МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Телекоммуникационных систем

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой _____
_____
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ **20__ г.**
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Исследование возможности применения транкинговых протоколов MPT1327 для службы безопасности торговых центров
Специальность 5В071900«Радиотехника, электроника и телекоммуникации»
Выполнил (а) Атайбеков А.Т. (Фамилия и инициалы) МТСу-10-1 группа

Научный руководитель доцент Урусова Т.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:
по экономической части:
ст.препод. Бабич А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «29» мая 20 14 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
ст.препод. Мананбаева С.Е.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «23» мая 20___ г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
ст.препод. Сейсенова Д.О.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «30» 05 20 14 г.
(подпись)

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

Нормоконтролер: ст. препод. Кондратович А.П.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «17» 06 20 14 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ 20___ г.
(подпись)

Алматы 2014 г.

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Заочного обучения и переподготовки специалистов
Специальность 5В071900«Радиотехника, электроника и телекоммуникации»
Кафедра Телекоммуникационных систем

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Атайбеков Айбек
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта _____

утверждена приказом ректора № ___ от «___» сентября 20___ г.
Срок сдачи законченной работы «___» _____ 20___ г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта
Рабочая частота передачи 415,5 МГц
Рабочая частота приёма 405,5 МГц
Выходная мощность передатчика БС 100 Вт
Высота подвеса антенны 30 м
Коэффициент усиления антенны 5 дБ

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:
Классификация транкинговых систем связи, их преимущества и недостатки
Анализ систем транкинговой связи
Анализ возможностей системы связи протокола МРТ 1327
Выбор оборудования транкинговой сети
Портативная радиостанция протокола МРТ-1327 Icom IC-4088
Портативная радиостанция протокола МРТ 1327 Motorola GP – 680
Расчетная часть
Бизнес-план
Безопасность жизнедеятельности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Архитектура построения транкинговой сети МРТ 1327
Сравнение различных стандартов транкинговых систем
Результаты программного расчета
Портативная УКВ радиостанция протокола МРТ-1327 Motorola GP-680
Базовый УКВ ретранслятор Vertex Standard VXR-7000

Рекомендуемая основная литература

Концепция Правительства от 04.12.2011 N 1564. «Концепция развития отрасли телекоммуникаций Республики Казахстан на период с 2011 года по 2015 год». – Алматы: Эверо, 2011.

Борисов В.И., Зинчук В.М. Помехозащищенность систем радиосвязи. – М.: Радио и связь, 1999.

Овчинников А.М., Воробьев С.В., Сергеев С.И. Открытые стандарты цифровой транкинтовой связи. – М.: МЦНТИ, 2000.

Системы подвижной радиосвязи./ под ред. И. М. Мышкина. – М.: Радио и связь, 1986.

Варакин Л.Е. Распределение доходов, технологий и услуг. Международная академия связи.- М.: Радио и связь, 2002.

Нормирование качества телекоммуникационных услуг. Учебное пособие./ под ред. Проф. В. П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.

Бутузов Ю.А. Системы радиосвязи и телевещания. Методические указания к курсовому проекту. – Алматы : АИЭС, 2005.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Техническая часть	Урусова Т.А.	25.05.	
Экономическая часть	Бабич А.А.	19.05 - 29.05	
Безопасность жизнед.	Мананбаева Е.С.	23.04-26.05	
Вычислительная техн.	Сейсенова Д.О.	4.05 - 30.05.14	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Анализ классификации транкинговых систем связи		
2	Анализ систем транкинговой связи		
3	Анализ возможностей системы связи протокола МРТ 1327		
4	Выбор оборудования транкинговой сети		
5	Выполнение расчетной части		
6	Разработка бизнес-плана		
7	Разработка раздела безопасность жизнедеятельности		
8	Составление презентации		

Дата выдачи задания «____»_____20___ г.

Заведующий кафедрой _____ Шагиахметов Д.Р.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ Урусова Т.А.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____ Атайбеков А.Т.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Бұл қортындыда жұмыс сауда-сауық орталығының қауіпсіздік қызметінің транкинг баланыс жүйесін жетілдіруіне арналған.

Транкинг байланыстары бар пратаколдарды алмастыру негізінде талдау жүргізілді. Байланыс жүйесінің кең түрдежайылуының, қызмет жасауның барынша тиімділігі және аз бағалар көз қарасы бойнша таңдалған пратаколға негіздеу жүргізілді. Таңдалған MPT1327 протоколына барлық техникалық протоколдарға жауып беретін құрылғылар сұрапталып таңдалды. Болашақ модельдің пайдалануымен аудан параметрлер есебін санау компьютерлік бағдарлама қолданылады. Сонымен кунделікті тіршілікте қауіпсіздік шаралары және жобалық экономикалық тұрғыдан сұрақтары қаралды.

Аннотация

Данная выпускная работа посвящена исследованию возможности применения транкинговой связи для службы безопасности тогрового развлекательного центра.

Произведен сравнительный анализ существущих протоколов транкинговой связи. Приведено обоснование выбора протокола с точки зрения максимальной эффективности и минимальной цены функционирования и развёртывания системы связи. Для выбранного протокола MPT1327 произведен подбор оборудования, отвечающего всем техническим требованиям. Рассчитана зона покрытия системы в условиях плотной городской застройки. Использована компьютерная программа расчета параметров поля с использованием перспективной модели.

Также подробно рассмотрены экономические аспекты проекта и вопросы безопасности жизнедеятельности.

Abstract

This graduation work is devoted to development of trunking communication systems for security shopping and entertainment center.

The comparative analysis of existing protocols trunking communication. The substantiation of the selection of a Protocol from the point of view of maximum efficiency and minimum rates of functioning and deployment of communication systems. For the selected Protocol MPT1327 made selection of equipment, which meets all technical requirements. Intended coverage area of the system in the conditions of dense city construction. Used computer program for calculating the parameters field using a promising model.

Also discussed in detail the economic aspects of the project and issues of safety.

Содержание

Введение…….... 8
1 Классификация транкинговых систем связи, их преимущества и недостатки……. 9
1.1 Анализ систем транкинговой вязи…….…….. 11
1.1.1 Анализ протокола Smar Trunk II…….…… 11
1.1.2 Анализ протокола MPT 1327…..……..……..... 13
1.2 Анализ возможностей системы связи протокола MPT 1327……. 18
1.2.1 Основные характеристики темы…… 19
2 Выбор оборудования транкинговой сети…… 23
2.1 Портативная радиостанция протокола MPT-1327 Icom IC-408…... 23
2.2 Портативная УКВ радиостанция протокола MPT 1327 Motorola GP – 680…….……. 24
2.3 Профессиональный ретранслятор Icom IC-RF3000…… 26
2.4 Базовый УКВ ретранслятор Motorola VXR – 7000……. 29
3 Расчетная часть……. 31
3.1 Исходные данные для расчета ……. 31
3.2 Расчет дальности связи в направлении абонентская станция – базовая станция…… 32
3.3 Расчет суммарного шума…….. 33
3.4 Расчет внешних шумов……. 33
3.5 Расчет внутренних шумов……. 34
3.6 Определение поправок…….…….. 37
3.7 Вычисление радиуса зоны обслуживания…….…….. 39
3.8 Анализ помех радиоприёму в сетях транкинговой связи……..…. 41
4 Бизнес-план……... 43
4.1 Резюме…….……..…….. 43
4.2 Характеристики проекта……...……..…… 43
4.3 Маркетинг…….…….……... 43
4.4Риски…..…….……..…… 45
4.5 Организационный план…….. 45
4.6 Производственный план……...…… 47
4.7 Расчет капитальных затрат на приобретение оборудования и ввода его в эксплуатацию……..……..…….. 48
4.8 Расчет эксплуатационных расходов……. 48
4.9 Оценка доходов…….…….. 52
4.10 Расчет срока окупаемости и абсолютного экономического эффекта…… 52
4.11 Выводы по разделу..... 54
5 Безопасность жизнедеятельности..... 55

5.1 Организация рабочего места диспетчера с учетом эргономики и технической эстетики..... 55
5.2 Эргономическая оценка рабочего места…….…….... 55
5.3 Обеспечение пожаробезопасности…..…….…….... 56
5.3.1 Противопожарная защита……... 56
5.4 Расчет количества огнетушителей необходимых для пожарной безопасности……. 58
5.4.1 Расчет системы пожаротушения……..……..…… 58
5.5 Расчет искусственного освещения…….…….. 61
5.6 Общие выводы……..…….…….... 63
Заключение…… 64
Список литературы…….. 66
Приложение А ……..…….….. 68

Введение

Транкинговая связь – это способ свободного подключения большого количества абонентов к небольшому количеству каналов. Так как в определённый момент времени не все абоненты активные, то нужное количество каналов на много меньше всего числа абонентов. Так при количестве каналов, равном пять (четыре голосовых канала и один управления), транкинговая система связи может обслужить до трёхсот абонентов сети [1].

По сравнению с обычной случайной радиосвязью транкинговая система отличается следующими особенностями:

- большая зона обслуживания путем применения многозоновой сети;
- эффективное использование радиочастотного ресурса;
- большое количество сервисных возможностей;
- возможность подключения к городской телефонной сети общего пользования.

По сравнению с сотовой связью к достоинствам транкинговых систем нужно отнести:

- гибкую систему нумерации;
- удобную систему вызовов – групповой, индивидуальный, приоритетный, аварийный, вещательный и т.д.;
- экономичность по цене оборудования и по эксплуатационной стоимости, простые транкинговые системы связи в несколько раз дешевле сотовой связи;
- быстрое время соединения связи – доли секунды против нескольких секунд в сотовых системах.

В настоящее время глобальным вопросом совершенствования подвижной мобильной радиосвязи стал вопрос о внедрении и разработке общих стандартов средств связи и реализации с их помощью национальных и международных сетей [2].

В настоящее время перспективными системами переносной мобильной связи являются транкинговые системы связи, которые используются для обеспечения оперативной, качественной связью с приемлемыми материальными затратами различных государственных служб, крупных производственных и других объектов.

Целью данной дипломной работы является анализ возможности использования транкинговой системы протокола MPT 1327 для службы безопасности торгового развлекательного центра.

1 Классификация транкинговых систем связи, их преимущества и недостатки

Слово «транк» переводится с английского языка «trunk» - как «ствол» и предполагает наличие отдельных каналов радиосвязи, каждый из которых обеспечивается соответствующими двумя частотами (одна для передачи, а вторая для приёма). При использовании ультракоротковолновых радиостанций, вне транкинговой системы связи, нужно выбрать соответствующий канал для связи с абонентом вручную, переключателем диапазонов радиостанции. В транкинговой связи выбор канала осуществляется автоматически, сканируя находящиеся в ее распоряжении частотные каналы и выбирая свободный, по которому и производится радиосвязь между абонентами. Сети радиосвязи условно можно разделить на «конвенциональные» и «транкинговые». К конвенциональным системам можно отнести организацию сетей радиосвязи, построенных по принципу «точка-точка», «звезда» (с базовой радиостанцией) без выхода в телефонные сети общего пользования (ТфОП) [3].

При развертывании транкинговой системы, ее владелец, не оплачивает абонентскую плату за эфирное время. Это значительная экономия для любой организации.

Выпускается большое количество систем транкинговой связи, подходящих под самые разнообразные задачи заказчиков. Всех их можно разделить по следующим параметрам:

По способу передачи речевой информации:

- цифровые (TETRA, Tetrapol, EDACS, APCO 25);
- аналоговые (EDACS, LTR, MPT 1327, Smartrunk II, Smartlink).

По способу организации доступа к системе связи:

- с распределенным каналом управления (LTR, Smartlink);
- без канала управления (Smartrunk II);
- с выделенным каналом управления (MPT 1327).

По способу поддержания канала связи:

- с удержанием канала на время одной передачи (LTR, Smartlink);
- с удержанием канала на всё время связи (Smartrunk II, MPT 1327).

По конфигурации радиосети:

- многозоновые системы (MPT1327, LTR, APCO, EDACS, Tetrapol, Smartlink, TETRA);
- однозоновые системы (Smartrunk).

По способу организации радиоканала:

- дуплексные (TETRA, TETRAPOL, APCO25);
- полудуплексные (Smartlink, TETRA, APCO25, TETRAPOL, Smartrunk II, MPT 1327, LTR).

К преимуществам транкинговых систем по сравнению с сотовыми следует отнести:

- высокая оперативность установления соединения (0,2…1 сек);
- возможность связи одновременно с несколькими абонентами (групповые вызовы);

- доступ к системе исходя из установленных приоритетов и экстренное предоставление канала связи абоненту с более высоким приоритетом;
- организация очередей к ресурсам системы при занятости и автоматическое соединение после появления возможности доступа;
- меньшие затраты на развертывание и эксплуатацию систем.

По сравнению с другими системами связи:

- более высокий уровень сервиса – индивидуальные вызовы, приоритеты, интеграция с другими сетями;
- экономия частотных ресурсов;
- покрытие связью больших площадей благодаря многозоновой конфигурации;
- возможность передачи цифровых данных.

К недостаткам транкинговых систем необходимо отметить:

- относительно высокую стоимость оборудования (по сравнению с «обычными» системами радиосвязи);
- низкую рентабельность при малом количестве абонентов;
- потребность в профессиональном сервисном обслуживании;
- потребность в линиях межзоновой связи (радиорелейных, оптоволоконных , проводных, радиочастотных) и, как следствие, удорожание и усложнение развертывания.

В итоге произведен анализ существующих систем транкинговой радиосвязи. Дана их классификация. Проанализированы существующие системы транкинговой связи, работающие в аналоговом и цифровом форматах. Перечислены их достоинства и недостатки. Отмечаются преимущества аналоговых транкинговых систем связи.

1.1 Анализ систем транкинговой связи

1.1.1 Анализ протокола Smar Trunk II

Одним из распространенных протоколов аналоговых транкинговых систем является Smar Trunk II, имеющих достаточно широкое распространение в настоящее время.

Данный протокол был впервые представлен в 1992 году американской компанией Smar Trunk Systems, которая до настоящего момента разрабатывает и производит базовое оборудование системы.

В настоящее время Smar Trunk II оказался абсолютным лидером на рынке стран СНГ в области недорогих однозоновых транкинговых систем.

Данный протокол поддерживается большинством мировых ведущих производителей радиооборудования (Standard, Icom, Kenwood, Maxon, Motorola, Yaesu/Vertex, Tait и др.) [4]. Примечательно, что в одной системе связи возможно использовать оборудование разных производителей.

Такой причиной широкой поддержки оборудования оказалось то, что практически все радиостанции с незначительными минимальными доработками можно адаптировать для работы в системе Smar Trunk II. При этом радиостанции сохраняют все присущие им функции «обычных» систем связи.

Для работы в системе Smar Trunk II внутрь радиостанции вставляется специальный управляющий транковый модуль, который обеспечивает взаимодействие абонентских радиостанций с базовым оборудованием и поддерживает необходимый коммутационный протокол.

Рассмотрим принцип работы системы Smar Trunk II.

Прием вызова в системе Smar Trunk II реализуется за счет «транкового» доступа возложеного на абонентские радиостанции. Абонентские радиостанции непрерывно сканируют запрограммированные каналы в ожидании вызова. При появлении вызывного сигнала на одном из каналов, радиостанция останавливает сканирование и обрабатывает цифровую посылку базовой станции. Если вызов адресован данной радиостанции, то он обрабатывается (звучит вызывной сигнал), если нет, то станция снова переходит в режим сканирования.

Для посылки запроса, при организации вызова, абонентская радиостанция посылает запрос базовой станции на одном из каналов. Если базовая станция не отвечает, то радиостанция переходит на следующей канал (из числа запрограммированных в радиостанции) и опять делает посылку запроса и т.д. до перебора всех каналов. Если ни один из каналов не доступен, то звучит сигнал «занято» и радиостанция опять переходит в режим приема (сканирования).

Ответ базовой станции может появиться только на свободном канале. В ответной посылке содержится результат проверки легальности абонента и возможности осуществления запроса данного типа (по описанию в базе данных контроллера). Если абонентская радиостанция получила ответ от базы и он положителен (т.е. абоненту разрешен доступ в систему), то данный канал занимается. После чего контроллер формирует запрос вызываемому абоненту (группе, телефонному абоненту). Если параметры вызываемого абонента также соответствуют описанию в базе данных, то в эфир передается цифровая

посылка с идентификационным номером требуемого абонента (группы). Если вызываемая радиостанция отвечает, то организуется сеанс связи. Как видно из приведенного описания, принцип работы системы довольно прост, несмотря на это позволяет создавать системы с достаточно широкими возможностями.

