теплового шума. Все указанные выше типы помех являются предсказуемыми и характеризуются относительно постоянным уровнем мощности. Таким образом, вполне возможно спроектировать систему передачи сигнала, которая была бы устойчивой к указанным помехам.

Однако кроме вышеперечисленных типов помех существуют так называемые импульсные помехи, которые по своей природе являются прерывистыми и состоят из нерегулярных импульсов или кратковременных шумовых пакетов с относительно высокой амплитудой. Причин возникновения импульсных помех может быть множество, в том числе внешние электромагнитные воздействия (например, молнии) или дефекты (поломки) самой системы связи.

2.3 Расчет линии потерь

Многочисленные исследования характеристик маломощных беспроводных каналов связи показали, что в реальных системах качество связи значительно колеблется. Кроме того, соединение между узлами ассиметричны, т.е. вероятность успешного приема от передатчика к приемнику не равна вероятности успешной передачи в обратном направлении.

В большинстве практических приложений сети Zigbee эксплуатируются внутри помещения, а не на открытом пространстве в условиях прямой видимости между узлами. В данном проекте сеть Zigbee реализована в помещении с площадью 1500 м^2. Для определения распространения сигнала внутри помещения используется формула определения распределения потерь в тракте:

$$P_{r,дБ} = \frac{P_{t,дБ} G_{t,дБ} G_{r,дБ} \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \qquad (2.8)$$

где $P_{tдБ}$ – мощность сигнала передающей антенны;

$P_{rдБ}$ – мощность сигнала, поступающего на антенну приемника;

λ – длина волны несущей;

d – расстояние, пройденное сигналом между двумя антеннами;

$G_{tдБ}$ – коэффициент усиления передающей антенны;

$G_{rдБ}$ – коэффициент усиления антенны приемника.

Для вычисленияослабления того же значения в открытом помещении в децибелах следует взять десятичный логарифм от указанного отношения, после чего умножить полученный результат на 10 [1].

$$P_L = 10\log\frac{P_{t,дБ}}{P_{r,дБ}} = -10\log\frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \qquad (2.9)$$

Модель логарифмически – нормального распределения потерь в тракте:

$$P_L(d) = 20\log_{10}(f_{MHz}) + 20\log_{10}(d) - 28 \qquad (2.10)$$

Для первого этажа: $P_{tдБ}$= 63 мВт, $G_{tдБ}$=1, $G_{rдБ}$=1, λ=0,125 м, d=26 м,следовательно, по формуле 3.9 рассчитаем мощность сигнала,поступающего на антенну приемника:

$$P_{r,дБ} = \frac{63\cdot 10^{-3}\cdot 1\cdot 1\cdot (0{,}125)^2}{(4\cdot 3{,}14)^2\cdot (26)^2} = 9{,}5\cdot 10^{-8} = 9{,}5\cdot 10^{-5}\ \text{мВт},$$

$$P_{r,дБ} = 10\log(9{,}5\cdot 10^{-8}) = -70{,}3\ \text{дБмВт}.$$

Для второго этажа: $P_{tдБ}$= 63 мВт, $G_{tдБ}$=1, $G_{rдБ}$=1, λ=0,125 м, d=22 м,следовательно, по формуле 2.2 рассчитаем мощность сигнала,поступающего на антенну приемника:

$$P_{r1,дБ} = \frac{63 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 \cdot (0{,}125)^2}{(4 \cdot 3{,}14)^2 \cdot (22)^2} = 1{,}3 \cdot 10^{-8} = 1{,}3 \cdot 10^{-5} \text{ мВт}$$

$$P_{r1,дБ} = 10\log(1{,}3 \cdot 10^{-8}) = -78{,}9 \text{ дБмВт}$$

Все значения по мощности передатчика расчитаны с помощью программы MathCad.

Модель логарифмически-нормального распределения потерь в тракте с учетом ослаблений за счет препятствий:

$$\overline{P}_L(d) = \overline{P}_L(d_0) + 10nlod_{10}(\frac{d}{d_0}) + X_\delta \quad (2.11)$$

где $\overline{P}_L(d_0)$– затухание на эталонном расстоянии;

X_σ- нулевая гауссовая случайная величина в децибелах стандартным отклонением;

d_0- расстояние между передатчиком и приемным модулем (1200м в свободном пространстве);

d -эталонное расстояние между передатчиком и приемным модулем (100м в помещении);

n - показатель степени потерь в тракте(среднее значение для офисных помещений n= 3 с отклонением в 7дБ);

Из уравнений выше можно выразить:

$$\overline{P}_L(d) = 20\log_{10}(f_{MHz}) + 10n\log_{10}(d) - 28 + X_\sigma \quad (2.12)$$

где f - частота модуля равная – 2400 МГц; расстояние между модулями внутри помещения допустимо 50 м, X- значение см. в таблице 2.2.

Подставляя данные получаю следующие значения:

$$\overline{P}_L(d) = 20\log_{10}(2400) + (10 \cdot 3 \cdot \log 50) - 28 + X_\delta = 92.9 дБ;$$

3Бизнес план

3.1 Резюме

Дипломный проект рассматривает вопрос существенного влияниясенсорных сетей на жизнь человека. ЖД вокзал необходимо внедрить сенсорные датчики на основе технологии Zigbee для предоставления информации, сбора данных, учет потребления электроэнергии, мониторинг всего здания и.т.д.

