

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Телекоммуникационные системы

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Зав.кафедрой

(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

« » 2016 г.

(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Разработка проекта системы связи для
горного поселения с населением 20000 человек

Специальность 5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил Галибаров Батиржан Берикович Группа МТБ-12-5
(Ф.И.О.)

Научный руководитель доцент Алавердян Е.Ц.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Консультанты:

по экономической части:

доцент Боханова Т.М.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
«9» июня 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

ст. прф. Бринеболатов А.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
«8» июня 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

к.т.н., ст. прф. Бурмисова Ю.И.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
«13» июня 2016 г.
(подпись)

(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

« » 2016 г.

(подпись)

Нормоконтролер: Делишова Т.Д. ст. пр-к
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

«13» июня 2016 г.

(подпись)

Рецензент: д.т.н. проф. Саф. Битеев М.Б.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

«13» июня 2016 г.

Алматы 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиотехники и связи
Специальность 5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра Телекоммуникационные системы

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Халибаров Батырхан Берикулович
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Разработка проекта системы связи для горного поселения с населением 20000 человек

утверждена приказом ректора № 148 от «19» 10 2015 г.
Срок сдачи законченной работы «25» 05 2016 г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

длина рабочей волны $\lambda = 4,5$ м

длина пролета Карабұлақ - Текелі = 26 км

диапазон частот = 7,125 - 7,725 ГГц

мощность передатчика \approx NERA NL 187 = 28 дБм

коэфф. усиления = 45,4 дБ

диаметр антенны = 1,2 м

коэфф. системы = 117 дБ

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

Особенности распространения радиоволн в горной местности

Организация радиосвязи линий связи в горной местности

Особенности развертывания линий связи в горной местности

Критерии выбора оборудования для развертывания РРЛ в горн. местн.

Влияние климатических условий на интервалы РРЛ

Применение пассивных ретрансляторов в горной местности

Расчет параметров радиосвязи линий связи для горного поселения.

Определение устойчивости сигнала в высокогорной станции

Расчет параметров пассивного ретранслятора

Расчет вероятности нарушения связи из-за многолучевого распространения радиоволн на пролете РРЛ Текелі - Карабұлақ

Безопасность жизнедеятельности

Бизнес план

- Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
1. Распространение радиоволн в горной местности
 2. Статистика распределения величины d для центральной части РК
 3. Виды рефракции радиоволн
 4. Уменьшение просвета
 5. Пассивный рефраксметр типа "преломление"
 6. Статистическое распределение глубины затуханий для трассы с пассивным рефраксметром типа преломление и с дифракционной линзой
 7. Прямые дифракционные линзы
 8. Зависимость коэффициента d от угла φ
 9. Интервальные кривые распределения глубины затуханий

Основная рекомендуемая литература:

Артемов А.В. Организация радиорелейных линий связи в горной местности
 Очерков Л.Т., Куликов В.В., Волков Е.Ф. Радиорелейная и пространственная связь
 Халикин А.Н., Гуреев Е.З. Распространение радиоволн и работа радиолиний.
 Пилипченко М.Т. Проектирование радиорелейных линий
 Халикин А.Н. Расчет трасс цифровых радиорелейных линий
 Халикин А.Н., Моден А.М., Серавошкин по радиорелейной связи
 Балашова Н.Н. Охрана труда на предприятиях связи
 Толубина Е.А., Митуская Т.М., Экономика связи

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Бизнес план	Боканова Т.И.	01.04 - 30.05.16	
БМД	Богданов Р.И.	01.04.16 - 30.06.16	
Вопрос. техника	Евдокимов С.И.	01.04.16 - 13.06.16	
Плех. часть	Алавердян Е.И.	01.04.16 - 13.06.16	

График подготовки дипломного проекта.

[illegible]

Дата выдачи задания « » 201 г.

Заведующий кафедрой _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Научный руководитель
Проекта _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Андатпа

Осы жобаға дипломдық тау халқы үшін байланыс жүйесін ұйымдастыру мәселелері қаралды қоныстар 20000 адамды құрайды. Осындай қонысты тау бөктерінде Жоңғар Алатауы Текелі қаласы ретінде таңдалды.