Основные характеристики Smar Trunk II [5]:

- однозоновая система без возможности расширения до многозонового варианта;
- емкость сети до 4096 абонентов;
- количество каналов от 1 до 16;
- независимость от частотного диапазона;
- индивидуальные и групповые вызовы;
- до десяти уровней приоритета;
- возможность связи с телефонной сетью;
- запрет ввода определенных первых цифр для каждого абонента (например, выход на междугородную сеть);
- ограничение длительности сеанса связи от 30 с до 60 мин;
- дистанционное (по телефонной линии) или непосредственное (RS-232) программирование системы;
- ведение протокола вызовов (до 4500 записей);
- дистанционное (по телефонной линии) или непосредственное (RS-232) считывание протокола вызовов;
- скорость обмена при программировании и считывании данных 9600 бод;
- время соединения: 0,8 + 0,2 (N (сек), где N - количество каналов в системе.

Виды связи, поддерживаемые Smar Trunk II:

- индивидуальные вызовы;
- групповые вызовы;
- приоритетный вызов с принудительным прерыванием сеанса связи (между абонентами с более низким приоритетом);
- связь с телефонной сетью (ГТС и УАТС).

1.1.2 Анализ протокола MPT 1327

Протокол MPT 1327 является открытым, т.е. дает право любым производителям выпускать как базовое оборудование, так и абонентские станции для транкинговых сетей, что сделало MPT 1327 весьма популярным.

В настоящее время транкинговая аппаратура MPT 1327 выпускается для диапазонов 146-174 МГц, 300-380 МГц, 400-520 МГц, 800 МГц. [6] Один из радиоканалов в системе выделяется под управление. На этом канале передается вся служебная информация (коды вызова, индивидуальные номера радиостанций, статусные сообщения и т.д.) между базой и абонентскими радиостанциями. Остальные каналы используются для ведения речевых переговоров.

Системы MPT 1327 обеспечивают быстрое установление связи и целый ряд дополнительных удобств, таких как возможность передачи данных на борт мобильного объекта, построение многосотовых сетей связи, выявление и эффективное устранение нелегальных абонентов и т.д.

Системы транкинговой связи, работающие по протоколу MPT 1327, предоставляют пользователям весь спектр функциональных возможностей, свойственных современным транкинговым системам, а именно [7]:

- индивидуальный вызов мобильного абонента с городской телефонной сети общего пользования или с учрежденческой (ведомственной) АТС, индивидуальный вызов между мобильными абонентами;
- выход мобильного абонента в городскую телефонную сеть общего пользования (городскую АТС) или учрежденческую АТС;
- групповые вызовы, в том числе с городской телефонной сети;
- широковещательные вызовы;
- роуминг между сайтами и регионами;
- постановка в очередь запроса на обслуживание, в случаях, когда вызываемый абонент занят или заняты все рабочие каналы, что предотвращает отказ в обслуживании;
- многоуровневая система приоритетов для всех типов вызовов;
- динамическое перераспределение ресурсов системы;
- передача цифровых данных произвольной длины;
- передача 30 специальных статусных сообщений;
- передачу коротких буквенно-цифровых сообщений по каналу управления, то есть без занятия рабочего канала;
- система голосовой почты;
- возможность построения на базе инфраструктуры MPT 1327 системы определения месторасположения подвижных объектов (система AVL);
- возможность беспроводного доступа к базам данных;
-возможность построения систем телеметрии.

Известны два основных варианта реализации систем MPT1327 разновидности транкинговых систем протокола MPT1327: системы с архитектурой распределенного (децентрализованного) управления; системы с архитектурой централизованного управления. В случае необходимости покрытия радиосвязью значительных территорий системы протокола MPT 1327 поддерживают многосотовый режим работы.

Для реализации более сложных сетей наиболее рационально использовать системы стандарта MPT 1327. Из наиболее важных аргументов стоит отметить относительно низкую стоимость оборудования, которая приближается к стоимости систем Smar Trunk II, широкую поддержку производителями, что также позволяет выбирать систему исходя из имеющихся средств. Причем не важно, какую систему выберет заказчик – все они полностью соответствуют стандарту. К тому же в большинстве реализаций протокола, предусматривается переход к цифровым системам, а в современных цифровых стандартах, в свою очередь, обязательно регламентируется стыковка с сетями MPT.

Системы на основе MPT 1327 работают и продолжают создаваться по всему миру за исключением, пожалуй, США, где исторически сложилось, что доминирующее положение занимают транкинговые системы на основе LTR.

Стандарт MPT 1327 не накладывает никаких ограничений на инфраструктуру самой сети. Конкретная система не обязательно должна реализовывать все функции, предусмотренные в стандарте, она может предоставлять лишь необходимый минимальный набор, удовлетворяющий требованиям заказчика. Это обеспечивает возможность создания на базе спецификаций данного стандарта широкого спектра прикладных систем. Различия в оборудовании разных производителей, как правило, определяются именно полнотой реализации стандарта.

Транкинговые системы протокола MPT 1327 относятся к системам с выделенным каналом управления. Это значит, что обмен управляющей информацией между базовым оборудованием и абонентскими радиостанциями осуществляется по отдельному каналу. Из-за чего, в дополнение к имеющимся голосовым каналам, в системе должен быть один дополнительный канал по которому происходит обмен управляющей информацией. В качестве управляющего применяется один из каналов базовой станции. Остальные каналы являются рабочими и предназначены для обмена речевой и цифровой информацией между абонентами. Таким образом, даже базовая станция, содержащая один голосовой канал, реально содержит два радиоканала – один речевой, другой управляющий.

Хотя в системе и должен быть управляющий канал, во время особо большой загрузки системы имеется возможность переводить его в режим обработки голосовых сообщений (с потерей некоторых функций). Для этого не требуются дополнительные аппаратные средства.

Если в отдельной базовой станции произойдет сбой канала управления, то управляющим автоматически становится другой радиоканал системы, что гарантирует непрерывность обслуживания. Это будет происходить до тех пор, пока есть хотя бы один работающий канал.

Поскольку обычно транкинговые сети имеют тенденцию к расширению (увеличение абонентов, расширение зоны охвата и т.п.), то оборудование для построения систем, как правило, имеет модульную конструкцию. В минимальном составе сеть может содержать всего одну базовую станцию с минимум двумя каналами. В дальнейшем она может постепенно наращиваться

до масштабов целого государства (большинство огромных общенациональных транкинговых сетей начиналось с одной или нескольких базовых станций).

Модульное построение позволяет создавать системы любых размеров и легко их модифицировать в будущем. Модульность также позволяет легко заменять вышедшие из строя устройства без остановки функционирования сети.

Системы MPT 1327 изначально ориентированы на многозоновую конфигурацию. В многозоновых транкинговых системах обработка индивидуальных вызовов независима в каждой зоне. Базовая станция зоны продолжает обрабатывать запросы даже в том случае, если произошел обрыв межзоновой связи (хотя, естественно, станут невозможны межзоновые вызовы).

В большинстве реализаций систем MPT 1327 нет особых ограничений (кроме, пожалуй, финансовых) по созданию сетей сколь угодно большой величины. Сеть на базе MPT 1327 может обслуживать до 1 000 000 абонентов и состоять из 1024 зон по 24 канала в каждой [8].

Как правило, транкинговые системы MPT 1327 создаются для обслуживания 1–2 тысяч абонентов и рассчитаны на 3–5 базовых станций с 4–8 каналами.

Статусные сообщения – предопределенные числовые коды (сообщения), которые передаются по каналу управления в цифровом виде. В системах MPT 1327 имеется возможность определять до 30 числовых сообщений статуса. Кроме того, имеются два определенных по умолчанию (предусмотрено стандартом): – «позвони мне» (call me back) и 31 – «отмена просьбы позвонить мне» (cancel the call me back request). Обычно используются такие сообщения, как «жду следующего задания» или «нуждаюсь в подробной информации». Статусные сообщения содержат только число (как в цифровых пейджерах), поэтому абоненты должны быть уведомлены о том, как трактовать то или иное значение.

Во многих моделях радиостанций, оснащенных алфавитно-цифровым дисплеем, статусное сообщение может декодироваться и выводиться в текстовом виде.

Короткие сообщения используются для обмена алфавитно-цифровыми сообщениями между абонентами системы. Также могут использоваться для связи между компьютерами, оборудованием GPS, устройствами телеметрии (датчики, аварийные системы, дистанционное управление).

Расширенные сообщения позволяют передавать до четырех коротких сообщений в одном пакете. Максимальное число символов, содержащееся в одной посылке в зависимости от формата сообщения, приведённого в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Форматы сообщений

Формат данных	Длина посылки
Двоичные данные	736 бит
Двоично-десятичные данные	184 символа

Факс данные	140 символов
7-битовый ASCII	100 символов

Обычно обмен данными произвольной длины требуется в различных компьютерных приложениях (передача файлов, модемная связь, электронная почта, Интернет). Для передачи данных радиостанция должна быть оснащена специальным интерфейсом, с помощью которого возможно подключение к радиостанции терминалов данных (обычно компьютеры).

По методу управления в транкинговых системах MPT 1327 обычно различают два основных архитектурных построения: распределенное и централизованное.

В таких системах распределённое управление большинством основных функций системы осуществляется непосредственно контроллерами базовых станций. Подобная архитектура позволяет создавать системы небольшого размера с минимальными затратами. Это особенно важно на начальном этапе создания сети, когда она насчитывает две, три базовые станции с несколькими каналами. В дальнейшем при расширении системы может потребоваться более сложное и дорогое оборудование.

К достоинствам систем с распределенным управлением, кроме низких начальных затрат, можно также отнести большую «живучесть» системы. Это связано с тем, что отдельные базовые станции могут функционировать автономно и выполнять большинство возложенных на них функций как при обрыве межзоновых связей, так и при частичном повреждении оборудования.

Системы с распределенным управлением, как правило, применяются для создания локальных и региональных сетей, хотя в дальнейшем, по мере расширения, они могут объединяться в сети более крупного размера. Подобные реализации систем, в частности, предлагают фирмы Tait Electronics и Zetron.

Первая система MPT 1327, разработанная свыше двадцати лет назад компанией Fylde Microsystems, имела распределенное управление [9].

Централизованное управление в таких системах возложено на так называемый центральный контроллер. Управление базовыми станциями и маршрутизацией межзоновых вызовов осуществляется именно центральным контроллером.

Такие системы позволяют создавать транкинговые сети практически любой топологии как регионального, так и национального масштаба (например, «экзотическую» – включающую несколько многоуровневых «звезд» с произвольным соединением узлов). Ограничения на расширения сети накладывают только возможности центрального контроллера, которые, однако, можно наращивать без модернизации всего оборудования. По сравнению с распределенными системами, централизованные более дороги, так как при их создании уже на начальном этапе требуется дорогостоящий центральный контроллер, хотя они и обладают более широкими возможностями по расширению и управлению.

Такие системы обычно используются для построения крупных национальных сетей. Хотя они могут состоять из одной базовой станции с минимумом каналов, экономически не целесообразно применять их для создания локальных или региональных сетей среднего размера. Системы с централизованным управлением обычно сразу проектируются для создания больших сетей с десятками, а то и сотнями зон, для обслуживания десятков тысяч абонентов.

На сегодняшний день аналоговые системы транкинговой связи находят весьма широкое распространение. Они обладают достаточно широкими возможностями и будут в ближайшем будущем востребованы в различных областях деятельности иерархических структур управления и связи. Вместе с тем в настоящее время все более широкое внедрение получают цифровые технологии телекоммуникаций, обладающие рядом преимуществ перед аналоговыми системами. В этой связи представляется наиболее вероятным использование в обозримом будущем цифровых технологий транкинговой связи. Однако в данной работе в соответствии с заданием, будет рассматриваться возможность использования аналоговой транкинговой системы связи протокола MPT 1327.

Таблица 1.2 – Сравнение различных транкинговых систем

стандарт	Smar Trunk II	MPT-1327
метод доступа	FDMA	FDMA
диапазон частота, МГц	136-174; 400-470; 450-520	136-174, 240-270, 300-540 и 800-870
ширина канала, кГц	25; 12,5; 6,25	12,5; 20;25
режим работы	аналоговый	аналоговый
количество каналов	от 1 до 16	от 1 до 16
стоимость оборудования	дорогая	приемлимая

1.2 Анализ возможностей системы связи протокола MPT 1327

Стандарт MPT 1327 описывает систему сигнализации при взаимодействии абонентского и базового оборудования в сети транкинговой связи. Он обеспечивает совместимость оборудования разных производителей.

Его дополняют следующие протоколы [10]:

- MPT 1343 - регламентирует систему нумерации и интерфейс между абонентом и абонентским оборудованием;
- MPT 1347 - описывает параметры радиоинтерфейса;

- MAP 27 - определяет порядок взаимодействия между абонентским оборудованием и устройствами передачи данных.

К сожалению, в описаниях семейства протоколов MPT 1327 не регламентируется взаимодействие между собой базового оборудования разных производителей, поэтому его совместная эксплуатация во многих случаях невозможна. Это делает оператора зависимым от производителя базового оборудования при расширении системы и требует ответственного подхода при выборе поставщика.

Для обеспечения наиболее полной интеграции объединяемых региональных транкинговых систем крупные операторы, создающие корпоративные системы связи, должны ориентироваться на оборудование одной фирмы.

Протокол MPT 1327 изначально разрабатывался для построения территориально распределенных систем связи, обеспечивающих хорошую масштабируемость и совместное функционирование на одной территории нескольких сетей связи. Он поддерживает наличие в системе свыше одного миллиона абонентов, свыше 32 тысяч идентификаторов базовых станций, которые могут быть разделены между операторами, использующими одинаковые частоты, и до 1024 частотных каналов.

В современных системах профессиональной подвижной радиосвязи, протокол MPT 1327 обеспечивает возможность использования следующих режимов и функций:

- передача данных (предопределенные статусные сообщения, данные малого объема, данные произвольного объема);
- разные типы вызова (индивидуальный, групповой, всеобщий);
- приоритетность вызова (обычный, приоритетный, аварийный);
- соединение с абонентами разных телефонных сетей (одна городская и до четырех ведомственных).

Производители абонентских радиостанций вводят иногда в свое оборудование дополнительные функции. Вместе с тем отдельные функции, описанные в протоколах, не являются обязательными и могут отсутствовать в оборудовании некоторых производителей.

1.2.1 Основные характеристики системы

Системы стандарта MPT 1327 в первое время работали в диапазоне 177-207 МГц.

Стандарт MPT 1343 определял в этом диапазоне привязку номеров каналов к определенным номиналам частот. Однако достаточно быстро начали выпускаться системы, работающие и в других диапазонах. Нумерация каналов и дуплексный разнос в этих диапазонах не были стандартизованы и определялись оператором системы [11].

Учитывая, что базовое оборудование поставляется, как правило, под заказ конкретного оператора и может быть укомплектовано для работы в любом диапазоне частот, основным фактором, влияющим на выбор диапазона, становятся характеристики абонентских станций. В настоящее время абонентское оборудование выпускается для работы на частотах 136-174, 240-270, 300-540 и 800-870 МГц.

При выборе номиналов частот необходимо учитывать возможные схемы построения антенно-фидерных систем базовых станций. Так, применение фильтров на объемных резонаторах требует достаточно большого разноса между каналами одной базовой станции (не менее 200 кГц), а использование диаграммообразующих схем на гибридных сумматорах позволяет не только использовать близкорасположенные каналы, но и существенно уменьшает размеры аппаратуры. Однако такое решение может оказаться неприемлемым из-за значительных потерь мощности. Еще одним фактором, влияющим на выбор номиналов частот и нумерацию каналов, может стать необходимость обеспечения работы абонентского оборудования в других транкинговых системах. Операторам следует заранее определять партнеров в других регионах и обговаривать с ними технические аспекты будущего взаимодействия.

Архитектура сети.

Существует два принципиально разных типа построения многозоновых сетей транкинговой связи.

Один из них использует принцип центральной коммутации. В системах такого типа работает один коммутатор, который осуществляет все межбазовые соединения, а также подключения к ТфОП и к ведомственным телефонным сетям. Базовые станции выполняют только функции формирования протокола радиоинтерфейса и состоят из приемопередатчиков и контроллеров радиоканалов. В простейшем случае каждый радиоканал подключается к коммутатору по отдельной выделенной линии связи. Учитывая, что в системах технологической радиосвязи значительная часть соединений осуществляется между абонентами, расположенными в пределах зоны обслуживания одной базовой станции, в состав каждой из них может быть введен мини-коммутатор, который позволяет выполнять подключение ограниченного числа межбазовых линий связи к любому из радиоканалов.

Другой вариант организации многозоновых сетей использует принцип распределенной коммутации. В системах такого типа каждая базовая станция содержит собственный коммутатор, который осуществляет коммутацию радиоканалов, линии сопряжения с телефонными сетями и межбазовых соединительных линий в любых комбинациях. Наличие такого универсального коммутатора позволяет выполнять транзитные соединения через базовую станцию, что в свою очередь дает возможность строить сети произвольной архитектуры (в том числе кольцевой).