Заказчиком проекта является АО «Қазақстан Темір Жолы».

Проектирование сети связи базируется с помощью технологии Zigbee, с выбранным оборудованием и размещения необходимого оборудования внутри ЖД вокзала г. Алматы.

3.2 Компания и отрасль

КомпанииАО «Қазақстан Темір Жолы» предлагается внедрить технологию для в кассовых залах ЖД воказала, а также применение программного продуктадля самой технологии.

Для данной компании предлагается готовый проект с использованием новой технологии на базе сенсорных сетей для экономии времени и создания передачи данных внутри своей сети.

3.3 Описание продукции

ZigBee это новая перспективная технология нового поколения и является единственным вариантом по сенсорным датчикам. Технология предоставляет оборудования маленьких размеров для передачи информации малых объемов. В большинстве случаев обычно используется автономные устройства, такие как датчики и питания. Под стандартом 802.15.4. понимают технологию ZigBee реализующися на микросхемах радиопередатчика или же трансивера.

3.4 Анализ рынка

Рынок телекоммуникаций насыщен множеством разных технологий, которые конкурируют между собой и ничем не уступают друг – другу. Перед потребителями появляется большая задача сделать правильный выбор для развертывания или проектирования новых сетей.

И сегодня среди этих технологии мы можем выбрать технологию нового поколения, который работает на базе сенсорных сетей. В повседневной жизни использовать сенсорные сети стало модным, но несмотря на это в промышленностях для обеспечения связи с удаленными объектами и для мониторинга систем также используется оптические технологии.

3.5 Финансовый план

Неотъемлемая часть составляющего бизнес – проекта это конечно же финансовый план, где можно посчитать капитальные затраты, расходы на приобретаемые оборудования, доходы от всего проекта, эксплуатационные

расходы, чистую прибыль, срок окупаемости внедряемого проекта, амортизационные отчисления, фонд оплаты труда.

Серверная будет находится внутри вокзала где предоставляется арендодателем АО «Қазақстан Темір Жолы» без арендной платы.

Перечень необходимого оборудования показан в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Необходимые оборудования

Наименование показателя	Значения показателей			
	Количество	Цена,тенге	Стоимость, тенге	
			абс.зн	уд.вес, %
Координатор типа Zigzag	2	136 440	272 880	13,65
модем	20	47 070	941 400	47,11
Сервер обработки данных	1	166 290	166 290	8,32
Датчики	50	12 354	617 700	30,92
Итого:			1 998 270	1

Расчёт технико-экономических показателей выполняется в определённой последовательности, и включает следующие этапы:

- расчёт капитальных затрат на приобретение оборудования и ввода его в эксплуатацию;
- расчёт годовых эксплуатационных расходов.

В общую сумму капитальных вложений входят:

- затраты на приобретение оборудования (его стоимость);
- затраты на его транспортировку;
- затраты на монтаж оборудования и его настройку;
- затраты на линейные сооружения и системы передачи.

Строительство гражданских сооружений не предусматривается, так как разработанное устройство будет располагаться в существующем здании, на площади пригодной для размещения устройства данного типа и отвечающей требуемым нормам.

Все расчеты по дипломному проекту произведены по методическим указаниям [11].

Расчёт капитальных затрат

Закуп выбранного оборудования по проекту покупаетсяпо ценам,указанным в таблице 3.1. А также в капитальные вложения кроме цен приобретаемое оборудования нужно включить следующие затраты: перевозка оборудования, монтаж и дополнительные расходы.

В основном капитальные затраты можно посчитать по формуле (3.1):

$$K_{\Sigma} = K_{O} + K_{M} + K_{TP} + K_{ПР} \qquad (3.1)$$

где K_O – капитальные вложения на приобретение основного оборудования;

$К_{М.}$ – расходы по монтажу оборудования;

$К_{ТР}$ – транспортные расходы;

$К_{ПР}$ – затраты на проектирование сети.

Стоимость монтажа, перевозка оборудования необходимо брать как 10% от стоимости основного оборудования (компания подрядчик возлагает на себя все монтажные работы), тогда получаем следующее:

$$К_{монт} = К_{транс} = 0{,}1 \cdot К_{обор}, \quad (3.2)$$

$$К_{монт} = К_{транс} = 0{,}1 \cdot 1998270 = 199\,827 \text{ тенге;}$$

Перевозка оборудования считается как:

$$K_{вл} = K_{о} + K_{монт} + K_{транс}$$

$$K_{вл} = 1998270 + 199827 + 199827 = 2\,397\,324 \text{ тенге;}$$

Итоговый результат всех расчётов по капитальным затратамвнесены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Капитальные затраты на внедрение проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Оборудование, тенге	1 998 270
Перевозка (10% от стоимости оборудования), тнг	199 827
Монтаж (10% от стоимости оборудования), тнг	199 827
Итого, тнг	2 397 324

3.6 Расчет эксплуатационных расходов

Для реализации проекта нужно определить количество работников в данной сфере и вычислим фонд оплаты труда (ФОТ), затраты на ФОТ. Все данные приведены ниже в таблице (3.3) для дальнейших расчетов.