Радиотолқынды тарату ерекшеліктері және байланыс желілерін келтірілген өрістету тау жағдайында. Радиорелейлік байланыс желісін параметрлерін есептеу батысында Анд таулы аймағы жағдайында жүргізілді.

Электр қауіпсіздігі талдау бөлімінде еңбек жағдайларын, тіршілік қауіпсіздігі мәселелері қаралды. Осы жобаны енгізу тиімділігін және есеп табыс еткен экономикалық негіздемесі келтірілген.

Аннотация

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы организации системы связи для горного поселения населением 20000 человек. В качестве такого поселения выбран город Текели в предгорьях Джунгарского Алатау.

Приведены особенности распространения радиоволн и развертывания линий связи в горных условиях. Произведен расчет параметров радиорелейной линии связи в условиях высокогорья.

В разделе Безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы анализа условий труда, электробезопасность. В бизнес-плане приведено экономическое обоснование и расчет эффективности внедрения данного проекта.

Annotation

In this degree project questions of the organization of a communication system for the mountain settlement are considered by the population of 20000 people. As such settlement the city of Tekeli in the foothills of the Dzungarian Ala Tau is chosen.

Features of distribution of radio waves and expansion of communication lines are given in mountain conditions. Calculation of parameters of the radio relay communication line in the conditions of highlands is made.

In the section Health and safety questions of the analysis of working conditions, electrical safety are considered. The economic justification and calculation of efficiency of introduction of this project is given in the business plan.

Содержание

Введение	7
1 Особенности распространения радиоволн в горной местности	8
2 Организация радиорелейных линий связи в горной местности	9
2.1 Особенности расширения линий связи в горной местности	9
2.2 Критерии выбора оборудования для расширения РРЛ в горной местности	11
2.3 Учет влияния климатических условий на интервалах РРЛ	12
2.4 Применение пассивных ретрансляторов в горной местности	16
3 Расчет параметров линии связи радиорелейной для горного поселка	20
3.1 Определение устойчивости сигналов горной станции	20
3.2 Определение медианного значения множителя ослабления на интервале РРЛ в горной местности	24
3.3 Расчет параметров пассивного ретранслятора	25
3.4 Расчет вероятности нарушения связи через многолучевое распространение радиоволн на пролете РРЛ Текели – Карабулак	27
3.4 Расчет селективного замирания	37
4 Безопасность жизнедеятельности	40
4.1 Анализ помещения	40
4.2 Создание оптимальных условий труда оператора на рабочем месте	41
4.3 Расчет вентиляции	42
4.4 Обеспечение условий электробезопасности	45
4.5 Пожарная безопасность	48
5 Бизнес-план	49
5.1 Резюме	49
5.2 Компания и филиал	50
5.3 Описание сервиса	50
5.4 Анализ рынка сбыта	51
5.5 Управление	51
5.6 Маркетинг	52
5.7. финансовый план	52
Заключение	61
Список использованной литературы	62
Приложение	64

Введение

В условиях распределения горного района радиоволн имеет свои особенности, влияет на работу радиотехнического оборудования: погрешность измерительных устройств увеличивается, качество связи и т.д. ухудшается. В горах необходимо для организации эффективного общения и эффективной работы радиотехнических средств компетентных размещений оборудования выбор оптимального способа ретрансляцией сигналов, комплексное использование систем оборудования, а также опыт эксплуатации этих сетей [1]

Расширение беспроводных системах связи, связанная с решением большого числа сопутствующих организационных и технологических задач. При расширении систем в горном районе трудности значительно возрастет. Это накладывает ряд специфических требований к оборудованию, которое используется для организации беспроводной связи [2]

Если на плоские маршруты РРЛ 40 - 50 км в длину и волн 2 - 10 см стихает глубину досягаемости 30 - 40 дБ, то на одних и тех же волн в горных условиях, стихает наблюдается лишь на расстояниях 100 - 150 км.

Уровень сигнала в горных районах достаточно слабо меняется с изменением погоды. Как показывают эксперименты, на волнах длиннее, чем 30 см ослабления практически не наблюдается при изменении погодных условий, даже на длинных маршрутов (150 - 160 км), а глубина стихает незначительна. На коротких горных интервалах (50 - 60 км короче) прохождения сигнала достаточно устойчивым и, следовательно, стихает может быть вообще не рассматриваются.