В настоящее время многие системы используют комбинированную архитектуру: несколько коммутаторов соединяются в сети, к каждому из них

подключается одна или несколько базовых станций. Некоторые базовые станции состоят только из приемопередатчиков. Они подключаются по отдельной соединительной линии к центру коммутации, в который входит контроллер радиоканалов всех подключаемых базовых станций. Такое построение системы позволяет уменьшить ее стоимость и упростить обслуживание оборудования.

Основными факторами, влияющими на выбор архитектуры создаваемой сети, являются географическое положение мест размещения центров коммутации и базовых станций, наличие или возможность организации линий межбазовой связи и точек доступа к телефонным сетям, а также распределение абонентов и основные направления абонентского трафика. Различные варианты сетевой архитектуры имеют свои достоинства и недостатки. Системы с центральной коммутацией используют простые и недорогие базовые станции, однако они плохо масштабируются. Системы с распределенной коммутацией, напротив, позволяют создавать крупные, территориально распределенные сети, но они могут потребовать значительных затрат как на оборудование, так и на создание транспортной сети. Выбор сетевой архитектуры - это важное стратегическое решение. От него зависит стоимость системы транкинговой связи, качество и надежность ее функционирования [12].

Абонентская база данных содержит сведения о зарегистрированных абонентах системы, их правах доступа, а также о месте последней регистрации абонента.

Учитывая, что содержащаяся в базе данных информация необходима для осуществления вызова, система должна обеспечивать доступ к ней в кратчайшее время. Принципы ведения базы данных и синхронизации ее копий различаются в системах разных производителей и зависят от архитектуры сети. Системы, использующие принцип центральной коммутации, имеют, как правило, одну основную базу данных, которая содержится в коммутаторе. В отдельных случаях она может дублироваться на все базовые станции для обеспечения связи между радиоабонентами при неисправности линий связи с коммутатором.

В системах с распределенной коммутацией копия базы данных абонентов может содержаться в каждой базовой станции. Существует несколько вариантов ведения баз данных в системах такого типа, среди которых можно выделить следующие:

- измененные сведения вносятся в одну из баз и поочередно распространяются по другим базовым станциям;

- все базы данных организованы по иерархическому принципу;

- изменения, внесенные в одну из баз, вначале передаются базе более высокого уровня, а затем распространяются по всем подчиненным базам данных;

- при получении новых сведений об абоненте изменения вносятся только в одну из баз (в основную базу системы или "домашнюю" базу абонента), после чего они автоматически передаются во все остальные базы данных.

Межбазовые соединения устанавливаются для передачи голосового трафика между базовыми станциями (или базовой станцией и коммутатором), а также для обмена управляющей и служебной информацией. Большинство систем в качестве межбазовых соединительных линий используют выделенные каналы тональной частоты, работающие в четырехпроводном режиме. Системы, имеющие цифровой коммутатор, часто применяют для межбазовой связи потоки E1 (2 Мбит/с) [13].

В системах стандарта МРТ 1327 передача управляющей информации осуществляется, как правило, по выделенному каналу межбазовой связи. Скорость передачи, обеспечиваемая таким каналом, определяется производителем оборудования и может составлять от 2400 до 19 200 бит/с. Для передачи данных может использоваться внешний модем, подключаемый через выделенный порт RS-232, либо встроенный модем коммутатора.

Стандарты МРТ 1327 и МРТ 1343 предусматривают подключение к городской и ведомственной телефонным сетям. Эта функция не является обязательной, тем не менее, она реализована во всех выпускаемых абонентских станциях и в той или иной степени поддерживается базовым оборудованием систем транкинговой связи. Наиболее совершенные системы позволяют подключаться к неограниченному количеству телефонных сетей, маршрутизируя вызовы по длине набранного номера и его первым цифрам. Подключение транкинговых систем к телефонным сетям может выполняться различными способами. Один из них - подключение по двухпроводным абонентским линиям - поддерживают почти все выпускаемые системы. Вызов радиоабонента при таком подключении осуществляется только в режиме тонального набора, который отсутствует в телефонных аппаратах с дисковым номеронабирателем. Поэтому использование этого способа в нашей стране пока нецелесообразно.

Другим способом подключения, лишенным этого недостатка, является использование соединительных линий, которое позволяет включать радиоабонентов в план нумерации подключаемой АТС. При этом каждому радиоабоненту присваивается прямой номер городской или ведомственной телефонной сети.

Многие системы с цифровым коммутатором для подключения к городской или ведомственной телефонной сети могут использовать поток E1. Среди других способов связи с телефонными сетями, применяемых в системах транкинговой связи, можно отметить четырехпроводный интерфейс E&M, а также цифровой интерфейс ISDN [14].

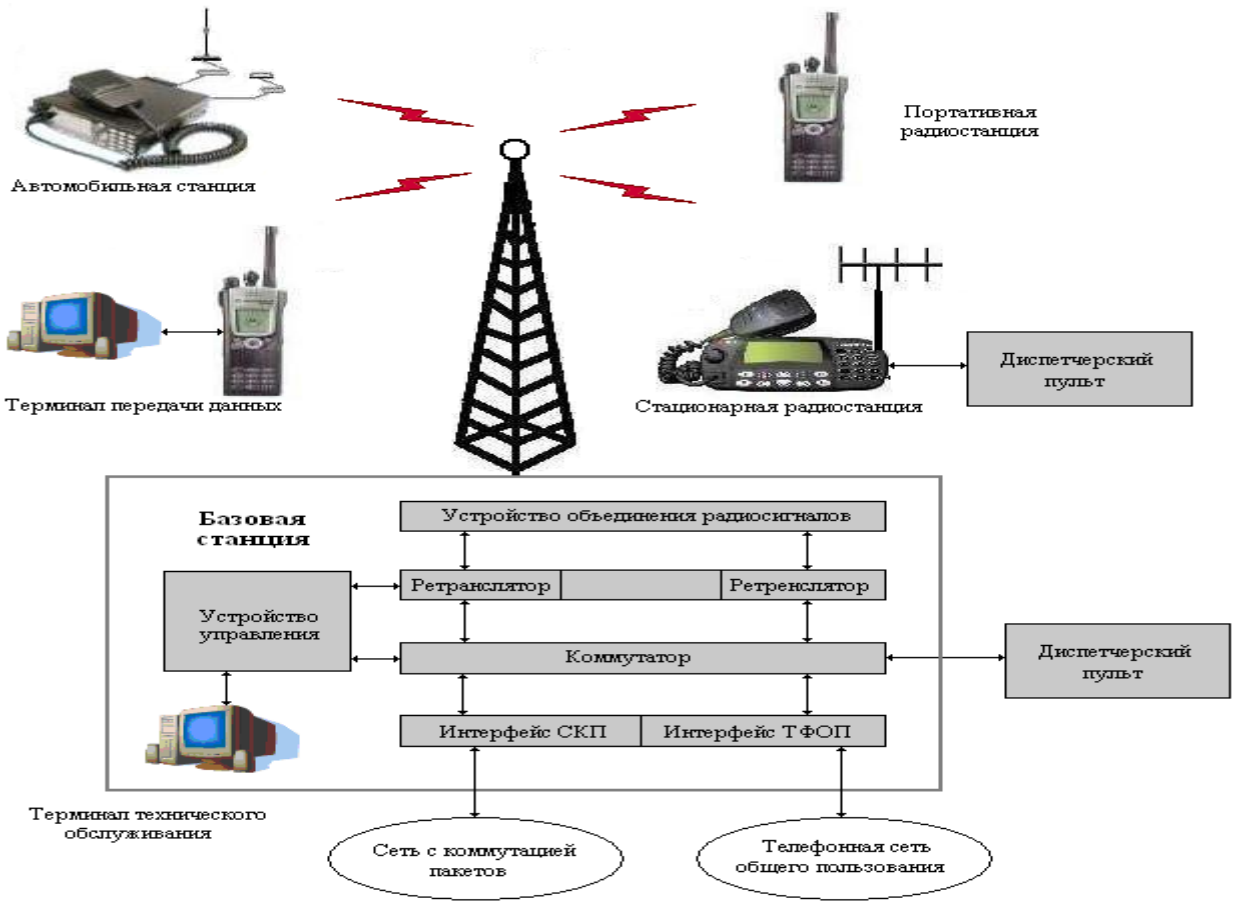

Рисунок 1.1 – Принцип построения архитектуры транкинговых сетей

В настоящее время системы стандарта MPT 1327 используют испытанное многофункциональное оборудование, которое позволяет создавать сети различного масштаба: от малоканальных однозоновых систем, применяемых для технологических нужд одного предприятия, до корпоративных сетей связи, охватывающих несколько регионов и используемых крупными компаниями, в том числе и службой безопасности торговых и развлекательных центров.

2 Выбор оборудования транкинговой сети

2.1 Портативная радиостанция протокола MPT-1327 Icom IC-4088

Эта радиостанция необходима всем, кому нужна слаженная, четкая работа: службам безопасности, охраны и сопровождения; строительным и ремонтным организациям; работникам складов, рынков, автостоянок и сервисов; служащим гостиниц, ресторанов, казино.

Станция регистрируется в местном радиочастотном центре, получения разрешения на частоту не требуется.

Простая в работе. Станция имеет всего пять кнопок управления, понятные символы на дисплее позволяют за несколько минут разобраться со всеми функциями.

Стандартно встроенный CTCSS кодер/декодер позволяет строить системы избирательного вызова (38 тонов).

68 каналов с возможностью избирательного вызова.

Прочная конструкция, компактный брызгозащищенный корпус из ударопрочного пластика.

Дальность связи (мощность 10 мВт): открытая местность — 1…2 км, в городских условиях — 100…500 м.

Автоматическая проверка дальности. При выходе из зоны связи радиостанция выдает предупреждение на дисплее.

Сигнал вызова и подтверждение приема вызова.

Станция работает от трех элементов питания типа AA или аккумулятора BP-202.

Функция сохранения энергии.

Время работы до 60 часов от трех элементов питания типа AA или аккумулятора (цикл 5:5:90).

Знакосимвольный дисплей с подсветкой.

Разъем для подключения внешних гарнитур.

Радиостанция IC-4088 имеет гнездо внешнего питания (зарядки) и маскиратор речи (в некоторых версиях).

Использование версии радиостанции с удлиненной антенной позволяет увеличить дальность связи на 15-25%.

Рисунок 2.1 – Радиостанция Icom IC-4088

2.2 Портативная УКВ радиостанция протокола MPT-1327 Motorola GP-680

Новая разработка компании Motorola – радиостанция Motorola GP-680 учитывает требования к оборудованию современных транковых и обычных систем подвижной радиосвязи [16]. Поддержка до шестнадцати обычных

радиоканалов и до четырех различных наборов идентификаторов в системе MPT-1327 делают ее беспроигрышным выбором для обычных систем радиосвязи, планирующих переход на MPT-1327 транкинг. Встроенная система компрессии речевого сигнала позволяет получить высокое качество звука на каналах с малой девиацией в сетке 12.5 кГц. Удобный 14-значный алфавитно-цифровой дисплей позволяет вводить идентификаторы в алфавитно-цифровой форме. Радиостанции Motorola GP-680 сертифицированы на соответствие военному стандарту MIL-STD-810. При габаритных размерах 137x57.5x37.5мм (без ручек управления и антенны) радиостанция Motorola GP-680 в стандартной комплектации с аккумулятором большой ёмкости весит всего 428 г.

Функциональные возможности радиостанций Motorola GP-680:

- Рабочий диапазон частот:
    - VHF: 136-174 МГц;
    - UHF: 403-470 МГц.
- Выходная мощность передатчика:
    - 1-5Вт VHF;
    - 1-4Вт UHF.

Сертифицирована на соответствие MIL-STD 810 C/D/E.

Полная поддержка спецификаций MPT-1327. Возможна работа в режимах MPT-1327, Regio Net 43 и ANN.

Поддержка систем тонального шумоподавителя CTCSS/DCS (в нетранкинговых каналах).

Речевая компрессия X-Pand, обеспечивающая высокое качество звука в узкополосном канале сетки 12.5 кГц.

Программируемое значение межканального разноса 12.5/20/25 кГц.

Возможность установки платы цифрового магнитофона, поддерживающей режимы автоответчика и диктофона.

Режим быстрого вызова путем нажатия одной кнопки.

Система управления радиостанцией с помощью системы меню.

Алфавитно-цифровая записная книжка.

Таймер ограничения длительности передачи автоматически выключает передачу в том случае, если она длится свыше разрешенного времени.

Динамическая перегруппировка позволяет перепрограммировать групповые идентификаторы станции по эфиру, не отзывая радиостанцию у пользователя. При этом идентификаторы могут вводиться в легкой для понимания алфавитно-цифровой форме.

Режим напоминания о неотвеченных вызовах позволит владельцу узнать о том, что во время его отсутствия у радиостанции поступали входящие вызовы.

Таблица 2.1 – Технические характеристики радиостанция Motorola GP-680

Технические характеристики	Значения
Количество каналов	16
Количество каналов	4

Шаг канальной сетки	12.5/20/25 кГц
Напряжение питания	7,5 В
Температура окружающей среды	-25° С…+55° С
Стабильность частоты	$\pm 2.5*10^{-6}$
Габариты	137x57.5x37.5 мм
Вес	420 г
Схема приёмника	супергетеродин с двойным преобразованием
Чувствительность: EIA 12 дБ SINAD	0,25 мкВ
Избирательность по соседнему каналу	70 дБ на 25 кГц
Интермодуляционная избирательность	70 дБ
Подавление побочного и зеркального каналов	70 дБ
Выходная мощность НЧ	0.5 Вт, нелинейные искажения <3%
Передатчик Выходная мощность	1-5 Вт
Модуляция	16K0F3E (11K0F3E для 12,5 кГц версии)
Максимальная девиация	±5 кГц (±2,5 кГц для 12,5 кГц версии)
Побочные излучения	<-36 dBm <1 ГГц
Шумы передатчика	<-40 дБ
Нелинейные искажения	<3%

Рисунок 2.2 – Радиостанция протокола MPT-1327 Motorola GP-680

В соответствии с заданием необходимо произвести выбор оборудования для организации транкинговой сети связи для службы безопасности торгового развлекательного центра. Выполнив анализ [16], существующих на сегодняшний день некоторых средств радиосвязи стандарта MPT 1327, среди известных мировых брендов и производителей техники мобильной связи было выбрано следующее оборудование. В качестве переносных радиостанций - портативная УКВ радиостанция протокола MPT-1327 Motorola GP-680. Далее приведены краткое описание и основные технические характеристики.

2.3 Профессиональный ретранслятор Icom IC-RF3000

Общие технические характеристики:

Диапазон частот:

Передача:

- 136 – 150 МГц;
- 150 – 174 МГц.

Прием:
- 136 – 150 МГц;
- 150 – 174 МГц.

Сертификат соответствия: РОСС.JP.ME30.H01490
Количество каналов: 32 канала
Шаг сетки частот: 12.5 / 25 кГц
Шаг настройки синтезатора: 2.5, 5.0, 6.25 кГц
Стабильность частоты: ±2.5 ppm
Тип излучения: 16K0F3E / 11K0F3E
Диапазон рабочих температур: –30 ~ +60 °C
Тип антенного разъема: 2 x N-тип
Сопротивление антенны: 50 Ом
Типы шумоподавителя: CTCSS, DCS
Сигнальные системы:
- 2-тоновый вызов;
- Select-5;
- DTMF-вызов ;
- Smartrunk II (опция - контроллер) ;
- LTR (опция - контроллер) ;
- Passport (опция - контроллер);
- MPT-1327 / 1343 (опция - контроллер).
Тип источника питания:
- встроенный сетевой б/п ;
- внешний источнику 13.6 В (резервный);
Напряжение питания: 220–240 В (резервное питание - 13.6 В).
Потребляемый ток:
- дежурный режим 1 А;
- прием 2 А;
- передача 50 Вт 15 А.
Габаритные размеры: 410 x 110 x 360 мм.
Вес: 12 кг.