Расходы по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$ФОТ = ФОТ_{осн} + ФОТ_{доп}, \quad (3.3)$$

$$ФОТ_{осн} = ЗП \cdot 12, \quad (3.4)$$

гдеФОТ – фонд оплаты труда (основная и дополнительная заработная плата);

ЗП – заработная плата;

Осн – социальный налог 11% от ФОТ.

В конечном результате получеам:

$$ФОТ_{осн} = 310000 * 12 = 3\ 720\ 000 \text{ тенге};$$

Таблица 3.3– Фонд оплаты труда

Должность	Значение показателей		
	Количество, чел	Месячный оклад, тенге	Годовой оклад, тенге
Инженер 1 категории	1	110 000	1 320 000
Инженер 2 категории	1	90 000	1080 000
Техник	1	60 000	720 000
Диспетчер	1	50 000	600 000
ФОТосн, тыс.тенге	4	310 000	3 720 000
ФОТ доп (30% от ФОТ), тыс. тенге	1 116 000		
Всего:	4 836 000		

В годовой фонд оплаты труда включается дополнительная заработная плата (работа в праздничные дни, сверхурочные и т.д.) в размере 30% от основной заработанной платы:

$$ФОТ_{доп} = Ф_{осн} \cdot 0.3, \tag{3.5}$$

$$ФОТ_{доп} = 3720000 * 0{,}3 = 1\ 116\ 000 \text{ тенге};$$

Из формулы (3.3) фонд оплаты труда равен:

ФОТ=3 720 000+1 116 000=4 836 000 тенге;

Как всем известно отчисления на социальные нужды берутся, как норма от ФОТ работников с исключением пенсионных отчислений.

$$O_{сн} = \sum_{i=1}^{n} O_i = \sum_{i=1}^{n} H_i \cdot (ФОТ - ПФ) \quad , \tag{3.6}$$

где $O_{сн}$ – отчисления на социальные нужды;

O_i– отчисления по i-ому виду фондов;

H_i – установленные нормы отчислений (11% от ФОТ)

ПФ – пенсионный фонд, берем в размере 10% от *ФОТ*.

$$O_{сн} = 0.11 \cdot (ФОТ - 0.1 \cdot ФОТ), \text{тенге} \tag{3.7}$$

$$О_{сн} = 0{,}11 \cdot (4\,836\,000 - 0{,}1 \cdot 4\,836\,000) = 478\,764 \text{ тенге;}$$

Следующим этапом расчетов является амортизационные отчисления. Норма амортизации в нашем случае варируется от 11 до 25%.

$$A_O = \frac{\sum Ф_{бi} H_{Ai}}{100}, \tag{3.8}$$

В дипломном проекте для развертывания сети связи норма амортизационных отчислений составляет 25% от капитальных вложений. Тогда из выше указанной формулы получаем:

$$A_O = \frac{H_A \cdot K_{вл}}{100}, \tag{3.9}$$

$$А_о = \frac{25 \cdot 2\,397\,324}{100} = 599331 \text{ тенге;}$$

Затраты на электроэнергию при использовании оборудования, включают в себя расходы электроэнергии на оборудование и дополнительные электрические затраты.

$$З_{эл.эн} = З_{эл.эн.обор} + З_{доп.нуж}, \tag{3.10}$$

$$З_{эл.эн.обор} = W \cdot T \cdot S, \tag{3.11}$$

где W – потребляемая мощность, кВт;

T – время работы, T=8750 ч/год;

S – тариф, 1кВтч= 20 тенге (для производств).

$$З_{эл.эн.обор} = 1{,}5 \cdot 8750 \cdot 20 = 262500 \text{тенге/год}.$$

Затраты на дополнительные нужды берутся как 5% от стоимости оборудования:

$$З_{ДОП.НУЖ.} = 0.05 \cdot З_{ЭЛ.ЭН.ОБОР.}, \tag{3.12}$$

$$З_{ДОП.НУЖ.} = 0.05 \cdot 262500 = 13125 \text{тенге/год};$$

и получаем:

$$З_{ЭЛ.ЭН} = 262500 + 13125 = 275625 \text{тенге/год};$$

Расходы на материалы и запасные части составляют 0,5% от стоимости оборудования:

$$Э_М = 0.005 \cdot К_{ОБОР}, \tag{3.13}$$

$$Э_М = 0.005 \cdot 1998270 = 9991.35 \text{ тенге}$$

Есть и расходы на ремонт оборудования, оно составляет 5% от стоимости оборудования:

$$Э_{РЕМ} = К_{вл} \cdot 0.05, \tag{3.14}$$

$$Э_{рем} = 1998270 * 0{,}05 = 99\ 931.5 \text{ тенге};$$

Эксплуатационные расходы равны:

$$ΣЭ = ФОТ + О_с + М + Э + А + Н, \tag{3.15}$$

где ФОТ – фонд оплаты труда (основная и дополнительная зарплата);

$О_с$ – социальный налог (11% от ФОТ);

М – материальные затраты и запасные части;

Э – потребляемая электроэнергия;

А – амортизационные отчисления;

Н – накладные расходы (40% от кап. вложений).