Для того, чтобы принять решение об основных требованиях к оборудованию, необходимо четко представлять специфику работы в условиях гор. Во-первых, плотность населения небольшая, удаленность населенных пунктов друг от друга и тяжелого географического рельефа. Поэтому организация в горах земли (волоконно-оптические, провода) каналы связи очень сложно технически и экономически крайне неэффективно

Вторая особенность организации радиорелейных систем связи в горной местности технические и административные сложности их создания. Несмотря на общий принцип организации основных каналов, их строительство в горной местности существенно отличается от «плоского» случая [2].

В этой степени проекта необходимо рассмотреть вопросы организации системы связи для горного поселения на примере города Текели, который находится в предгорьях Джунгарского Алатау на высоте около 1300 метров над уровнем моря считаются.

1 Особенности распространения радиоволн в горной местности

В горных районах, прямой видимости между антеннами соседних ретрансляционных станций может достигать расстояния 100-200 км. Поверхность земли в этих районах сильно пересеченная долины и холмы, и отражается от поверхностной волны в большинстве случаев оказывается очень небольшой уровень. Таким образом, в открытом альпийские трассы причиной замирания сигнала ч, в основном, отраженные волны от неоднородностей в тропосфере [3].

Там могут быть условия в горных районах, в которых отраженная волна от поверхности земли имеет достаточно большую амплитуду и может вызвать глубокое вмешательство выцветанию. Такие условия возможны, когда распространение происходит на относительно плоской долине или воде горного озера. Однако, в горах может быть относительно легко избавиться от отраженной волны, помещая одну из ретрансляционных станций таким образом, чтобы эта волна была экранированных расположена вблизи передатчика или приемника точек препятствий.

Кроме того, как показывает практика, чем больше разница между высотами приемных и передающих антенн с интервалами, тем менее вероятно, он пришел от волн, отраженные от тропосферы. Таким образом, в горных районах целесообразно выбрать расположение ретрансляционных станций с интервалами с большой разницей по высоте [3]

Для сравнения, если в плоском дорожках длиной РРЛ 40-50 км, и волны 2-10 см замиранием достигают глубины 30-40 дБ, одни и те же волны в горах опадают наблюдается только на расстоянии 100-150 км,

Уровень сигнала в горных районах, а незначительно меняется от перемены погоды. Эксперименты показывают, что при длинах волн более 30 см ослабления почти не меняется погода даже на длинных маршрутов (150-160 км), а глубина замирания мала. В коротких дистанциях альпийской (менее 50 - 60 км), поток сигнала достаточно стабилен, и, следовательно, не выцветают могут быть приняты во внимание [3].

Дифракция затухания радиоволн в зависимости от размера, формы и электрических характеристик препятствий и длины волны. Чем короче рабочая волна (выше частота), тем больше радиоволн ослабляются. За счет увеличения высоты проникновения помех радиоволн в теневой области уменьшается (рисунок 1), связь ухудшается. Антенны желательно поднять мачту или выбрать место размещения станций на противоположных склонах горных хребтов, ущелий и каньонов.

Затухания Дифракция уменьшается, если связь маршрут радио проходит через острые выступы или горы. Рассеяния радиоволн острыми копиями увеличивает уровень сигнала в тени, особенно заметно в диапазоне УКВ. Использование в узконаправленной антенны, которые обеспечивают влияние пикообразное вершины, улучшает стабильность связи в горной местности.

Нежные вершины помогают увеличить дифракционную затухания излучения из-за дополнительных потерь в почве на вершине горы горного хребта.