Передатчик.
Выходная мощность: 50 Вт
Тип модуляции: изменяемая реактивность.
Максимальная девиация частоты:
±5 кГц (полоса 25 кГц);
±2.5 кГц (полоса 12.5 кГц).
Внеполосные излучения: 70 дБ
Мощность в соседнем канале:
- 70 дБ (полоса 25 кГц);
- 60 дБ (полоса 12.5 кГц).
Фон и шумы:

- 40 дБ (полоса 25 кГц);
- 34 дБ (полоса 12.5 кГц).
Коэффициент нелинейных искажений: 3%
Сопротивление микрофона (гарнитуры): 600 Ом.
Приемник.
Тип: супергетеродин с двойным преобразованием.
Промежуточные частоты:
- 1-я 31.65 МГц;
- 2-я 455 кГц.
Чувствительность: не хуже 0.25 мкВ при 12 дБ SINAD
Избирательность по соседнему каналу: 12,5 / 25 кГц 60 / 70 дБ
Интермодуляционная избирательность: 70 дБ
Избирательность по побочным каналам: 70 дБ
Фон и шумы:
- 40 дБ (полоса 25 кГц);
- 34 дБ (полоса 12,5 кГц).
Сопротивление НЧ-выхода: 4 Ом
Выходная мощность НЧ (звука): 2,5 Вт (при КНИ 10%).

Функции, возможности, управление и т.п.

CTCSS/DCS кодер/декодер. Для каждого канала может быть запрограммировано до 16 тонов/кодов.
Встроенные кодеры/декодеры 2-тонового вызова, Select-5 и DTMF.
Удаленное управление - DTMF-командами через эфир или по 2-х проводной линии.
Встроенный телефонный интерфейс (интерконект) для доступа телефонных абонентов в радиосеть и наоборот.
Есть идентификатор (отправляется при помощи CW, DTMF Select-5).
Могут быть установлены модули инверсионного маскиратора речи (+ DTMF-пейджинга) и роллинг-скремблера.
Может быть подключен резервный источник питания (13.6 В аккумулятор). При отключении основного источника питания автоматически происходит переход на резервный.
В корпусе предусмотрено место для установки дуплексера и изолятора.
Управление дуплексера выводится на пееррднюю панель репитера.
Имеются 8-контактный и D-SUB 25-pin разъемы для подключения внешнего контроллера и т.п.
Устанавливается как настольный, настенный (нужен монтажный комплект МВ-77)или монтируется в 19-дюймовую стойку (нужен монтажный комплект МВ-78).

Рисунок 2.3 – Ретранслятор Icom IC-RF3000

2.4 Базовый УКВ ретранслятор Motorola VXR-7000

В качестве базового ретранслятора, так же по итогам анализа преимуществ и недостатков, было решено использовать базовый ретранслятор Motorola VXR-7000 предназначеный для использования в сетях мобильной радиосвязи или как необслуживаемые ретрансляторы в транкинговых и конвенциональных сетях [17]. Обеспечивают высокие радиотехнические параметры и сервисные функции. Для увеличения надежности и температурной стабильности применен принудительный обдув радиатора выходного каскада передатчика.

Функциональные возможности УКВ ретрансляторов Motorola VXR-7000:

Рабочий диапазон частот:

- VHF: 136-174/150-174 МГц;
- UHF: 400-430/450-480/480-512 МГц.

Выходная мощность передатчика: 10-100 Вт.

Количество каналов: 16.

CTCSS/DCS.

Режим ограничения времени работы на передачу.

Возможность сигнализации.

Отображение кодов ANI/ENI.

Автоматический переход на резервный источник питания.

Совместимость со всеми транкинговыми протоколами.

Программируемый шаг сетки для каждого канала 12.5/25 кГц.

Рисунок 2.4 – Базовый УКВ ретранслятор Motorola VXR-7000

Таблица 2.2 – Основные технические характеристики ретранслятора Motorola VXR-7000

Технические характеристики	Значения
Количество каналов	16
Шаг канальной сетки	12,5/25 кГц
Напряжение питания	13,8 В
Стабильность частоты	±2.5ppm
Импеданс антенны	50 Ом
Габариты	115x325x391,5 мм
Схема приёмника	супергетеродин с двойным преобразованием
Чувствительность: EIA 12 дБ SINAD	0,35 мкВ
Интермодуляционная избирательность	75 дБ
Подавление побочного и зеркального каналов	80 дБ
Выходная мощность НЧ	4 Вт на нагрузке 4 Ом
Передатчик Выходная мощность	Регулируемая, до 100 Вт
Модуляция	16K0F3E (11K0F3E для 12,5 кГц версии)
Максимальная девиация	±5 кГц (±2,5 кГц для 12,5 кГц версии)
Побочные излучения	75 dBм

3 Расчетная часть

3.1 Исходные данные для расчета

Исходными данными для расчета дальности связи служат в основном параметры приемопередающей аппаратуры и антенно-фидерного тракта базовой и носимой станций в соответствии с выбранными типами [18]. Для большей наглядности они представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета дальности связи

Исходные данные	БС	НС
Средняя частота передачи, МГц	415.5	405.5
Средняя частота приема, МГц	405.5	415.5
Дуплексный разнос каналов передачи и приема, МГц	10	10
Скорость передачи речи (кбит/с)	6	
Число обслуживаемых абонентов терминалов	400	-
Средняя длина волны передачи, м	0.722	0.740
Средняя длина волны приема, м	0.740	0.722
Максимальная частота модуляции, кГц	3.4	3.4
Максимальная девиация, кГц	5	5
Волновое сопротивление антенно-фидерного тракта, Ом	50	50
Чувствительность приемника при отношении сигнал/шум на его входе 15 дБ, мкВ	0.35	0.35
Выходная мощность передатчика на канал, Вт	100	2
Высота подвеса антенны, м	30	1.5
Коэффициент усиления антенны, дБ	5	0
Неравномерность диаграммы направленности антенны горизонтальной плоскости, дБ	1	0
Коэффициент направленного действия антенной системы базовой станции, дБ	3,4	-
Коэффициент деления мощности антенного разветвителя, дБ	6.1	-
Затухание в кабеле, дБ	3.14	-
Затухание в дуплексном фильтре, дБ	0.8	-
Затухание в устройстве разделения, дБ	3.4	-
Коэффициент усиления устройства соединения, дБ	2	-
Затухание на неравномерностях антенно-фидерного тракта, дБ	1	-
Затухание в антенно-фидерном тракте, дБ	-	1

3.2 Расчет дальности связи в направлении абонентская станция – базовая станция

Графики МККР, являющиеся основой используемой методики расчета построены при исходных данных [5,9]:

- напряженность поля полезного сигнала создается передатчиком с эффективной излучаемой мощностью 100 Вт;

- приемная антенна установлена на высоте 30 м;

- напряженность поля сигнала приведена в точке приема, а не на входе приемника;

- значения напряженности поля полезного сигнала, показанные на графиках, имеют место е течении 50% времени и в 50% пунктов приема.

Для определения напряженности поля полезного сигнала в расчетную формулу вносятся соответствующие поправки, учитывающие различие исходных параметров (мощности передатчика, высоты установки приемной антенны, электрических данных антенн и др.).

Необходимую напряженность поля в точке приема определяют исходя из того, что, учитывая все перечисленные выше поправки, уровень поля полезного сигнала в точке приема должен превышать уровень шумов в точке приема на заданную величину отношения сигнал/шум на входе приемника.

Расчет напряжённости поля следует производить по следующей формуле:

$$E_{необх} = N_{ш} + (S/N)_{вх} + B_{рэкв} + B_{h2} + B_{\%мест} + B_{зам} + B_{рельеф} - \sigma_{пр} \quad (3.1)$$

где $E_{необх}$ - необходимый уровень напряженности поля полезного сигнала, дБ/мкВ/м;

$N_{ш}$ - уровень шумов в точке приема, дБ/мкВ/м;

$(S/N)_{вх}$ - отношение сигнал/шум на входе приемника, соответствующее заданному отношению на выходе, дБ;

$B_{рэкв}$ - поправка, учитывающая отличие эквивалентной мощности от мощности 100 Вт, для которой составлены графики МККР, дБ;

B_{h2} - поправка, учитывающая отличие высоты установки антенны абонентской станции от высоты 10 м, для которой составлены графики МККР, дБ;

$B_{\%мест}$ - поправка на медленные замирания- при отличии заданного процента приемных пунктов, в которых обеспечивается напряженность поля, показанная на графиках МККР, от 50%, дБ;

$B_{зам}$ - поправка на быстрые замирания, учитывающая отличие заданного процента времени превышения данной напряженности поля, от 50% времени, дБ;

$B_{рельеф}$ - поправка, учитывающая отличие реального рельефа местности от принятого при составлении графиков МККР, дБ;

$\sigma_{пр}$ - неравномерность диаграммы направленности приемной антенны в горизонтальной плоскости, дБ.

Следует сразу же заметить, что в рассматриваемом случае передачи в направлении абонентская станция – базовая станция, фактически рассчитывается уровень напряженности поля полезного сигнала, необходимый для качественного приема аппаратурой базовой станции, антенна которой находится на высоте 1,5 м (высоте подъема антенны абонентской станции). При этом передача ведется с границы зоны обслуживания абонентской станцией, находящейся на высоте подвеса антенны базовой станции (30 м). Уровень шумов для базовой станции берется такой, как если бы ее антенна находилась бы на своей нормальной высоте подвеса. Такая замена не влияет на конечный результат (радиус зоны обслуживания) и обусловлена спецификой материалов рекомендаций МККР.

Так как расчет ведется в две стороны, во избежание путаницы, все обозначения характеристик аппаратуры базовой станции будут снабжаться индексом "1", абонентской станции - индексом "2". С учетом этого, формула (3.1) запишется как:

$$E_{необх} = N_{ш} + (S/N)_{вх} + B_{рэкв} + B_{h2} + B_{\%мест} + B_{зам} + B_{рельеф} - \sigma_{пр} \qquad (3.2)$$

3.3 Расчет уровня суммарного шума

Уровень суммарного шума в точке приема определяется по формуле [5,8,9,21]:

$$N_{ш} = 10\lg(N_{внеш}^2 + N_{соб}^2), \qquad (3.3)$$

где $N_{ш}$ - уровень шумов в точке приема, дБ/мкВ/м;

$N_{внеш}$ - уровень внешних шумов в точке приема, мкВ/м;

$N_{соб}$ - уровень собственного шума приемника, приведенного к точке приема.

3.4 Расчет внешних шумов

Если принять, что помехи приходят равномерно со всех направлений, то расчетное значение уровня помех можно определить по формуле [21]:

$$N_{1внеш} = \frac{\overline{E}_{1ш.таб}}{\sqrt{D_{1пр}}}, \qquad (3.4)$$

где $N_{1внеш}$ - уровень внешних шумов в точке приема, мкВ/м;

$E_{1ш.таб}$ - уровень помех, рекомендуемый для расчета (показатель помеховой обстановки для базовой станции), мкВ/м;

$D_{1пр}$ - коэффициент направленного действия (КНД) антенной системы базовой станции, отн. ед.

Приняв $\overline{E}_{1ш.таб}=1.5$ мкВ/м можно найти уровень внешних шумов:

$$N_{1внеш}=\frac{\overline{E}_{1ш.таб}}{\sqrt{D_{1пр}}}=\frac{1.5}{\sqrt{2.19}}=1.01$$

, мкВ/м.

3.5 Расчет внутренних шумов

Известно, что действующая длина приемной антенны (действующая высота) - коэффициент, связывающий напряженность электрического поля в месте расположения антенны с напряжением на ее согласованной нагрузке [21]. При согласовании волнового сопротивления фидера с входным сопротивлением приемного устройства, напряжение сигнала на входе приемного устройства:

$$U=l_{д}\cdot E, \tag{3.5}$$

где U - напряжение сигнала на входе приемного устройства, мкВ;

$l_{д}$ - действующая длина антенны, м;

E - напряженность поля, мкВ/м.

Аналогично формуле (3.5), уровень собственных шумов приемника, приведенных к точке приема:

$$N_{соб}=\frac{U_{шпр}}{l_{д}}, \tag{3.6}$$

где $N_{соб}$ - уровень собственного шума приемника, приведенного к точке приема, мкВ/м;

$U_{шпр}$ - уровень собственного шума приемника, приведенного ко входу приемника, мкВ;

lд - действующая длина антенны, м.

$U_{шпр}$ можно найти, зная отношение сигнал/шум на входе приемника и его чувствительность. При узкополосной частотной модуляции пересчет величины отношения сигнал/шум с выхода на вход приемника можно производить по формуле:

$$(S/N)_{вх} = \frac{(S/N)_{вых} \cdot F_{\max}}{\Delta f \cdot \sqrt{3}}, \quad (3.7)$$

где $(S/N)_{вх}$ - отношение сигнал/шум на входе приемника, соответствующее заданному отношению на выходе, отн. ед;

$(S/N)_{вых}$ - отношение сигнал/шум на выходе приемника, отн. ед;

$F_{\max}$ - максимальная звуковая частота модуляции, кГц;

Δf - величина девиации, кГц.

$$(S/N)_{1вх} = \frac{(S/N)_{1вых} \cdot F_{\max}}{\Delta f \cdot \sqrt{3}} = \frac{3.98 \cdot 3.4}{5 \cdot \sqrt{3}} = 1.56$$

В связи с тем, что порог исправляющей способности при частотной модуляции нельзя определить расчетным путем и учитывая запас на ретрансляцию, величину $(S/N)_{вх}$ в любом случае не следует принимать менее 8 дБ (2.51 отн. ед).

Уровень собственных шумов, приведенных ко входу приемника:

$$U_{шпр} = \frac{G_{пр}}{(S/N)_{вх}}, \quad (3.8)$$

где $U_{шпр}$ - уровень собственного шума приемника, приведенного к входу приемника, мкВ;

$G_{пр}$ - чувствительность приемника, мкВ;

$(S/N)_{вх}$ - отношение сигнал/шум на входе приемника, соответствующее заданному отношению на выходе, отн.ед.

$$U_{1шпр} = \frac{G_{1пр}}{(S/N)_{вх}} = \frac{0.35}{2.51} = 0.139 \text{, мкВ.}$$

Действующая длина антенны [12], м.:

$$l_{д} = \frac{\lambda \cdot \sqrt{1.64 \cdot \varepsilon_{пр} \cdot W_{ф} \cdot \eta_{АФТ} / 120}}{2\pi}, \quad (3.9)$$

где λ - средняя длина волны сигнала, м;

$\varepsilon_{пр}$ - коэффициент усиления по мощности антенны приемника, отн. ед;

$W_{ф}$ - волновое сопротивление фидера, Ом;

$\eta_{АТФ}$ - коэффициент полезного действия (КПД) антенно-фидерного тракта приемной антенны, отн. ед.

КПД антенно-фидерного тракта базовой станции можно найти, зная, что затухание сигнала на прием в нем.

$$\alpha_{1АФТпр} = \alpha_{1ДФ} + (\alpha l)_{пр} - G_{1УР}, \quad (3.10)$$

где $\alpha_{1АТФпр}$ - затухание сигнала на прием в антенно-фидерном тракте БС, дБ;

$\alpha_{1ДФ}$ - затухание в дуплексном фильтре, дБ;

$(\alpha l)_{пр}$ - затухание в кабеле, дБ;

$G_{1УР}$ - коэффициент усиления приемного устройства разделения, дБ.

$$\alpha_{1АТФпр} = \alpha_{1ДФ} + (\alpha l)_{пр} - G_{1УР} = 0.8 + 3.14 - 2 = 1.94, \text{ дБ.}$$

КПД антенно-фидерного тракта приемной антенны:

$$\eta_{1АФТ} = 10^{-0.1 \cdot \alpha_{АФТпр}}, \quad (3.11)$$

где $\eta_{1АФТ}$ - коэффициент полезного действия (КПД) антенно-фидерного тракта приемной антенны, отн. ед.;

$\alpha_{АФТпр}$ - затухание сигнала на прием в антенно-фидерном тракте базовой станции, дБ.

$$\eta_{1АФТ} = 10^{-0.1 \cdot \alpha_{АФТпр}} = 10^{-0.1 \cdot 1.94} = 0.640$$

Действующая длина приемной антенны базовой станции:

$$l_д = \frac{\lambda_{АС-БС} \cdot \sqrt{\sqrt{1,64} \cdot \varepsilon_{1пр} \cdot W_{1ф} \cdot \eta_{1АФТ}/120}}{2\pi}$$

$$= \frac{0,74 \cdot \sqrt{1,64 \cdot 5,37 \cdot 50 \cdot 0,64/120}}{6,28} = 0,718, \text{м}$$

Уровень собственных шумов приемника, приведенных к точке приема, определенный по формуле (3.6):

$$N_{1соб} = \frac{U_{1штр}}{l_{1д}} = \frac{0.139}{0.178} = 0.781, \text{ мкВ}$$

Теперь по формуле (3.3) можно определить уровень суммарного шума в точке приема:

$$N_{1ш} = 10 \cdot \lg(N_{1внеш}^2 + N_{1соб}^2) = 10 \cdot \log(1.01^2 + 0.781^2) = 2.12$$, дБ.