Э=4 836 000+ 478 764 + 1 198 662 +262500 + 599 331 + 958 930 = 8 334187 тенге;

Материальные затраты и запасные части составляют 5% от капитала вложений:

$$М = 0{,}5 \cdot К_{вл} = 0{,}5 \cdot 2\ 397\ 324 = 1\ 198\ 662 \text{ тенге}.$$

Накладные расходы составляют 40% от капитала вложений:

$$Н_р = 0,4 \cdot К_{вл} = 0,4 \cdot 2\ 397\ 324 = 958\ 930 \text{ тенге}$$

3.7 Расчет доходов

Доходы от основной деятельности - доходы, получаемые предприятиями связи за весь объём реализованных потребителем услуг связи по действующим тарифам.

$$D_o = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot U_i\ , \qquad (3.16)$$

где qi – объем i-ого вида услуг в натуральном выражении;

Ui – тариф на i-й вид услуг, в тенге;

n – номенклатура услуг.

или определиться по средне доходной таксе

$$D_o = \sum_{i=1}^{n} q_{исхпл} \cdot \tau_{T_i}\ , \qquad (3.17)$$

где n – номенклатура услуг;

$q_{исх\ пл}$ – исходящий платёжный обмен по видам;

τ_{Ti}– средне доходная такса по i-му виду услуг связи.

Доход от внедряемого проекта при предоставлении услуг Zigbee будут поступать от абонентской платы ежемесячно. Тарифы согласовывается с АО «Қазақстан Темір Жолы» и выбирается следующим образом:

Внутри вокзала есть административный отдел для них норма – 30000 тг/мес. Всего возьмем 10 отделов.

Производственный отдел (как корпоративная сеть) – 20000 тг/мес., общее количество около 40 отделов.

Хозяйственный отдел состоит из 10 блоков по 15000 тг/месяц.

Тогда годовой доход от проекта составит:

$$Д = Д_{адм} + Д_{произ} + Д_{хоз} = 300\ 000 + 800\ 000 + 150\ 000 = 1\ 250\ 000 \text{ тнг};$$

Посчитаем доход за месяц от административногоотдела:

$$Д_{адм} = 10 \cdot 30\ 000 = 300\ 000 \text{ тнг};$$

Посчитаем доход за месяц от производственногоотдела:

$$Д_{произ} = 40 \cdot 20\ 000 = 800\ 000 \text{ тнг};$$

Посчитаем доход за месяц от хозяйственного отдела:

$$Д_{хоз} = 10 \cdot 15\ 000 = 150\ 000 \text{ тнг};$$

Итого доход за год:

$$Д_{год} = Д \cdot 12 = 1\,250\,000 * 12 = 15\,000\,000 \text{ тнг};$$

Поступаемая прибыль:

$$П = Д – Э_р = 15\,000\,000 – 8\,334\,187 = 6\,665\,813 \text{ тенге};$$

Расчет подоходного налога:

$$П_н = 0{,}2 \cdot П = 6\,665\,813 \cdot 0{,}2 = 1\,333\,163 \text{ тенге};$$

Чистая прибыль от внедрения данной технологии составляет:

$$ЧД = П – П_н = 6\,665\,813 – 1\,333\,163 = 5\,332\,650 \text{ тенге};$$

Экономическая эффективность:

$$Е_а = ЧД/К_{вл} = 5\,332\,650 / 2\,397\,324 = 2{,}22$$

Срок окупаемости проекта:

$$Т_{ок} = 1/Е_а = 1/2{,}2 = 0{,}45 \text{ года};$$

4 Раздел безопасности жизнедеятельности

4.1 Анализ условия труда

4.1.1 Краткая характеристика помещения

Серверная комната где установлено наше оборудование будет находится на цокольном этаже в тупиковой комнате. Связь производится через так называемые трансиверы на базе Zigbee. Как писали выше в теоретической части, все необходимые оборудования устанавливаются на разных этажах ЖД вокзала, основной упор делается на кассовые залы.

ZigBee-модемы AnCom в комплекте с ПО для развертывания и последующего расширения сети позволяют оперативно спроектировать и построить локальную беспроводную радиосеть в диапазоне частот 2405-2480 МГц, объединив разнесенные по территории завода, склада, промрайона, железнодорожной станции или порта объекты промышленной автоматизации: контроллеры, датчики, реле и управляющие терминалы [31].

Трансивер CC2520 представляет собой Zigbee трансивер второго поколения с частотой 2,4 ГГц. Рабочая температура трансивера позволяет работать до 125 С. Трансивер устойчив к сложным помехам, таких как бетонные балки, пластиковые окна, железные двери и.т.д[32].