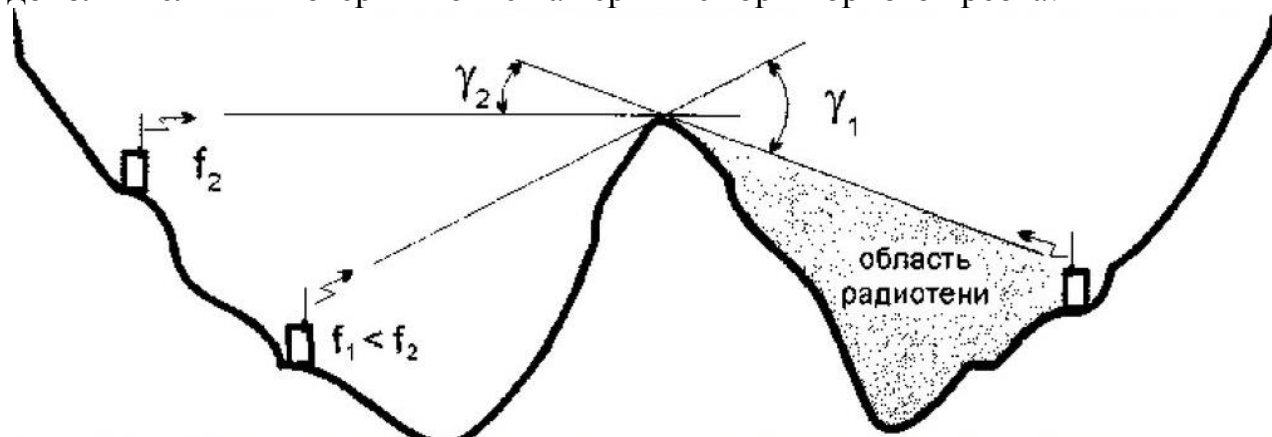


Рисунок 1 – Распространение радиоволн в горной местности

2 Организация радиорелейных линий связи в горной местности

2.1 Особенности размещения линий связи в горной местности

Развертывание беспроводных систем связи, связанных с решением большого количества взаимосвязанных организационных и технологических проблем. При развертывании системы существенно увеличиваются трудности в горной местности. Это делает ряд специфических требований к оборудованию, которое используется для организации беспроводной связи.

Для того чтобы определить основные требования к оборудованию, вы должны четко понимать специфику работы в условиях гор. Во-первых, это небольшая плотность населения, удаленность населенных пунктов друг от друга и сложной географической местности. Поэтому организация в горах наземных (волоконно-оптических, проводных каналов связи) является достаточно сложной задачей технически и экономически крайне неэффективно.

Вторая особенность организации радиорелейных систем в горной местности, являются технические и административные сложности их создания. Несмотря на общий принцип организации основных каналов, их строительство в горных районах существенно отличается от обычного дела. Эта разница называется "безвариантность".

Рассмотрим пример организации эфирного интервала между двумя объектами в направлении интереса для различных организаций (правоохранительных органов, поставщиков услуг и др.). Первое, что вам нужно - антенно-мачтовых сооружений и мощности для них. Строительство антенных башен требует возведения фундамента геодезических изысканий, проектирования, очень трудно качаться. Организация власти предусматривает создание или удаление существующих линий электропередач или источник бесперебойного блока питания, например, дизель-генератор. Кроме того, необходимо получить разрешение по частоте, согласиться на строительство

дренажной зоны, для подключения к существующим линиям электропередачи, или решить проблему для транспортировки топлива автономного энергоснабжения. Если все вышеперечисленные проблемы решаются, и первым пользователем встроенной антенной мачты структуры, стационарное оборудование на них, начал работать. Следующий заинтересован в том же направлении, пользователь имеет два варианта - либо согласиться на аренду помещений в существующих объектах или построить их дальше, повторяя тернистый путь первопроходца. Перестройка не просто, но это на самом деле на равнине. И в горах из-за рельефа местности гораздо сложнее - часто, чтобы закрыть какой-то одно направление (например, для организации радиорелейной маршруту вдоль ущелья), возможно только одно место установки антенны мачтовых сооружений и, следовательно, оборудование [2]