3.6 Определение поправок

Поправка, учитывающая отличие эквивалентной мощности передатчика от мощности 100 Вт, дБ [5,9]:

$$B_{рэкв} = B_{рнорм} + \alpha_ф + \alpha_н + (\alpha l)_{пер} - \sigma_{пер} - \varepsilon_{пер},$$ (3.12)

где $B_{рнорм}$ - поправка, учитывающая отличие от номинальной мощности 100 Вт, для которой построены графики МККР, дБ;

$\alpha_ф$ - затухание в резонаторных и мостовых фильтрах, антенных разделителях и др., дБ;

$\alpha_н$ - затухание в неоднородностях антенно-фидерного тракта передачи, дБ;

$(\alpha l)_{пер}$ - затухание в фидере передающей антенны, дБ;

$\sigma_{пер}$ - неравномерность диаграммы направленности передающей антенны в горизонтальной плоскости, дБ;

$\varepsilon_{пер}$ - коэффициент усиления передающей антенны, дБ.

Сумма $\alpha_{2ф} + \alpha_{2н} + (\alpha l)_{пер}$ выражает общее затухание сигнала в антенно-фидерном тракте передачи носимой станции $\alpha_{2АФТ} = 1$ дБ .

Поправка, учитывающая фактическую мощность передатчика, дБ:

$$B_{рном} = 10 \lg \frac{10^3}{P_{ном}},$$ (3.13)

где $P_{ном}$ - фактическая мощность передатчика, Вт.

$$B_{2рном} = 10 \lg \frac{10^3}{P_{2ном}} = 10 \lg \frac{10^3}{2} = 26.99$$, дБ.

Тогда, по формуле (3.12), поправка, учитывающая отличие эквивалентной мощности передатчика от 100 Вт:

$$B_{2рэкв} = B_{2рнорм} + \alpha_{2ф} + \alpha_{2н} + (\alpha l)_{2пер} - \sigma_{2пер} - \varepsilon_{2пер} =$$
$$= B_{2рнорм} + \alpha_{2АФТ} - \sigma_{2пер} - \varepsilon_{2пер} = 26.99 + 1 - 0 - 0 = 27.99, дБ$$

Графики, приведенные в рекомендации № 370 МККР, построены для высоты установки антенны абонентской станции, равной 10 м. В тех случаях, когда антенну абонентской станции устанавливают на другой высоте, следует внести поправку, которую можно рассчитать по формуле:

$$B_{h2} = 10\log\frac{10}{h_2}, \qquad (3.14)$$

где B_{h2} - поправка, учитывающая отличие высоты установки антенны абонентской станции от высоты 10 м, для которой составлены графики МККР, дБ;

h_2 - высота установки антенны абонентской станции, м.

$$B_{h2} = 10\log\frac{10}{h_2} = 10\log\frac{10}{1.5} = 8.24 \text{ , дБ}$$

Поправка, вносимая при необходимости обеспечения связи для процента пунктов приема, отличающегося от 50% определяется по графику.

Для обеспечения связи в 90% пунктов приема поправка:

$$B_{\%мест} = -11 \text{ дБ.} \qquad (3.15)$$

Для определения поправки на быстрые замирания, учитывающей отличие принятого процента времени превышения данной напряженности поля от 50% времени, наиболее приемлемы графики замираний по Буллингтону. Пользуясь этими графиками, можно проводить расчеты с наибольшей степенью точности. Определенная из графика поправка на быстрые замирания для 90% времени.

$$B_{зам} = 3.5 \text{ дБ} \qquad (3.16)$$

Поправка, учитывающая отличие реального, рельефа местности от принятого при составлении графиков МККР, зависит от среднего колебания высот местности Δh на расстоянии 10 км и более от базовой станции. Для городской местности, при плотной застройке примем колебания рельефа (Δh =100 м) поправка, определенная по графику (рисунок 3.1).

$$B_{рельеф} = 6 \text{ дБ}. \quad (3.17)$$

Неравномерность диаграммы направленности приемной антенны базовой станции в горизонтальной плоскости $\sigma_{1пр}$ = -1 дБ.

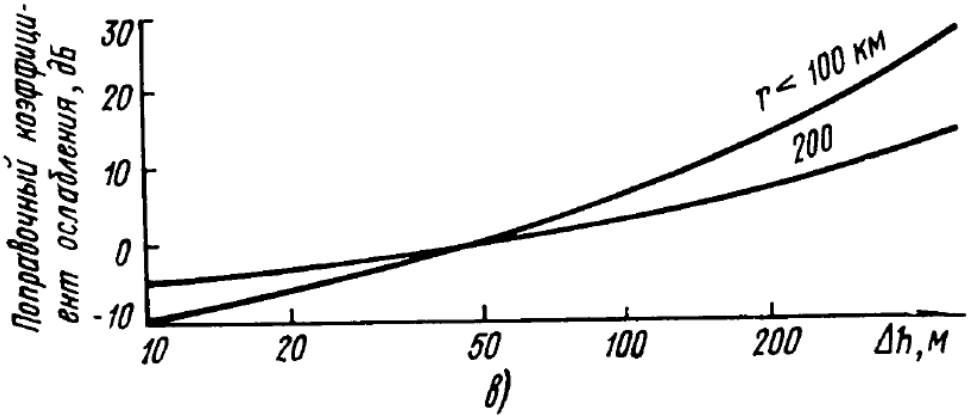

Рисунок 3.1 – Зависимость поправочного коэффициента ослабления от среднего колебания рельефа местности

3.7 Вычисление радиуса зоны обслуживания

Теперь по формуле (3.17) можно определить необходимый уровень напряженности поля полезного сигнала [21]:

$$E_{1необх} = N_{1ш} + (S/N)_{1вх} + B_{2рэкв} + B_{h2} + B_{\%мест} + B_{зам} + B_{рельеф} - \sigma_{1пр} =$$
$$= 2.12 + 8 + 27.99 + 8.24 - 11 + 3.5 + 6 + 1 = 45.85, дБ$$

Произведем расчёт напряжённости поля в точке приёма в окне программы (листинг программы приведён в приложении А):

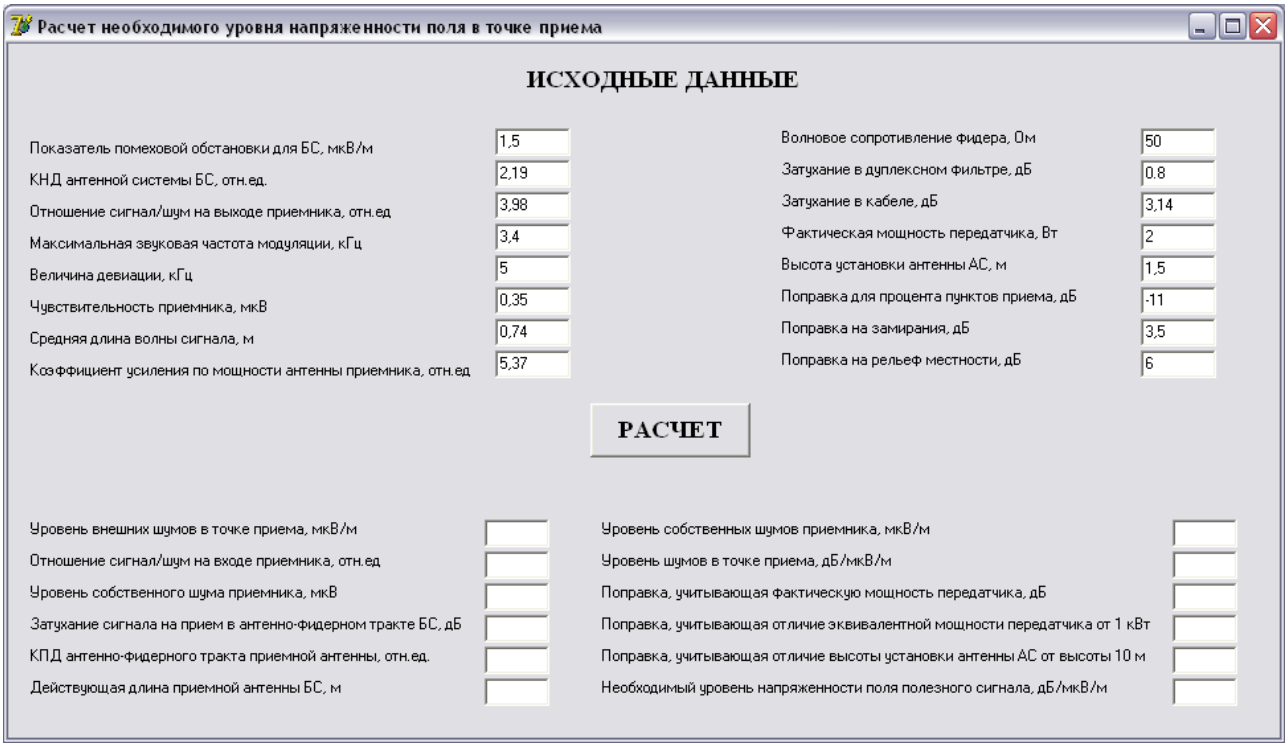

Рисунок 3.2 – Диалоговое окно для ввода исходных данных

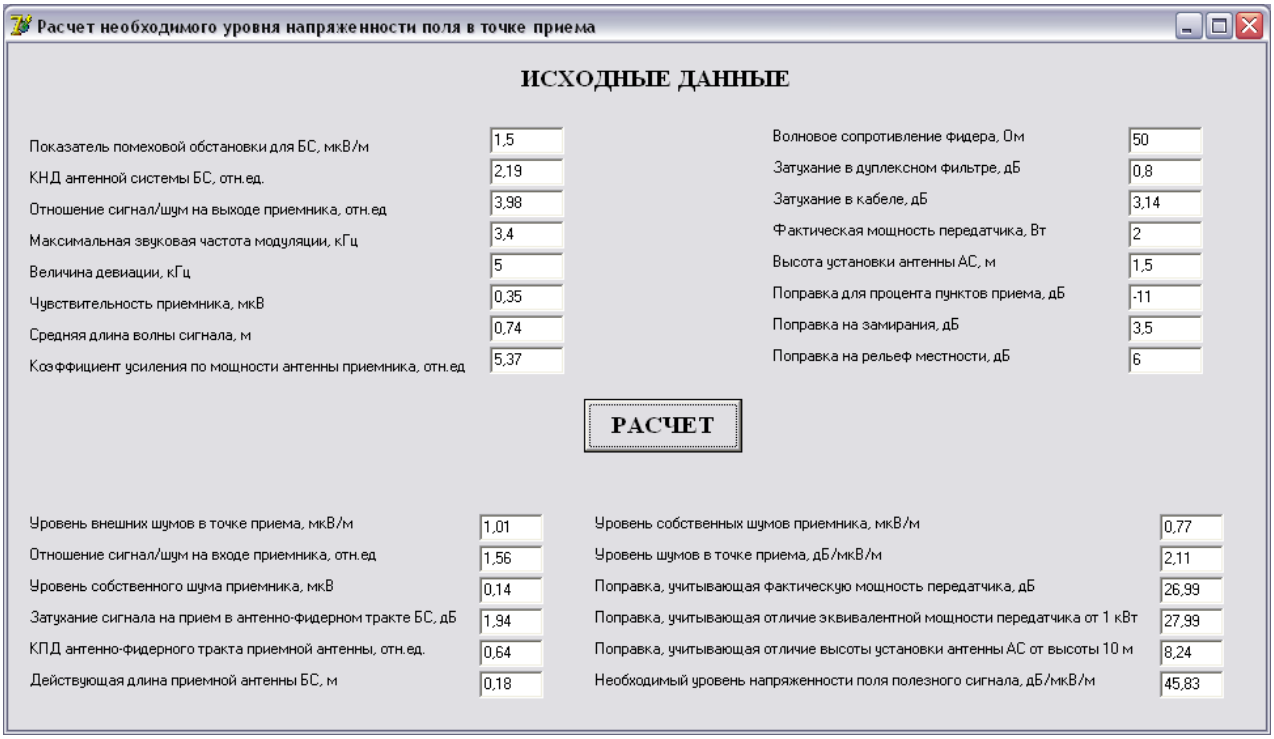

Рисунок 3.3 – Диалоговое окно с выведенными результатами расчета

По графику МККР для высоты установки антенны базовой станции равной 30 метров, радиус зоны обслуживания составит:

R =14 км.

Таким образом, с помощью расчета установлено, что при использовании данной аппаратуры связи в зоне обслуживания радиусом порядка 14 км. связь в направлении абонентская станция – базовая станция будет устанавливаться в 90% времени и мест с отношением сигнал/шум на выходе приемника не хуже 12 дБ. Расчет производился для уровня напряженности внешних помех в месте расположения базовой станции, равного 1,5 мкВ/м.

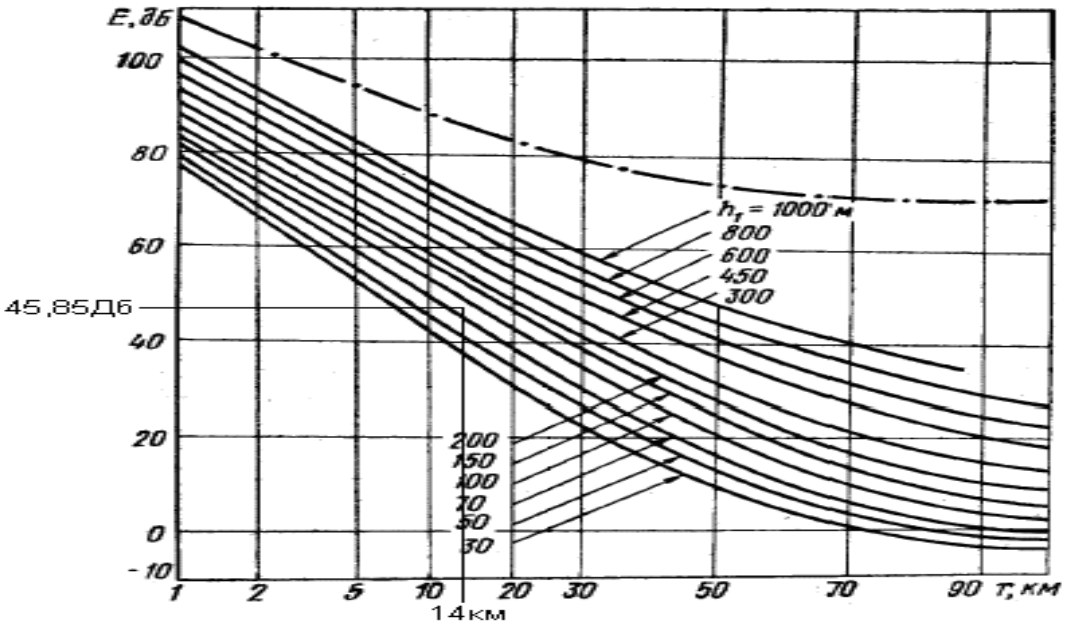

Рисунок 3.4 – Зависимость напряженности поля от расстояния при различных высотах подвеса передающей антенны

3.8 Анализ помех радиоприему в сетях транкинговой радиосвязи

Помехой называется любое постороннее воздействие на радиоприёмное устройство [28], не относящееся к полезному сигналу и препятствующее его правильному приему. Помехи реального канала связи можно подразделить на естественные и искусственные. Естественные помехи создаются электромагнитными процессами в земной атмосфере. Мощным источником помех является космос и тропосфера. Искусственные помехи могут создаваться многочисленными промышленными установками (индустриальные помехи), а так же в результате излучений посторонних радиостанций (непреднамеренные и специально организованные помехи). Внутренние помехи в основном обусловлены внутренними шумами радиоприемника.

Уровень внешних шумов в пределах зоны обслуживания различен и может достаточно сильно меняться как во времени, так и в пространстве. Ясно, что влияние шумов и помех на качество связи, будет сильнее всего ощущаться на границе зоны обслуживания. Оценка помеховой обстановки во всей зоне -

сложная и неоднозначная задача. Лучший способ получения этих данных - экспериментальные измерения. Несмотря на это, ниже приведен один из методов прогнозирования уровня шумов, и хотя он дает результаты для конкретных условий приема, имеет смысл задаться ими, считая, что эти условия считаются худшими.

Известно, что помеховая обстановка в зоне действия сухопутной подвижной радиосвязи в диапазоне частот от 30 – до 1000 МГц (помехи от других станций не рассматриваются) определяется в основном электромагнитным излучением электрооборудования автотранспорта, которое представляет собой нестационарный случайный импульсный процесс с явно выраженной тенденцией к группированию импульсов.

При исследовании помехоустойчивости радиоприёма реально действующие помехи заменяют упрощенными моделями, отражающими наиболее типичные и наиболее вероятные виды помех. Использование таких моделей дает возможность провести теоретическую оценку влияния помех на прием радиосигналов.

Большинство помех, действующих в реальном канале связи, можно представить с помощью четырех моделей: сосредоточенной, импульсной, квазиимпульсной и флуктуационной.