4.1.2 Техническая характеристика оборудования

Рисунок 4.1 – ZigbeePro-модемAnComRZ/B

ХарактеристикаZigbeePro-модемAnComRZ/B:

- работает на частоте 2,4 ГГц, 15 каналов;
- берется возможность стандарта ZigBeePRO;
- мощность передающего оборудования: не более 63 мВт (+18 дБм);
- чувствительность приемника - 102 дБм;

– напряжение, В: 90;
– максимальная скорость передачи: 250 Кбит/с;
– используемая топология –mesh-сети ZigBee;
– дальность распространения сигнала: внутри помещения – до 90 м; вне помещения – до 3200 м;
– поддержка mesh-сети в режиме «маршрутизатор»:
– высокая степень надежности, устойчивость сети к потере отдельных элементов;
– масштабируемость сети;
– автоматическая обработка и передача данных;
– встроенный адаптер первичного питания ~ 85-264 VAC, = 110-370 VDC, или = 9-36 VDC; потребляемая мощность: не более 3 ВА;
– используемые интерфейсы: RS-485 или RS-232C;
– цифровые и аналоговые входы и выходы (телесигнализация, телеуправление);
– буферы данных для систем с «трехпроводным» интерфейсом (RxD и TxD);
– светодиодная индикация уровня сигнала, передаваемых данных, режима работы;
– рабочий диапазон температур: -40…+70°C;
– технологическое ПО в комплекте поставки: утилита для тестирования и настройки ZigBee модуля;
– ServerRM – программный коммуникационный сервер. Обеспечивает адресный доступ к узлам сети со стороны диспетчерского ПО (ОС Windows). Стыковка ПО верхнего уровня осуществляется по выделенным для каждого модема TCP- или COM-портам: для обмена данными с последовательным интерфейсом модема, для доступа к входам телесигнализации, показаниям встроенного термометра и выходам телеуправления. Графический пользовательский интерфейс. Встроенный конвертор ModbusRTU<=>ModbusTCP. Регистрация и журналирование событий.

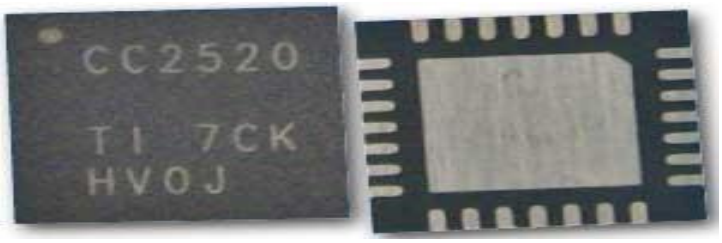

Рисунок 4.2 – Трансивер CC2520

Таблица 4.1 – Характеристика трансивера CC2520

Параметр	Мин.Знач.	Типич.Знач.	Макс.Знач.
Диапазон частот, МГц	2394	2483,5	2507
Скорость передачи данных, кбит/сек	-	250	-
Рабочее напряжение, В	1,8	-	3,8
Рабочая температура, °C	-40	-	+125
Мощность передатчика на выходе, дБм	-18	-	+5
Чувствительность приемного оборудования, дБм	-	-98	-
Подавление соседнего канала с частотой +5 МГц, дБ	-	49	-
Подавление соседнего канала с частотой -5 МГц, дБ	-	49	-
Подавление соседнего канала с частотой +10 МГц, дБ	-	54	-
Подавление соседнего канала с частотой -10 МГц, дБ	-	54	-
Ток потребления, режим приема, мА	-	18,5	-
Ток потребления, режим передачи+5 дБм, мА	-	33	-
Ток потребления, режим передачи0 дБм, мА	-	25,8	-

Данный проект рассматривает возможность реализации беспроводной сети на базе сенсорных датчиков в г.Алматы. Над контролированием и мониторингом системы будут наблюдать инженеры, а также все неполадки устраняются ими.

Для мониторинга внутри вокзала, а именно кассовые залы используется специально разработанные программные продукты установленные на компьютерах. Отслеживание за сетью будет производится на первом этаже.

По тяжести и напряженности труда, работа относится к I категории – выполняемые в оптимальных условиях труда при благоприятных нагрузках, и соответствует комфортным условиям труда[14].

Обслуживающий персонал состоит из 4 человек: инженер 1 категории ; инженер 2 категории; техник и диспетчер.

План размещения оборудования показан на рисунке 4.3, который вполне удовлетворяет рабочее место инженеров.