проблема частотного ресурса непосредственно связана с длиной интервала радиорелейной передачи. Чем дольше интервал, тем ниже рабочая частота должна быть. Если, например, на расстоянии 10-15 км, вы можете использовать частотные диапазоны оборудования до 23 ГГц (необходимо учитывать необходимую емкость данных интервала), в 50 км и выше только допустимого диапазона 6-8 ГГц. А так как ресурс не бесконечен, это не тот факт, что третий (или четвертый, пятый и т.д.), пользователь ничего не осталось от него. На первый взгляд это может быть легко решить проблему нехватки частот - перейти к другой, более высокий диапазон частот. Но даже здесь есть трудности. При желании мы не можем обмануть природу - есть возможности для распространения радиоволн различных частотных диапазонов, и чем выше диапазон, тем больше затухание сигнала он. Теоретически, эта проблема может быть преодолена путем попытаться увеличить размер и, следовательно, получить антенн, используемых. Но установить большие антенны требуют достаточного количества свободного места на башне, специальные меры могут потребоваться, чтобы поднять антенну и ее установку. Кроме того, увеличение ветровой нагрузки на мачтовых сооружений антенны, которые могут быть очень важны для его работы в горах. И даже если это возможно, чтобы решить эти проблемы, мы можем столкнуться с дилеммой - а имеет ли смысл увеличить размер антенн для более высоких диапазонов, если до сих пор атмосферное затухание и замирания сигнала в этих диапазонах на большие расстояния часто превышают получает выигрыш? Мы не должны забывать, что в горах суточных перепадов температур - довольно частое и, как следствие, может быть туман, осадки и т.д. [3, с.47].

2.2 Критерии выбора оборудования для развертывания РРЛ в горной местности

Для организации магистральных каналов в горной местности практически нет вариантов - все "блеск" в том же направлении, с одной антенной башни на соседних частотных каналах. Таким образом, есть только один выход - выбор оборудования, которое позволит как можно больше, чтобы вписаться в определенные рамки. Это можно рассматривать как первый критерий отбора.

Другим критерием для выбора основного оборудования должна быть ее гибкость и возможность масштабирования с минимальными дополнительными затратами. Под универсальностью оборудования означает его способность передавать различные форматы данных. Нет необходимости устанавливать оборудование сначала был оборудован всеми необходимыми интерфейсами - достаточно для того, что она готова к такой экспансии в будущем. Это расширение является составной частью "масштабирование" концепции. Второй компонент этой концепции определяется постоянно растущими требованиями к информационной емкости канала уже формируется - часто возникает необходимость увеличения пропускной способности без изменения ее структуры к уже существующим оборудованием в пределах выделенного частотного ресурса.

Исходя из вышеизложенного, мы перечислим основные требования к оборудованию беспроводной радиорелейных магистральных каналов связи, которые использовали в горной местности.

- 1). Поддержка возможен широкий диапазон частот.
- 2). Оптимальное использование частотного ресурса, то есть, способность работать в соседних номиналов, позволяя рабочую полосу выбора канала, в зависимости от имеющихся ресурсов.
- 2). Возможность наиболее безболезненным регулирования рабочей частоты в пределах определенных частотных диапазонов - часто реорганизации тренажерами даже в том же диапазоне частот, он требует замены аппаратных средств.
- 4). Поддержка большого числа доступных уровня модуляции - это позволяет увеличить скорость информационного канала на существующем частотном ресурсе, применяя скорость модуляции (конечно, с достаточной силой сигнала).
- 5). Одновременное использование различных сетевых интерфейсов с гибким соединением балансировки полосы пропускания между ними (например, между потоками E1 и канала Ethernet). Масштабирование генерируется СВЧ-связи без замены аппаратной частью. Использование наиболее универсальных блоков и модулей, чтобы свести к минимуму количество деталей (например, интерфейс аппаратные модули должны работать с различными блоками радиодиапазоне интерфейсные модули должны включать в себя возможность их транспозиции от одного шасси к

другому и т.д.). И, конечно же, оборудование должно быть надежным. Услуги связи центров в горах очень дорого - только для того, чтобы добраться до удаленного подключения горной местностью, вам может понадобиться специализированный автомобиль (например, вертолет - в зимний период, когда дороги в проходах или покрытые снегом или заблокирован из-за вероятности схода лавин и селей) [3].

Конечно, все оборудование должно быть выбрано в первую очередь на основе проблемы, которую он должен решить. Поэтому, возможно, что оборудование, необходимое для выполнения конкретной задачи, не будет соответствовать некоторые из вышеуказанных требований. Это не означает, что оборудование, безусловно, не подходит - она может решить ряд других, более важное значение для этой проблемы установки. Но, конечно же, тем ближе аппаратные возможности с этими требованиями, тем лучше. [3, с. 48].