Под сосредоточенной понимают помеху, частотный спектр которой находится в узкой полосе частот [20]. Обычно ширина спектра помехи соизмерима или даже уже полосы частот полезного сигнала. В основном сосредоточенные помехи обусловлены сигналами посторонних радиостанций. Кроме того, они могут создаваться различными радиочастотными генераторами, применяемыми в производственной технологии, а так же возникать в самом приемнике (комбинационные помехи, переходные помехи в многоканальной связи ит.д.).

Сосредоточенные помехи можно разделить на внутриполосные, попадающие в полосу пропускания приемника, и внеполосные помехи. Внутриполосные помехи могут возникать как в самом приемнике, так и попадать на его вход извне. Внеполосные сосредоточенные помехи – это в основном сигналы посторонних радиостанций. Условия распространения сосредоточенных помех и полезных сигналов близки между собой, поэтому статистические характеристики таких помех подобны характеристикам полезного сигнала и зависят от конкретных условий связи.

4 Бизнес-план

4.1 Резюме

Для обеспечения службы безопасности торговых развлекательных центров оперативной, качественной связью с минимальными материальными затратами в настоящее время используются системы транкинговой связи.

Транкинговые системы обладают преимуществами как с технической, так и экономической стороны, обеспечивая высокую оперативность установления соединения при малых затратах на развертывание и эксплуатацию системы, обеспечение работы в условиях воздействия сильных помех.

В данной выпускной работе рассматривается организация сети оперативно-технологической связи для службы безопасности торговых развлекательных центров с применением технологии транкинговой связи протокола МРТ 1327.

Произведя сравнение технических характеристик систем транкинговой связи и базируясь на том, что необходимыми условиями являются оперативность соединения, многозональность и обеспечение связи на большие расстояния с учетом воздействия помех был произведен выбор протокола. Организация сети основана на протоколе МРТ 1327, и рекомендуется использование следующего оборудования: базовая станция и мобильные портативные радиостанции.

В настоящее время в основном для организации связи используется оборудование, работающее по технологии на базе протокола МРТ 1327. Для улучшения качества и дальности связи потребуется установка базовой станции протокола МРТ 1327 и 300 мобильных радиостанций.

4.2 Характеристика проекта

Для улучшения качества обслуживания пользователей и повышения оперативности управления необходимо способствовать развитию организации связи путем использования новых технологий, расширения зон покрытия, увеличения бюджетов капиталовложений.

Данная сеть будет создана для обеспечения услугами транкинговой связи службы безопасности при воздействии техногенных помех, в условиях города с плотной застройкой.

4.3 Маркетинг

В настоящее время системы транкинговой связи востребованы во многих государственных и ведомственных службах, как одно из наиболее эффективных средств подвижной мобильной связи. Для государственных учреждений согласно закону о государственных закупках проводятся тендеры на поставку оборудования для базовых станций и мобильных станций.

В тендере могут принимать участие представители различных зарубежных компаний, таких как: ENSA (Indra Group, Испания), KAVIcomm

Communications (ЮАР), Key Radio Systems (Великобритания), Motorola (США), Nokia (Финляндия), Rohde & Schwarz (Германия), Teltronic I+D (Испания) и других. По результатам конкурса отдается предпочтение на поставку оборудования какой-либо компании-производителю.

Развитие данной отрасли даст положительные результаты в государственной и социальной сферах. Для этого нужно внедрять новые технологии в области связи, так как чем оперативнее поступит сигнал, тем оперативнее сработает служба.

Рассмотрим услуги, предоставляемые различными протоколами.

Системы транкинговой связи на базе протокола MPT 1327 могут предоставлять следующие виды услуг:

1) Индивидуальный вызов для связи между двумя конкретными абонентами;

2) Групповой вызов для связи между несколькими абонентами одновременно;

3) Вещание для предварительно выбранной группы, когда абоненты этой группы могут только слушать сообщение, но не могут отвечать;

4) Приоритетный вызов для сокращения времени ожидания при занятости системы. Приоритетные вызовы обслуживаются вне общей очереди;

5) Статусная связь. До 32 различных кодов или коротких текстовых сообщений могут быть посланы любому другому абоненту или диспетчеру;

6) Передача короткого блока данных. Сообщение длиной до 184 бит посылается непосредственно на управляющем канале любому другому абоненту или диспетчеру;

7) Передача длинных блоков данных. Применяется для связи между компьютерами или другими системами обработки цифровой информации. Для передачи используется один из каналов трафика;

8) Диспетчерская связь - вызовы на специально сконфигурированные радиостанции, которые автоматически выстраивают поступающие вызовы в очередь. Вызовы, стоящие в очереди дольше всех, обслуживаются первыми;

9) Переадресовка вызовов другому абоненту. По желанию абонента его вызовы могут автоматически переключаться на другую радиостанцию.

10) Роуминг (обслуживание абонентов при их перемещении между зонами);

11) возможность передачи данных как по управляющему каналу (короткие блоки), так и по голосовым каналам (данные произвольной длины);

12) связь с телефонной сетью;

13) подключение к протекающему сеансу связи других абонентов;

14) динамическое перегруппирование (оперативное объединение абонентов в группы);

15) передача цифровых данных по голосовым каналам;

4.4 Риски

Риск присущ любой сфере человеческой деятельности, что связано с множеством условий и факторов, влияющих на положительный исход принимаемых людьми решений. Неопределенность и риск заключают в себе противоречие между планируемым и действительным.

При внедрении данного проекта возможны следующие виды рисков:

1) внешние риски – природно-естественные (риск стихийных бедствий и экологические риски); общеэкономические (риск изменения экономической ситуации, риск неблагоприятной конъюнктуры рынка, отраслевой риск); политические (риск национализации и экспроприации, риск трансферта, риск военных действий и гражданских беспорядков); финансовые риски, связанные с покупательной способностью денег (инфляционные и дефляционные риски, валютные риски);

2) внутренние риски – технические (риски при внедрении новых технологий или инновационные риски, риски потерь в результате сбоев и поломки оборудования).

4.5 Организационный план

Организационный план является неотъемлемой частью бизнес-плана. Для развития транкинговой сети необходимы основные производственные фонды.

В данном проекте произведен расчет затрат на покупку, доставку, установку и запуск оборудования производства компании Motorola и Vertex [21].

Надежность системы не требует регулярного технического вмешательства при круглосуточной эксплуатации.

Срок службы аппаратуры гарантирован производителем до десяти лет при нормальных эксплуатационных условиях.

Обслуживание сети будет производиться техническим персоналом.

Режим их работы выездной, планово-профилактический и на случай аварии.

Аппаратная для оборудования расположена на территории предоставленной заказчиком без аренды и коммунальных выплат.

В комплект компьютера управления и обслуживания входят: компьютер PC Dell 620; плата X25; принтер с соединительным кабелем; кабель для соединения с MSW (5 м).

Система радиосвязи состоит из радиомодуля базовой станции, антенны, модуля доступа и встроенного программного оборудования. Этапы выполняемых работ по организации сети представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Этапы организации сети

Наименование этапов	Период в днях
Разработка проекта	21

Получение лицензии	5
Согласование места установки БС	5
Покупка оборудования	7
Монтаж оборудования	21
Инсталляция оборудования	3
Тестовая эксплуатация сети	14
Ввод в эксплуатацию	3
Итого	79

4.6 Производственный план

Таблица 4.2 – Капитальные затраты на оборудование

Наименование показателя	Значения показателей		
	Кол.	Цена, тыс. тенге	Стоимость, тыс. тенге
Базовая станция	1	27 000	27 000
Комплект компьютера управления и обслуживания	2	1 200	2 400
Стойка электропитания	1	1 200	1 200
Кабельный комплект, коаксиальные разъемы	1	100	100
Мачта	1	1 000	1 000
Кондиционер CLIVET серии F	1	180	180
Носимые станции	300	120	36 000
Итого			67 880
Прочее оборудование, 10%			6 788
Всего			74 668

4.7 Расчёт капитальных затрат на приобретение оборудования и ввода его в эксплуатацию

Закупка оборудования осуществляется по ценам, представленным в таблице 4.2. Кроме цены на оборудования в размер капитальных вложений входят затраты на транспортировку оборудования, монтаж и другие статьи [19].

Общие капитальные затраты рассчитываются по формуле:

$$К_{вл} = К_{ОБОР} + К_{МОНТ} + К_{ТРАНС},\ \text{тыс.тенге}\ . \quad (4.1)$$

Стоимость монтажа составляет 10% от стоимости оборудования (монтажные работы выполняет компания подрядчик), тогда

$$К_{МОНТ} = 0.1 \cdot К_{ОБОР},\ \text{тыс.тенге} \quad (4.2)$$

$$К_{МОНТ} = 0.1 \cdot 74668 = 7466.80, \text{тыс.тенге};$$

Стоимость транспортировки оборудования:

$$К_{ТРАНС} = 0.03 \cdot К_{ОБОР},\ \text{тыс.тенге}$$

$$К_{ТРАНС} = 0.03 \cdot 74668 = 2240.04,\ \text{тыс.тенге};$$

$$К_{вл} = 74668 + 7466.80 + 2240.04 = 84374.84, \text{тыс.тенге};$$

Результаты расчётов капитальных затрат сведены в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные затраты на реализацию проекта

Наименование показателей	Значения
Оборудование, тыс. тг.	74668,00
Транспортировка (3% от стоимости оборудования), тыс. тг.	2240,04
Монтаж (10% от стоимости оборудования), тыс. тг.	7466,80
Итого, тыс. тг.	84374,84
Прочие затраты, 10%	8437,48

4.8 Расчет эксплуатационных расходов

Определим количество работников, результат сведем в таблицу 4.4.

Вычислим фонд оплаты труда (ФОТ) [19], затраты на ФОТ приведены в таблице 4.4.

Расходы по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$ФОТ = ФОТ_{осн} + ФОТ_{доп}, \quad (4.3)$$

$$ФОТ_{осн} = ЗП \cdot 12, \quad (4.4)$$

где ФОТ - фонд оплаты труда (основная и дополнительная заработная плата);

ЗП - заработная плата;

Осн - социальный налог 11% от ФОТ.

В результате получаем:

$$ФОТ_{осн} = 270 \cdot 12 = 3240, \text{тыс.тенге};$$

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

$$ФОТ_{доп} = Ф_{осн} \cdot 0.3, \quad (4.5)$$

$$ФОТ_{доп} = 3240 \cdot 0.3 = 972, \text{тыс.тенге};$$

В результате получаем фонд оплаты труда:

$$ФОТ = 3240 + 972 = 4212, \text{тыс.тенге};$$

Таблица 4.4 – Фонд оплаты труда

Должность	Значение показателей		
	Количество, чел	Месячный оклад, тыс. тг.	Годовой оклад, тыс. тг.
Инженер 1 категории	1	80	800
Инженер 2 категории	1	60	600

Продолжение таблицы 4.4.

Техник	2	60	720
Диспетчер	3	120	1440
$ФОТ_{осн}$, тыс.тенге	7	270	3560
$ФОТ_{доп}$ (30% от ФОТ), тыс.тенге	972		
Всего:	8092		

Отчисления на социальные нужды производят по установленным нормам от фонда заработной платы работников за вычетом пенсионных отчислений.

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

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, который на сегодня рассчитывается в размере 10% от ФОТ.

$$O_{сн} = 0.11 \cdot (ФОТ - 0.1 \cdot ФОТ), \text{тыс.тенге} \quad (4.6)$$

$$O_{сн} = 0.11 \cdot (4212 - 4212 \cdot 0.1) = 701.30, \text{тыс.тенге};$$

Амортизационные отчисления в общем случае рассчитываются как сумма произведений балансовой стоимости основных производственных фондов, не перенесших свою стоимость на созданную продукцию (услуги), на установленную для данного вида ОПФ норму амортизации:

$$A_O = \frac{\sum Ф_{бi} H_{Ai}}{100}.$$

На сеть связи по существующему положению в настоящее время норма амортизации H_A составляет 25% от капитальных вложений. Таким образом, амортизационные отчисления A_O составляют:

$$A_O = \frac{H_A \cdot K_{вл}}{100} \quad (4.7)$$

$$A_O = \frac{25 \cdot 84374.84}{100} = 12656.23, \text{тыс.тенге};$$

Затраты на электроэнергию для производственных нужд, включают в себя расходы электроэнергии на оборудование и дополнительные.

$$З_{эл.эн} = З_{эл.эн.обор} + З_{доп.нуж}, \quad (4.8)$$

$$З_{эл.эн.обор} = W \cdot T \cdot S, \quad (4.9)$$

где W – потребляемая мощность, 1,1 кВт;

T – время работы, T = 8760 ч/год;

S – тариф, 1 кВтч = 22 тенге.

$$З_{эл.эн.обор} = 1.1 \cdot 8760 \cdot 22 = 267635.52, \text{тенге/год};$$

Затраты на дополнительные нужды возьмем по укрупненному показателю 5% от затрат на оборудование:

$$З_{ДОП.НУЖ.} = 0.05 \cdot З_{ЭЛ.ЭН.ОБОР.} \quad (4.10)$$

$$З_{ДОП.НУЖ.} = 0.05 \cdot 267635.52 = 13381.78, \text{тенге/год};$$

тогда:

$$З_{ЭЛ.ЭН} = 267635.52 + 13381.78 = 281.02 (\text{тыс.тенге/ год});$$

Аренда за использование радиочастотного спектра, согласно годовым ставкам платы за использование радиочастотного спектра транкинговой связью на один канал (25 кГц), составляет:

$$A_{СРЧ} = 144.14, \text{тыс.тенге/ год};$$

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

$$Э_{М} = 0.005 \cdot K_{ОБОР}, \quad (4.11)$$

$$Э_{М} = 0.005 \cdot 74668.00 = 373.34, \text{тыс.тенге};$$

Расходы на ремонт устройства в размере 5 % от стоимости устройства:

$$Э_{РЕМ} = K_{вл} \cdot 0.05, \quad (4.12)$$

$$Э_{РЕМ} = 84374.84 \cdot 0.05 = 4218.74, \text{тыс.тенге};$$

Прочие затраты на производственные, управленческие и эксплуатационно-хозяйственные расходы определяются укрупнёно в размере 10% от общей суммы затрат.

$$C_{ПР} = \frac{(ФОТ + A_{О} + З_{ЭЛ.ЭН} + Э_{М} + Э_{РЕМ} + О_{СН} + A_{СРЧ}) \cdot 10}{100}, \quad (4.13)$$

$$C_{ПР} = \frac{(4212 + 12656.23 + 281.02 + 373.34 + 4218.74 + 701.30 + 144.14) \cdot 10}{100} =$$

$$= 2258.68, \text{тыс.тенге};$$

Общие эксплуатационные расходы определяются по формуле:

$$Э_р = ФОТ + А_О + Зэл.эн + Э_М + Э_{РЕМ} + С_{ПР} + О_{СН} + А_{СРЧ}, \text{тыс.тенге} \quad (4.14)$$

$$Э_р = 4212 + 12656.23 + 281.02 + 373.34 + 4218.74 + 701.30 + 144.14 + 2248.82 =$$

$$= 24845{,}45, \text{тыс.тенге};$$

Результаты расчётов годовых эксплуатационных расходов сведены в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Эксплуатационные расходы

Наименование показателей	Значения показателей	
	Абсолютное значение, тыс.тенге	Удельный вес, %
Затраты на оплату труда, тыс. тенге	4212,00	17,59
Социальный налог, тыс.тенге	701,30	2,99
Амортизация, тыс. тенге	12656,23	53,95
Расходы на электроэнергию, тыс. тенге	281,02	0,78
Материалы и запасные части, тыс. тенге	373,34	1,59
Аренда за использование радиочастотного спектра, тыс. тенге	144,14	0,61

Продолжение таблицы 4.5.

Расход на ремонт, тыс.тенге	4218,74	17,98
Прочие расходы (30% от ФОТ), тыс. тенге	972,00	4,14
Затраты на производственные и управленческие нужды	2258,68	
Итого:	24845,45	100,00

4.9 Оценка доходов

Совокупные затраты сети подвижной связи складываются только из арендной платы. Будем считать, что проектируемая сеть транкинговой связи будет сдаваться в аренду подразделениям службы безопасности «Кузет».

Для удобства расчета примем следующее:

Для МРТ 1327 арендная плата в месяц за пользование одной радиостанцией с выделением ей частоты и соответствующего номера канала 15 000 тенге.

A – абонентская плата в месяц;

N – число сдаваемых в аренду радиостанций.