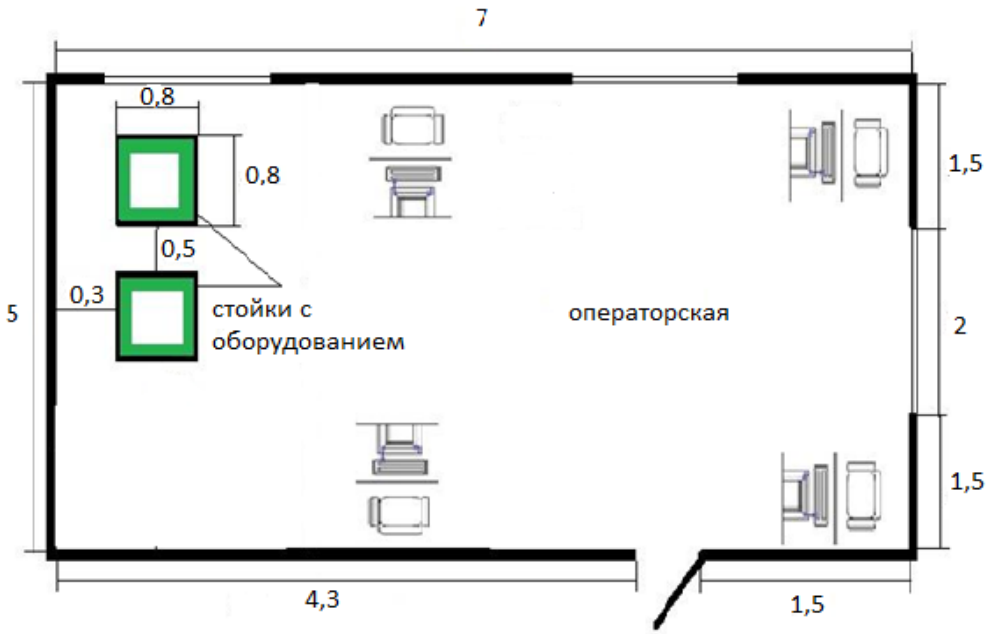

Рисунок 4.3 – План помещения

Общая площадь комнаты всего составляет 35 м^2. Если 35 м^2 поделить на 4 человека, каждому приходится по 8,75 м^2 площади. Данная площадь совпадает со СНиПом и можно работать при таких условиях.

4.1.3 Оценка микроклимата

Условия работы оператора во многом зависят от микроклимата в помещении операторного зала.

В соответствии с нормами ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны, общие санитарно-гигиенические требования» – выполняемая работа относится к легкой физической работе и классифицируется как категория работ 1б. Она производится сидя, стоя, или связана с ходьбой и

сопровождается с некоторым физическим напряжением. Согласно оптимальным нормам параметров микроклимата для работ категории 1б в холодный период температура воздуха в помещении будет поддерживаться в пределах 21-23°С, в теплый период температура будет находиться в пределах 23-25°С при относительной влажности воздуха не более 75/60%. С этой целью используется в зимнее время система отопления, в летнее – кондиционирование. Оптимальный микроклимат в помещении поддерживается при помощи системы кондиционирования.

Для комнаты оператора приведены (таблица 4.1) оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха с учетом периода года и категории работ.

Таблица 4.3 – Нормируемые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Температура, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	Оптимальная	Допустимая					
		Верхняя граница	Нижняя граница	От-ая	Допустимая	От-ая	Допустимая
Холодный период года	22-24	25	21	40-60	75	0,1	Не более 0,1
Теплый период года	23-25	28	22	40-60	28°С	0,1	0,1-0,2

Кондиционирование воздуха обеспечивает автоматическое поддержание параметров микроклимата в необходимых пределах в течение всех сезонов года, очистку воздуха от пыли и вредных веществ, создание небольшого избыточного давления в чистых помещениях для исключения поступления неочищенного воздуха.В операторской установлен кондиционер LGS07PK.

Технические характеристики LGS07PK:

Характеристика по холоду:

Обслуживающая площадь: 36 кв. м

Потребляемая мощность: 1,370 кВт

Коэффициент эфеективности, EER: 2,7

Гарантированный диапазон наружных температур: +21…+43

Характеристика по теплу:

Обслуживаемая площадь: 39 кв. м

Потребляемая мощность: 1,240 кВт

Коэффициент эффективности, COP: 3,1
Гарантированный диапазон наружных температур: -5…+24
Внутренний блок:
Уровень шума: 32-41 дБ
Вес: 7,4 кг
Габариты(ШхВхГ): 840x270x180
Внешний блок:
Уровень шума: 47 дБ
Вес: 38 кг
Габариты(ШхВхГ): 770x540x245
Общая характеристика:
Источники питания: 220-240 В
Максимальная длина магистрали: 15 м
Максимальный перепад высот: 7 м.

Рисунок 4.4 –Кондиционер LGS07PK

4.1.4 Оценка освещения

В рассматриваемом рабочем помещении имеется естественное боковое освещение в виде трех окон высотой каждое 2 м. Согласно СНиП РК 2.04-05-2002 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» естественное освещение характеризуется коэффициентом естественного освещения КЕО [34]. Величина коэффициента естественной освещенности согласно санитарным нормам (таблица 1) при выполнении работ высокой зрительной точности 3 разряда при боковом освещении должна быть не ниже 1,5%. Нормированная величина коэффициента естественной освещенности для города Алматы, которая находится на 4 световом поясе, составляет 0,9 %. Поэтому следует определить площадь световых проемов, обеспечивающих нормированное значение КЕО.

При выполнении в помещении работ I-IV разрядов рекомендуется применение комбинированного освещения. Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильником общего освещения, в комбинированной системе составит 10% нормируемой для комбинированного. При этом, наибольшая и наименьшая освещенности составят соответственно 500 и 150 лк (люкс) при газоразрядных лампах, 100 и 50 лк при лампах накаливания. Работа требует высокой точности и в этом случае естественного освещения недостаточно. В помешении имеются 3

светильника, которые не удовлетворяют нормам освещения необходимым для нормального выполнения работ, так как для персонала, работающего с дисплеями и ЭВМ установленная норма освещенности 300 лк, требуется пересчет искусственного освещения с дальнейшей заменой имеющихся в эксплуатации ламп на лампы, световые параметры которых определены в расчете 4.2.