2.3 Влияние климатических условий на интервалах РРЛ

Распространение на УКВ диапазонах РРЛ линии прямой видимости происходит в нижнем слое тропосферы, в котором энергия радиоволн поглощается и частично отражается от его электрических неоднородностей. Кроме того, радиотехнические испытания тропосферной рефракции - искривление траектории. Электрические свойства тропосферы, тянущиеся УКВ характеризуются степенью неоднородности воздуха диэлектрической проницаемости ϵ в вертикальном направлении, то есть, вертикальный градиент диэлектрической проницаемости $\gamma = d\epsilon / dh$ /

Если ϵ сводится к высоте H , величина γ является отрицательным, если ϵ растет с высотой, γ положительное значение. Так как ϵ меняется в зависимости от высоты и длины дорожки (нелинейно), ввел понятие "эффективной" диэлектрической проницаемости воздуха градиента $d\epsilon / dh$ [5]. Под значением GE реализовать такой постоянный градиент ϵ , где напряженность поля в приемном устройстве будет такой же, как и в случае реальных изменений на трассе ϵ .

За случайного характера изменения метеорологических условий вдоль маршрута и скорости глубины замирания с течением времени являются случайными величинами и могут быть определены только статически - путем долгосрочного мониторинга условий прохождения радиоволн на различных маршрутах. В качестве примера приведем на рисунке 2.1 [5], статистическое распределение величины ϵ для центральной части Казахстана.

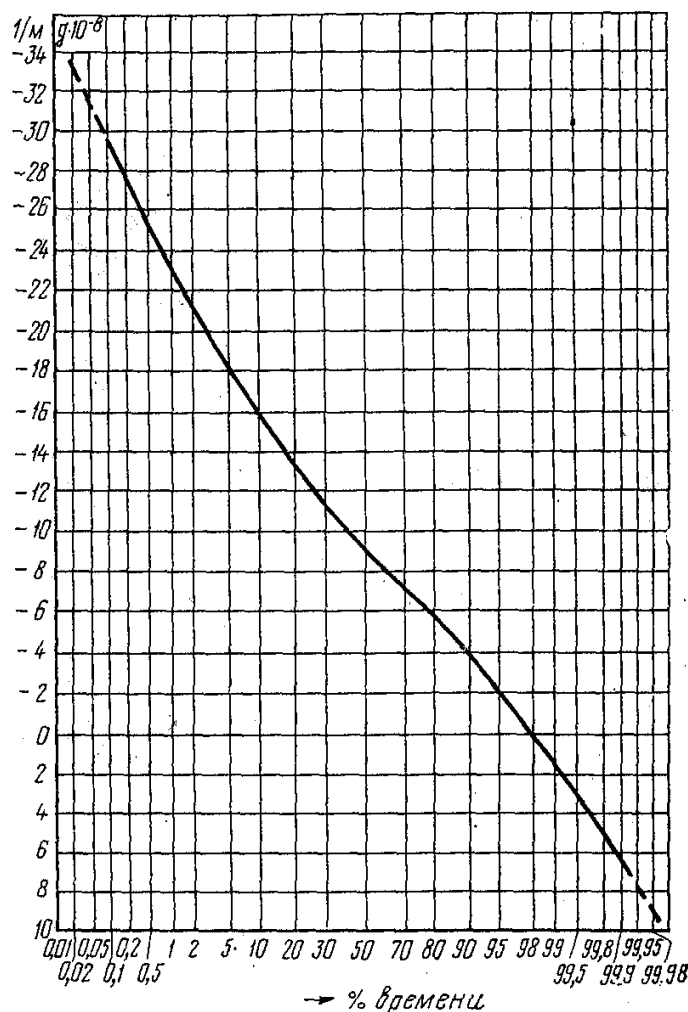


Рисунок 2.1 – Статистическое распределение величины g для центральной части Казахстана

Для большинства районов территории Казахстана статистическое распределение величины g может быть приближена нормальным (гауссовым) законом. Как хорошо известно [5] нормальный закон статистического распределения случайной величины (в данном случае, GE) характеризуется двумя параметрами: средним значением g и стандартное отклонение.