Общий доход от арендной платы в год равен:

$$D = A \cdot N \cdot 12 \text{ ттыс.тенг} \quad (4.15)$$

$$D = 15 \cdot 300 \cdot 12 = 54000 \text{ ттыс.тенг}$$

4.10 Расчет срока окупаемости и абсолютного экономического эффекта

Для расчета срока окупаемости необходимо определить чистый доход и доход предприятия после налогообложения [19].

Чистый доход предприятия определим по формуле:

$$D_{ЧИСТ.} = D - \sum Э, \quad (4.16)$$

$$D_{ЧИСТ.} = 56000 - 24845{,}4 = 31154{,}55 \text{ тыс. тенге}$$

Ставка корпоративно-подоходного налога в бюджет составляет 20% от чистого дохода предприятия. Следовательно, чистый доход предприятия после налогообложения составит:

$$D_{ЧИСТ.Н.} = 0{,}7 \cdot D_{ЧИСТ} \quad (4.17)$$

$$D_{ЧИСТ.Н.} = 0{,}7 \cdot 31154.55 = 21808.19 \text{ тыс. тенге}$$

Нормативный (плановый) срок окупаемости (возврата) капитальных вложений характеризует период времени в годах, в течение которого вложенные средства полностью возместятся прибылью, получаемой в

соответствии с нормативным коэффициентом абсолютной экономической эффективности.

Определим срок окупаемости проекта:

Абсолютная экономическая эффективность (АЭЭ) определяется как отношение чистого дохода ($D_{ЧИСТ}$) к стоимости капитальных вложений (К):

$$АЭЭ = D_{ЧИСТ} / К \quad (4.18)$$

$$АЭЭ = 21808,19 \text{ тыс. тг.}/84374,84 \text{ тыс. тг.} = 0,26$$

Умножив на сто, получим 26%.

Расчетный срок окупаемости определяется как величина, обратная абсолютной экономической эффективности:

$$T_{ок} = 1/АЭЭ \quad (4.19)$$

$$T_{ок} = 1/ 0,26 = 3,8 \text{ года}$$

Таким образом, срок окупаемости проекта составляет 3,8 года.

Теперь необходимо рассчитать срок окупаемости с учетом дисконтирования (дисконтированный срок окупаемости).

Нормативный коэффициент $d\Pi_i$ с учетом дисконты равен:

$$d\Pi_i = D_{ЧИСТ}/(1+\alpha_1)^t, \quad (4.20)$$

где $D_{ЧИСТ}$ – чистый доход после i-той эксплуатации оборудования;

α_1 – ставка дисконтирования, α_1=10% годовых;

t – время дисконтирования, лет.

$$d\Pi_1 = D_{ЧИСТ} /(1+0,1)^1 = 21808,19 /1,1 = 19\,825,\,627 \text{ тыс. тг.}$$
$$d\Pi_2 = D_{ЧИСТ} /(1+0,1)^2 = 21808,19 /1,21 = 18\,023,\,298 \text{ тыс. тг.}$$
$$d\Pi_3 = D_{ЧИСТ} /(1+0,1)^3 = 21808,19 /1,331 = 16\,384,\,816 \text{ тыс. тг.}$$
$$d\Pi_4 = D_{ЧИСТ} /(1+0,1)^4 = 21808,19 /1,4641 = 14\,895,\,287 \text{ тыс. тг.}$$

Тогда средний годовой доход за пять лет составит:

$$d\Pi_{ср} = D_{ЧИСТ}\ ср = (21\,808,19 + 19\,825,\,627 + 18\,023,\,298 + 16\,384,\,816 + 14\,895,\,287)/5 = 18\,187,\,444 \text{ тыс. тг.}$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования:

$$dPP = К/ D_{ЧИСТ}\ ср = 84\,374,\,84/18\,187,\,444 = 4,64 \text{ года}$$

Далее рассчитываем чистый приведенный доход, или NPV (Net Present Value):

$$NPV = (d\Pi_1 + d\Pi_2 + d\Pi_3 + d\Pi_4) - К \quad (4.21)$$

Приемлемость проекта, исходя из этого:
NPV>0, проект приемлем;
NPV<0, проект неприемлем.

NPV = (21 808,19 + 19 825, 627 + 18 023, 298 + 16 384, 816+ 14 895, 287) – 84 374. 84 = 6 562, 378 > 0, следовательно приемлемый проект.

4.11 Вывод по разделу

Транкинговые системы обладают преимуществами как с технической, так и с экономической стороны, обеспечивая высокую оперативность установления соединения при малых затратах на развертывание и эксплуатацию системы, обеспечение работы в городских условиях. Таким образом, по предыдущим расчетам вложенные в данный проект средства окупятся почти через четыре года после вложения. Все полученные результаты эксплуатационных расходов сведены в таблице 4.5.

Успехам компании будет содействовать высокое сервисное обслуживание специалистами высокого класса по подключению, ремонту и настройке аппаратуры.

Расширение сети в данном направлении экономически выгодно для компании.

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Организация рабочего места диспетчера с учетом эргономики и технической эстетики

Рабочим местом считается часть пространства, приспособленная для постоянного и периодического пребыания работающего с целью наблюдения и ведения производственного процесса. Рабочее место оператора – это место человека в системе, которое оснащено средствами отображения информации, органами управления и вспомогательными оборудованием и на которам осуществляется его трудовая деятельность.

Правильный выбор основной рабочей позы способствует высокой трудоспособности. Рабочая поза зависит от характера движений поэтому

планирование рабочего места исходит из того, чтобы рабочий выполнял работу минимумом легких, производительных и безопасных движений при условиях благоприятной позы. Если в процессе работы действует небольшая группа мышц, то сидячая поза, при работе большой группы мышц – стоячая.

При проектировани рабочего места принято: если при прямой позе сидя, мышечная работа равна 1.0, то при прямой позе стоя – 1.6, при наклонной позе сидя – 4.0, а при наклонной позе стоя – 10. Положение сидя может быть наилучшим, если рабочая зона будет сконструирована правильно.

Важное эргономмическое значение имеет рабочая поза человека. Рабочая поза «стоя» требует больших энергетических затрат приводит к быстрому утомлению. Рабочая поза «сидя» менее утомительна и она более предпочтительна. Рабочая зона должна быть так организовна, а органы управления должны быть так расположены, чтобы в рабочей позе проекция центра тяжести тела человека была расположена в пределах площадиего опоры (рисунок 5.1). В противном случае положение тела человека будет неустойчивым и потребует значительных мышечных усилий. Это может привести к заболеваниям опорнодвигательного аппарата (например, искривлению позвоночника), быстрому утомлению, травме.

5.2 Эргономическая оценка рабочего места диспетчера

Одним из основных функциональных элементов рабочего места является клавиатура. Оптимальный угол наклона клавиатуры составляет 15° по отношению к горизонтальной поверхности. Работа осуществляется сидя. Высота рабочей поверхности 1200 мм. Разница между высотами рабочей поверхности и сидения регулируется и составляет 270-280 мм. Рабочие сидения обеспечивают положение тела, при котором нагрузка на мышцы оптимальна и способствует нормальной деятельности функциональных органов человека, созданы возможности изменения рабочей позы для снятия напряжения мышц и предупреждения общего утомления, обеспечено свободное перемещение и фиксация тела относительно рабочей поверхности.

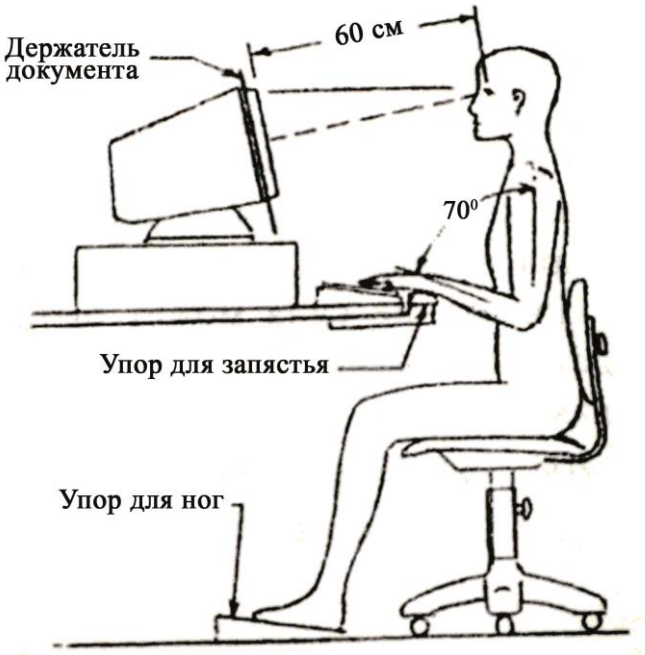

Рисунок 5.1 – Рабочее место диспетчера

Размещение технических средств и кресло диспетчера в рабочей зоне обеспечивают удобный доступ к основным функциональным узлам аппаратуры, возможность быстро занимать и покидать рабочую зону, исключение случайного приведения в действие средств управления и ввода информации, удобную рабочую позу и позу отдыха.

Цифровой дисплей размещен на столе на расстоянии не превышающем 700 мм (оптимальное расстояние 450-500 мм.). Экран дисплея по высоте расположен приблизительно на уровне глаз диспетчера. Цифровой экран, документы и клавиатура расположены так, чтобы перепад яркости поверхностей, зависящий от их расположения относительно источника света, не превышал 1:10 (рекомендуемое значение 1:3).

5.3 Обеспечение пожаробезопасности (расчет пенного (порошкового) тушения)

5.3.1 Противопожарная защита

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В служебном помещении обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. Пожары в торговых развлекательных центрах представляют особую опасность, так как сопряжены с большими материальными потерями. Характерная особенность торговых развлекательных центров – большие площади помещений. Как известно пожар может возникнуть при взаимодействии горючих веществ, окисления и источников

зажигания. В помещениях торговых центров присутствуют все три основные фактора, необходимые для возникновения пожара.

Источниками зажигания в торговых центрах могут быть электронные схемы, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

При поведении обслуживающих, ремонтных и профилактических работ используются различные смазочные вещества, иногда легковоспламеняющиеся жидкости, прокладываются временные электропроводники, ведут пайку и чистку отдельных узлов. Возникает дополнительная пожарная опасность, требующая дополнительных мер пожарной защиты. В частности, при работе с паяльником следует использовать несгораемую подставку с несложными приспособлениями для уменьшения потребляемой мощности в нерабочем состоянии.

Одной из наиболее важных задач пожарной защиты является защита строительных помещений от разрушений и обеспечение их достаточной прочности в условиях воздействия высоких температур при пожаре. Учитывая высокую стоимость электронного оборудования торговых центров, а также категорию его пожарной опасности, здания для торговых центров и части здания другого назначения, в которых предусмотрено размещение электронной аппаратуры должны быть 1 и 2 степени огнестойкости.

К средствам тушения пожара, предназначенных для локализации небольших загораний, относятся пожарные стволы, внутренние пожарные водопроводы, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла и т. п. В зданиях торговых центров пожарные краны устанавливаются в коридорах, на площадках лестничных клеток и входов. Применение воды в торговых залах, хранилищах, складах, служебных помещениях ввиду опасности повреждения или полного выхода из строя дорогостоящего оборудования и товаров возможно в исключительных случаях, когда пожар принимает угрожающе крупные размеры. При этом количество воды должно быть минимальным, а электронные устройства необходимо защитить от попадания воды, накрывая их брезентом или полотном.

Для тушения пожаров на начальных стадиях широко применяются огнетушители. По виду используемого огнетушащего вещества огнетушители подразделяются на следующие основные группы.

Газовые огнетушители применяются для тушения жидких и твердых веществ, а также электроустановок, находящихся под напряжением. В служебных помещениях торгового развлекательного центра применяются главным образом углекислотные огнетушители, достоинством которых является высокая эффективность тушения пожара, сохранность электронного оборудования, диэлектрические свойства углекислого газа, что позволяет использовать эти огнетушители даже в том случае, когда не удается обесточить электроустановку сразу. Так же применяются пенные огнетушители, которые

предназначены для тушения твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на площади примерно 1 м^2.

5.4 Расчет количества огнетушителей необходимых для пожарной безопасности

В рассматриваемом помещении причиной возникновения пожара могут послужить электроприборы, приемо-передающее оборудование, вследствие возникновения короткого замыкания из-за не качественной изоляции, либо какая-нибудь внешняя причина (пожар во всём здании, в соседнем помещении и т. д.). В помещении установлены пенные огнетушители типа ОП – 5 , один – в офисном помещении, три в коридоре. Данный тип огнетушителей предназначен для тушения твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на площади примерно 1 м^2, загораний электроустановок, находящихся под напряжением не более 1000 В, для тушения жидких и газообразных веществ (класс В, С). Огнетушащее вещество – двууглекислый натрий с солодковым экстрактом.

Т а б л и ц а 5.1 – Характеристики огнетушителя ОП – 5

Характеристики	Значения
Наименование показателя	ОП – 5
Вместимость, л	5,6
Масса заряда, кг	9,1
Количество пены, л	90
Рабочее давление в корпусе, МПа	5,7
Рабочая температура, °С	-30° +50°
Время действия, с	60
Дальность действия, м	6 – 8
Масса с зарядом, кг, не более	14,5

5.4.1 Расчет системы пожаротушения

Автоматическое пожаротушение подразумевает под собой наличие средств предупреждения пожара, устройств обнаружения пожара, сигнализации и средств пожаротушения.

В данном случае необходимо выбрать соответствующую систему автоматического пожаротушения (САП), пригодную для применения в условиях наличия установок, находящихся под напряжением и в закрытом помещении.

Наиболее, часто используемые САП в нашем случае, это:

- установки объёмного пожаротушения;
- установки локального пожаротушения по площади;
- установки локального пожаротушения по объёму.

Способ запуска САП может быть электрическим или пневмоэлектрическим. Выбираем систему с электрическим пуском.

В составе САП необходимо предусмотреть полный резерв по оборудованию и запасу огнетушащих веществ.

Расчетная масса комбинированного состава для объемного пожаротушения определяется формулой:

$$M = h \cdot q \cdot v. \quad (5.1)$$

где h - коэффициент компенсации не учитываемых потерь состава;

q – нормативная, массовая концентрация состава – 0.27 кг/м^3 при времени заполнения помещения – 30с и 0.4 кг/м^3 при времени заполнения помещения – 60с;

v – объём защищаемого помещения (м^3).

Расчет выполним для одного помещения.

Размеры помещения – 7х6х4м или 168 м^3, тогда:

$$M = 1.13 \cdot 0.27 \cdot 168 = 51 \text{ кг}.$$

Количество баллонов –2 (29кг).

Внутренний диаметр трубопровода определяется формулой:

$$D1 = d1 \cdot n. \quad (5.2)$$

где d1 – диаметр сифона баллона, мм;

n – количество баллонов .

$$D1 = 12 \cdot 2 = 24 \text{ мм},$$

Длину трубопровода определим формулой, м.:

$$L = k \cdot o\,(\text{м}), \quad (5.3)$$

где k – коэффициент увеличения длины трубопровода для компенсации не учитываемых потерь;

o – длина трубопровода (7м).

$$L = 1.1 \cdot 7 = 7.7 \text{ м},$$

Площадь сечения выходного отверстия оросителя определим по формуле, м^3:

$$A = \frac{S}{E}, \quad (5.4)$$

где S – площадь сечения трубопровода, мм;
E – число оросителей.

$$A = \frac{113}{2} = 57 \text{ м}^3.$$

Определим расход состава Q в зависимости от длины и диаметра трубопровода.