4.2 Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока

Для дипломного проекта рассчитаем систему искусственного освещения в производственном помещении[14]:

Длина помещения 7 м;
Ширина 5 м;
Высота 3,5м;
Помещение с побеленным потолком, светлыми стенами;
Разряд зрительной работы 3 Б;
Нормируемая освещенность 150 лк (табл.);
Коэффициенты отражения:
Потолка $\rho_{пот}=70\%$
Стен $\rho_{стен}=50\%$
Пола $\rho_{пол}=30\%$

Расчетная высота подвеса – рабочая поверхность находится на высоте 0,8 м от пола, высота свеса ламп - 0,1 м.

Следовательно:

$$h_{рас}=H-h_{раб}-h_{св} \qquad (4.1)$$

где H- высота помещения;
$h_{раб}$-высота рабочей поверхности;
$h_{св}$- высота свеса ламп;

$$h=3,5-0,8-0,1= 2,6 \text{ м}$$

Наиболее выгодное расстояние между светильниками определяется по формуле:

$$Z=\lambda \cdot h, \qquad (4.2)$$

где λ - коэффициент наивыгоднейшего расстояния междусветильниками,λ=1,2 м.

$$Z = 1,2 \cdot 2,6 =3,12 \text{ м}$$

Рассчитаем число рядов светильников:

$$n = \frac{B}{Z} \quad (4.3)$$

где B – ширина помещения, B = 5 м;

Z – расстояние между светильниками, Z = 3,12 м.

Отсюда:

$$n = \frac{B}{Z} = \frac{5}{3{,}12} = 1{,}6 м$$

Определим индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}; \quad (4.4)$$

Индекс помещения:

$$i = \frac{7 \cdot 5}{1{,}6 \cdot (7 + 5)} = 1{,}82$$

Коэффициент использования берем по таблице 2 [35]: η =68%

Коэффициент запаса выбираем по таблице 1[35]: $k_з$ = 1,5

Световой поток ламп определяется по формуле:

$$\phi_л = \frac{E \cdot k_з \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (4.5)$$

где E- заданная минимальная освещенность;

$k_з$- коэффициент запаса;

S- освещаемая площадь, которая определяется как

$$S = a \cdot b \quad (4.6)$$

$$S = 7 \cdot 5 = 35 \text{ м}^2;$$

где Z-коэффициент неравномерности освещения z=1,1;

n-количество ламп в светильнике;

Фл-световой поток выбираемой лампы;

η-коэффициент использования.

$$\sum \Phi = \frac{150 \cdot 1{,}5 \cdot 35 \cdot 1{,}1}{0{,}68} = 12738{,}97 лм \quad (4.7)$$

Из таблицы 3 выбираем Фл=3050 лм

Число светильников:

$$N = \frac{\sum \Phi}{\Phi_Л} \tag{4.8}$$

$$N = \frac{12738{,}97}{3050} = 4$$

Используем светильник типа ЛДЦ (лампы дневного света, с улучшенной цветопередачей; ЛДЦ — де-люкс) – это светильник рассеянного света с пластмассовыми боковинами и металлической решеткой. Светильник подвешивается с лампой ЛДЦ – мощностью 75 Вт.

4.2.1 Расчет искусственного освещения

Исходными данными для проектирования является тип выбранного светильника, минимальная освещенность, высота и площадь помещения.

Мощность лампы определяется по формуле:

$$P = \frac{w \cdot S}{N} \tag{4.9}$$

где S–площадь помещения;

N – число светильников;

ω= удельная мощность.

В таблице 7 [36] находим значение удельной мощности для ЛДЦ мощностью 65 Вт 2 группы, при высоте 3,5 метра и пощади 32 м^2.

ω= 9,1 Вт/м^2

$$P = \frac{9{,}1 \cdot 32}{4} = 72{,}8 Вт$$

Полученное значение мощности лампы округляем до ближайшего стандартного, то есть до 75 Вт.

Заключение

В данном дипломном проекте взяли технологиюZigbee, так как эта технология использует маленькие и маломощные радиопередатчики, которые не так много потребляют энергии.

Целью данной работы является анализ возможности применения беспроводной технологии Zigbee в кассовых залах для усовершенствования сети.Все поставленные задачи выполнены в полном объеме.

В расчетной части произведены расчеты дальности связи и распространение сигнала внутри здания. Предложенная нами технология работает на частоте 2,4 ГГц обеспечивая 16 каналов ZigBee, ширина каждого канала как указано в расчетной части равна 5 МГц. Основную частоту для необходимого канала можнорассчитать по формуле как FC = (2405 + 5 * (ch – 11)) МГц, где ch = 11, 12, … , 26.

В разделе экономики произвели разные расчеты по финансовой части с дальнейшей окупаемости проекта и посчитали чистую прибыль от внедрения технологии Zigbee.

В человеческой жизни самое необходимое это безопасность, в этом разделе рассмотрены анализ помещения где будет устанавливаться серверная.

Особо хочется отметить что, технология Zigbee является простым при проектировании и цена на оборудование соответственно дешевле по сравнению с другими технологиями. В связи с тем, предлагается внедрение данной технологии в кассовых залах.

Беспроводные сети источник новых информации и высокой защиты.

Список литературы

1 Д.Панфилов. Введение в беспроводную технологию Zigbee стандарта 802.15.4//Электронные компоненты. - №12. – 2004.

2 М.Соколов. Программно-аппаратное обеспечение беспроводных сетей на основе техологии Zigbee/802.15.4//Электронные компоненты. - №12. – 2004.

3 Е. Баранова. IEEE 802.15.4 и его программная надстройка ZigBee. - Интернет-журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям; http://www.telemultimedia.ru/art.php?id=292.

4 Семенов Ю.А. Беспроводные сети ZigBee и IEEE 802.15.4.: Михаил Крикун; http://book.itep.ru/4/41/zigbee.htm.

5 Дмитриев В. Технология Zigbee// Компоненты и технологии. – №1. – 2004.

6 ZigBee/802.15.4. – Компоненты беспроводных технологий: сайт компании «Компел»; http://www.compel.ru/catalog/wireless/zigbee.

7 Кирпичики для построения сети ZigBee. – сайт компании «Контракт электноника»; http://www.contractelectronica.ru/info/articles/tech/zigbee/

8 Д.Панфилов. Система пожарной сигнализации с радиоканалом// Электронные компоненты. – №9. – 2003

9 Сарженко Л.И., Зайцев Е.О., Методическое указание к расчетно – графической работе по дисциплине Беспроводные технологии. Алматы 2013г.

10MSP430 и продукция Chipcon в беспроводных сенсорных приложениях и устройствах обеспечения безопасности. – Новости Электроники: сайт компании «Компел»; http://www.compeljournal.ru/enews/2007/3/8.

11Estimating ZigBee transmission range in the ISM band. – Electronic http://www.edneurope.com/estimatingzigbeetransmissionrangeintheismband+article+1608+Europe.html.

12Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания для экономической части выпускной работы. – Алматы, 2009.

13Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. – М.: Радио и связь, 1989.

14Дюсебаев М. К. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах. Алматы: АИЭС, 2001.

15КоньшинС.В., Кондратович А.П./ФИРМЕННЫЙ СТАНДАРТ: Работы учебные. – Алматы: АУЭС, 2014.

Приложение А

Организация систем точек учета

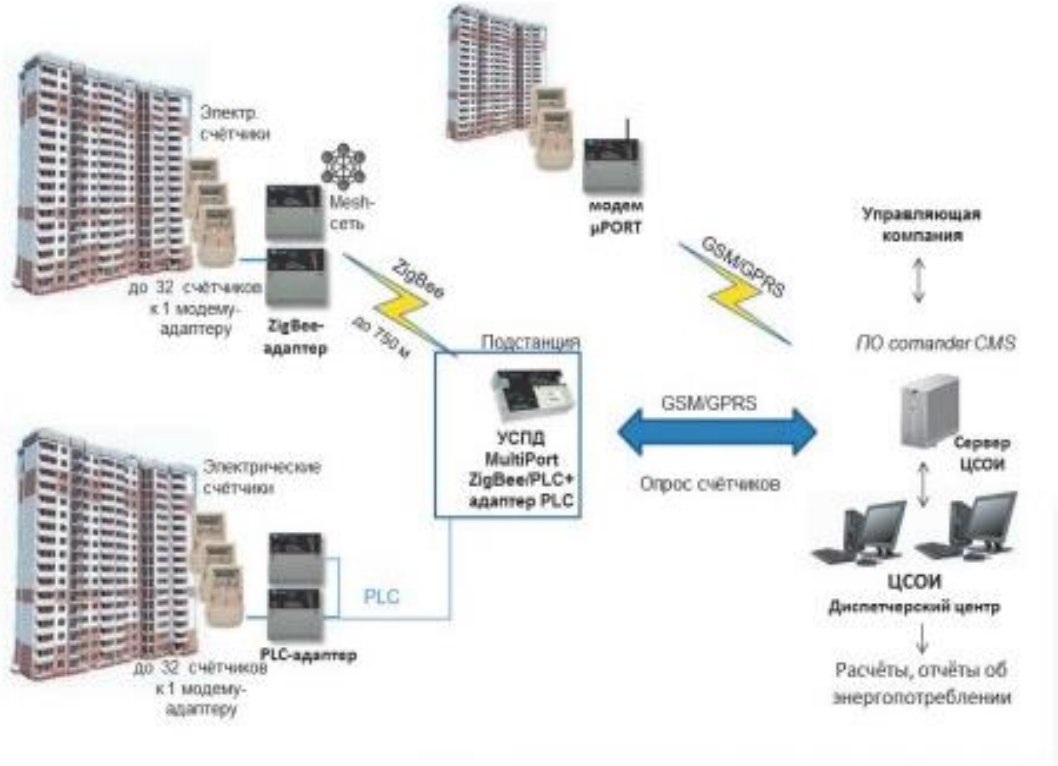

Рисунок А.1 – Организация систем точек учета