Определим удельный расход q состава, кг\ см^2:

$$q = \frac{Q}{9.62} = \frac{7.2}{9.62} = 0.75 \text{ кг\ см}^2.$$

Определим расход Q состава, кг\с:

$$Q = S \cdot q = 11.3 \cdot 0.75 = 8.5 \text{ кг\с}.$$

Расчетное время подачи состава t мин, определим следующей формулой:

$$t = \frac{M}{60Q} = \frac{51}{60 \cdot 8.5} = 0.1 \text{ мин}.$$

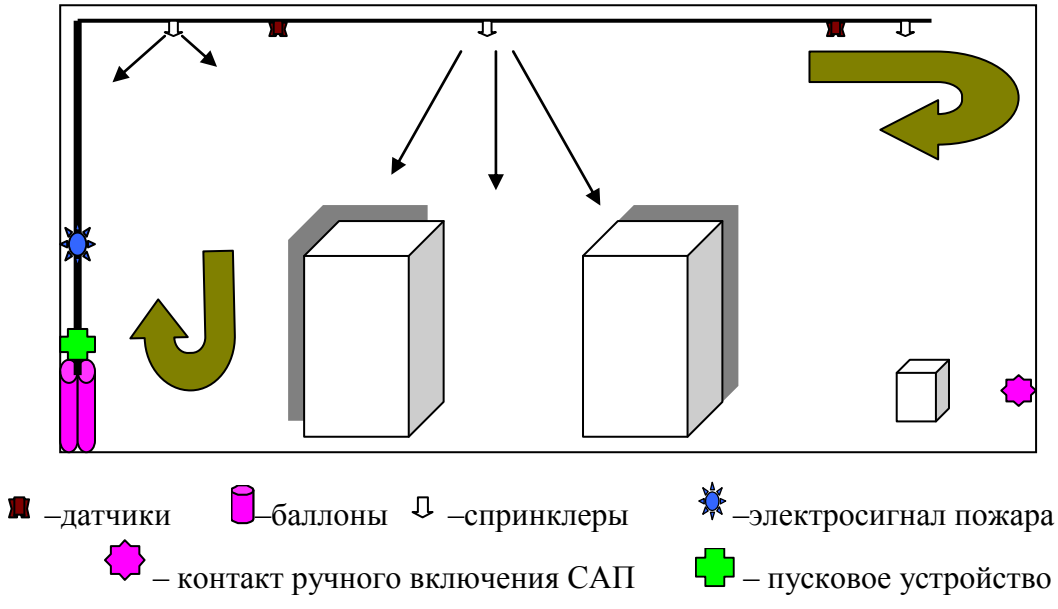

Рисунок 5.1 – Схема системы автоматического пожаротушения

Масса основного запаса состав m кг. определим по формуле:

$$m = 1.1 \cdot M(1 + ks/kd) \qquad (5.5)$$

где ks/kd - коэффициент остатка состава в баллонах и трубопроводах .

$$m = 1.1 \cdot 51\left(1 + \frac{0.2}{1.13}\right) = 66.029 \text{ кг}.$$

5.5 Расчет искусственного освещения

Для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов используем метод коэффициента использования [13].

Расчет произведем для диспетчерской комнаты. Исходные данные помещения:

– ширина комнаты, В = 2м;

– длина комнаты, L =3м;

– высота комнаты, Н = 2,8м.

Необходимое количество N, светильников:

$$N = \frac{E \cdot K_З \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_Л \cdot \eta} \quad (5.6)$$

где Е – заданная минимальная освещенность, для диспетчерской согласно «Нормам освещенности рабочих мест», Е = 300 лк;

$К_з$ – коэффициент запаса, при искусственном освещении газоразрядными лампами в комнате, $К_з$ = 1,5;

S – освещаемая площадь, м²;

Z – коэффициент неравномерности освещения Z = 1,1÷1,2;

n – количество ламп в светильнике, равно единице;

$Ф_л$ – световой поток, для ламп типа ЛД номинальной мощностью 65 Вт, $Ф_л$ = 3570 лм;

η – коэффициент использования.

В практике расчетов значение η находится исходя из связывающих геометрических параметров помещения (индекс помещения i) с их оптическими характеристиками (коэффициент отражения). Для нашего диспетчерского помещения $\rho_{пот}$ = 70%, $\rho_{ст}$= 50%, $\rho_п$=30%.

Индекс помещения i определяется:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (5.7)$$

где А – длина помещения, м;

В – ширина помещения, м;

h – расчетная высота, h = 2,8-0,7=2,1м.

Подставим данные в формулу:

$$i = \frac{3 \cdot 2}{2{,}1 \cdot (3+2)} = 0{,}57 м \quad (5.8)$$

Коэффициент использования η = 37%.

Подставляя в формулу все значения, определим количество люминесцентных ламп.

$$N = \frac{300 \cdot 1{,}5 \cdot 6 \cdot 1{,}2}{3570 \cdot 0{,}37} = 2 лампы \quad (5.9)$$

При длине комнаты три метра размещаем светильники в один ряд, с расстоянием между светильниками один метр и с расстоянием от стены то же один метр. Схема расположения светильников показана на рисунке 5.2.

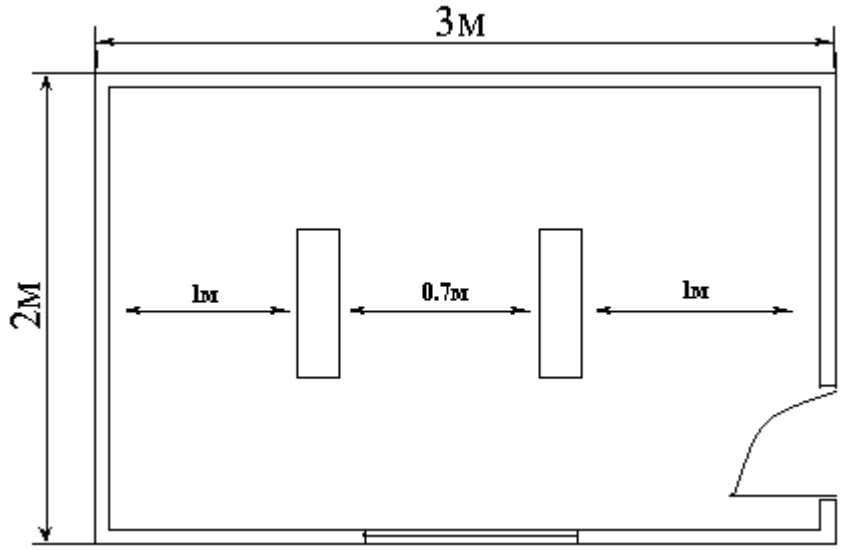

Рисунок 5.2 – Размещение светильников в диспетчерской комнате

5.6 Общие выводы

Территория торгового развлекательного центра содержится в чистоте, весь горючий мусор систематически удаляется и вывозится. Все дороги и подъезды к зданию, сооружениям и источникам воды содержатся в исправности и освещены в ночное время. Курение допускается только в специально отведенной комнате, обозначенной соответствующими надписями, обеспеченными урнами с водой. Категорически запрещается курение в технических помещениях. Все электро-разведкоробки закрыты крышками. На каждом огнетушителе имеются бирки с указанием срока приобретения или

последнего срока перезарядки. Предусмотрен план эвакуации людей на случай возникновения пожара. Коридоры, проходы, основные и запасные выходы, тамбуры, лестничные клетки содержатся в исправном состоянии, не загромождены, в ночное время имеют освещение. Входные двери на чердаки и подвалы закрыты на замки, ключи от которых хранятся в месте, доступном для получения их в любое время суток.

В помещении не происходят процессы, в которых применяются горючие и легко воспламеняющиеся вещества. На случай возникновения пожара предусмотрена возможность эвакуации людей. Все выходы являются эвакуационными, т.к. ведут из помещения любого этажа в коридор, ведущий на внутреннюю лестничную клетку, имеющую выход непосредственно наружу или через вестибюль.

Заключение

В данной работе рассмотрены различные аналоговые протоколы транкинговой связи. Произведен их сравнительный анализ по различным качественным показателям. Произведен выбор и обоснование системы стандарта MPT1327, обеспечивающего требуемый уровень сигнала на входе приемного устройства. Сделаны расчеты зон покрытия связью при различных видах антенн с учетом высот их подвеса, а также при учете различных видов застройки крупного города. Разработан бизнес-план, определены мероприятия по обеспечению жизнедеятельности.

Отметим перспективы дальнейшего развития систем транкинговой связи.

Хотя уже сейчас современные стандарты транкинговой связи способны обеспечить очень большой набор услуг и функций, всегда существует необходимость развивать и улучшать технические возможности, что в первую очередь диктуется возрастающими требованиями пользователей, а также является обязательным условием гарантии вложенных средств и подтверждением «долговечности» данной технологии. Подобно тому, как развитие систем связи «движется» в направлении к стандартам 4-го поколения, технологии транка «стремятся» включить в свои спецификации новые услуги, учитывающие современные тенденции развития связи, чтобы удовлетворить растущие требования пользователей.

Проект MESA (Mobility for Emergency and Safety Applications) был организован двумя ведущими мировыми организациями по стандартизации в сфере телекоммуникаций: Европейским институтом стандартов в области телекоммуникаций (ETSI) и Ассоциацией организаций в отрасли связи США (TIA), в ответ на растущую потребность в стандарте беспроводной технологии, которая обеспечивала бы пропускную способность канала до двух Мбит/с. Подобная система связи необходима, в частности, при проведении миротворческих операций, ликвидации последствий катастроф и организации работ при чрезвычайных ситуациях. Поэтому данный проект ориентирован, прежде всего, на службы общественной безопасности и поддержания правопорядка, неотложной и медицинской помощи и т.п.

С развитием информационных технологий стало очевидно, что для нормальной работы с современными базами данных и приложениями требуются скорости, по крайней мере, раз в десять выше тех, которые могут обеспечить существующие системы. Известно, что производительность современных проводных сетей уже достигает величин порядка терабитов в секунду, а разрабатываемые приложения все чаще рассчитаны именно на подобные скорости.

Борьба с организованной преступностью и терроризмом, аварийно-спасательные работы и другая деятельность того же рода требует кооперации и координации различных общественных служб не только внутри одной страны, но и между разными странами. Именно поэтому проект реализуется в форме международного партнерства, а его основной задачей стало создание комплекса

стандартов, утверждаемых для глобально применимых решений. MESA - это первый пример международного сотрудничества, объединяющего усилия производителей оборудования и пользователей чтобы выработать требования к беспроводным широкополосным технологиям и системам, отвечающим нуждам этих пользователей.

Для соответствия ключевым требованиям проекта MESA предлагается использовать сеть, построенную на основе IP-протокола с возможностью межсетевого взаимодействия как с сетью Интернет, так и с корпоративными сетями. Применяемая в такой сети технология рассчитана на данные передаваемые со скоростью до 2 Мбит/с. И хотя первые подобные приложения, скорее всего, будут использовать скорости порядка нескольких десятков Мбит/с, технология MESA способна обеспечить скорость выше 155 Мбит/с.

В настоящее время весьма важное значение имеет проблема эффективной работы транкинговых систем в условиях сильных электромагнитных помех, как непреднамеренных, так и преднамеренных.

Результаты данной работы могут быть использованы для разработки и внедрения систем связи, функционирующей в различных общественных учреждениях, торговых и развлекательных центрах, охранных структурах используемой службой безопасности в городских условиях.

Список литературы

1. Концепция Правительства от 04.12.2011 N 1564. «Концепция развития отрасли телекоммуникаций Республики Казахстан на период с 2011 года по 2015 год». – Алматы: Эверо, 2011.

2. Борисов В.И., Зинчук В.М. Помехозащищенность систем радиосвязи. – М.: Радио и связь, 1999.

3. Овчинников А.М., Воробьев С.В., Сергеев С.И. Открытые стандарты цифровой транкинтовой связи. – М.: МЦНТИ, 2000.

4. Системы подвижной радиосвязи./ под ред. И. М. Мышкина. – М.: Радио и связь, 1986.

5. Варакин Л.Е. Распределение доходов, технологий и услуг. Международная академия связи.- М.: Радио и связь, 2002.

6. Нормирование качества телекоммуникационных услуг. Учебное пособие./ под ред. Проф. В. П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.

7. Бутузов Ю.А. Системы радиосвязи и телевещания. Методические указания к курсовому проекту. – Алматы : АИЭС, 2005.

8. Иванов В.И., Гордиенко В.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 232с.

9. Голубицкая Е. А., Жигульская Г. М. Экономика связи. Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 2000.

10. Аманжолова К. Б. Экономика предприятий. Методические указания к самостоятельной работе студентов по курсу Экономика предприятий (для студентов технических специальностей всех форм обучения). – Алматы: АИЭС, 2000.

11. Аманжолова К. Б. Экономика отрасли. Методические указания к выполнению курсовой работы (для студентов всех форм обучения специальности Экономика и менеджмент в связи). – Алматы: АИЭС, 2001.

12. Аманжолова К. Б., Алибаева С. А. Экономика предприятий телекоммуникаций: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2003.

13. Павлов С. П., Губонина З. И. Охрана труда в приборостроении: Учебник для приборостроит. спец. вузов/ Под ред. А. Г. Алексаняна. – М.: Высш. шк., 1986.

14. Охрана труда в электроустановках. Под ред. проф. Б. А. Князевского. Учебник для вузов. Издание 2-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1977.

15. Охрана труда/. под ред. Т.Е. Хакимжанова. Учебное пособие для вузов. – Алматы: Эверо, 2006.

16. Технико-экономические особенности создания транковых систем. Компания «Информационная Индустрия». Интернет–страница: http://www.informind.ru/po/mpt 1327

17. Нормирование качества телекоммуникационных услуг. Учебное пособие. Под ред. профессора В. П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.

18. Голубицкая Е. А., Жигульская Г. М. Экономика связи. Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 2000.

19. Обзор системы Motorola. Официальный сайт компании ЛЕО Телеком: http://www.leoproduct.ru/catalog/tovar.php?binn_rubrik_pl_catelems1= 10&PHPSESSID=7bdd1fb6daa29a5bc6d034e315626aeb

20. Охрана труда. Под ред. Т.Е. Хакимжанова. Учебное пособие для вузов. – Алматы: Эверо, 2006.

21. Транкинговые системы. Компания «Транкинговые системы связи». Интернет–страница: http://ew7as.at.tut.by/trunk.html

22. Компания «ОМСК "KARAT-TELECOM"». Интернет–страница: http://www.karat-telecom.ru/Technology/mpt/mpt.shtml

23. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) РК. – Астана: Минэнерго РК, 2007. – 415с.

Приложение А

Листинг программы

```
program Trank;
uses crt;
var
T,w,f,S:integer;
P2,G1,G2,W1,W2,W3:integer;
P,N,T1,k,Pmin,Ws,Wp,Wp1,Wp2:real;
L1,L,y,d,Lmax,e:real;
b,c,e3,f1,j,k1:real;
P1,n1,n2,E1,E2,s1:real;
begin
clrscr;
writeln('Analogovi rejim');
T:=293; k:=1.38*exp(-23*ln(10));
w:=25000; f:=470; S:=25;
T1:=T+sqr(1200/f);
N:=k*T1*w;
P:=10*(ln(S/N)/ln(10));
writeln('1.Shumovaya temperatura anteni T1=',T1:1:1);
writeln('2.Moshnost shuma N=',N:1:20);
writeln('3.Otnoshenie signal-shum P=',P:1:1);
begin
writeln(' ');
writeln('Parametri dlya vichisleniya dalnosti svyazi');
Pmin:=10*(ln(k*T1*w)/ln(10))+3.9+P;
L:=ln(S/Pmin)/ln(10);
L1:=-10*ln(Pmin/S)/ln(10);
e:=exp(L*ln(2.73));
y:=20*ln(e)/ln(10);
Lmax:=14+3+3-6-23-10*(ln(k*T1*w)/ln(10));
writeln('4.Minimalnaya moshnost Pmin=',Pmin:1:1);
writeln('5.Koeficent zatuhaniya L=',L:1:3);
writeln('6.Znachenie poteri L1=',L1:1:2);
writeln('7.Zakon raspredeleniya energi y=',y:1:2);
writeln('8.Maxsimalnoe zatuhanie Lmax=',Lmax:1:2);
begin
writeln(' ');
writeln('Znachenie dalnosti svyazi');
d:=exp(((Lmax-1.7)/10*y)*ln(10));
writeln('9.Dalnost svyazi d=',d:1:2);
```

Окончание приложения А

```
writeln(' ');
writeln('Cifrovoi rejim');
writeln('Dalnost svyazi na sever');
```

```
P1:=25.7; P2:=106; n1:=0.95;
n2:=0.95; G1:=8; G2:=0;
E1:=0.9; E:=0.9; W1:=-5;
W2:=-7; W3:=-6;
Ws:=P1+n1+G1+E1+G2+n2+E2+P2;
Wp:=Ws+W1;
b:=26*ln(470)/ln(10);
c:=10*ln(25)/ln(10);
e3:=9*ln(50)/ln(10);
f1:=20*ln(1)/ln(10);
j:=20*ln(470)/ln(10);
k1:=6*ln(50)/ln(10);
s1:=(-Wp+47+b-c-e3+f1+8+32.45+j+k1)/68.8;
d:=exp(s1*ln(10));
writeln('10.Polnoe zatuhanie Ws=',Ws:1:1);
writeln('11.Dalnost svyazi na sever d=',d:1:2);
begin
writeln(' ');
writeln('Dalnost svyazi na ug');
Wp1:=Ws+W2;
s1:=(-Wp1+47+b-c-e3+f1+8+32.45+j+k1)/68.8;
d:=exp(s1*ln(10));
writeln('12.Dalnost svyazi na ug d=',d:1:2);
begin
writeln(' ');
writeln('Dalnost svyazi na vostok i zapad');
Wp2:=Ws+W3;
s1:=(-Wp2+47+b-c-e3+f1+8+32.45+j+k1)/68.8;
d:=exp(s1*ln(10));
write('13.Dalnost svyazi na ug d=',d:1:2);
end;
end;
end;
end;
end;
end.
```