Если мы предположим, что ε меняется с высотой линейно, преломление могут быть приняты во внимание, а не вводить реальный радиус Земли эквивалентны R_s R_k [5]:

$$R_{\varepsilon} = \frac{R_3}{1 + \frac{R_3}{2} g}, \quad (2.1)$$

где R_{ε} – эквивалентный радиус Земли, при котором траектории радиоволн можно считать прямолинейными.

Уменьшение g с увеличением высоты (отрицательное значение) приводит к искривлению траектории волны выпуклостью вверх (рисунок 2.2)

[3], что эквивалентно значению $R_э > R_з$. Это увеличивает дальность действия связи. При увеличении g с увеличением высоты получаем $R_э < R_з$ - уменьшение дальности связи. Очевидно, что при $g = 0$ $R_э = R_з$.

Из формулы (2.1) следует, что при $g = -2/R_з$ $R_э = \infty$, т.е. Земля как бы становится плоской. Траектория волны искривляется так, что остается все время параллельной поверхности Земли. Такая рефракция называется критической. Если $g = 8 \cdot 10^{-8} \text{ 1/м}$,

$$\text{то } R_э = \frac{4}{3} R_з = 8500 \text{ км}$$

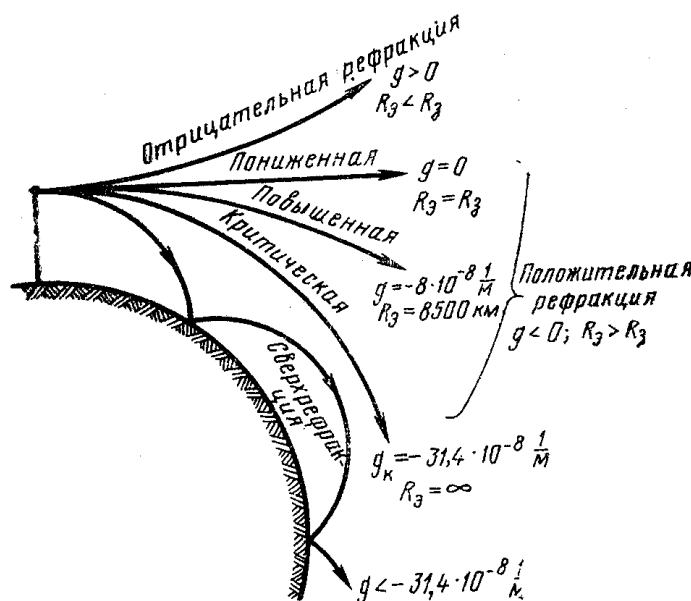


Рисунок 2.2 – Виды рефракций радиоволн [6]

Тогда рефракция называется стандартом. Это наиболее распространенный случай преломления, обусловленное средним состоянием тропосферы. При $-31,4 \cdot 10^{-8} \text{ 1/м} < g < -8 \cdot 10^{-8} \text{ 1/м}$ рефракция называется усиливается. Там могут быть случаи атмосферной рефракции и соответствующие значения g и $R_э$ показаны в таблице 2.1.

Уравнение линии, представляет профиль условный нулевой уровень, имеет форму параболы. Тогда, принимая во внимание рефракцию уравнение линии, которая представляет профиль уровня моря (или условного нуля) имеет вид:

$$y_э = \frac{R_0 R}{2 R_э} (1 - k) = \frac{R_0 R}{2 R_э} (1 - k) \left(1 + \frac{R_з}{2} g\right), \quad (2.2)$$

где $k = Ri/Rb$ — относительная координата наивысшей точки профиля.

Таблица 2.1 - Значения g и R_s при различных видах рефракции

Виды рефракции	g , 1/м	R_s , км	Траектория распространения радиоволн
Отрицательная	> 0	< 6370	Выпуклостью вниз к Земле
Нулевая	0	6370	Прямолинейная
Положительная	< 0	> 6370	Выпуклостью вверх
Стандартная (нормальная)	$-8 \cdot 10^{-8}$	8500	Выпуклостью вверх
Критическая	$-31,4 \cdot 10^{-8}$	∞	Волны распространяются параллельно земной поверхности
Сверхрефракция	$< -31,4 \cdot 10^{-8}$	< 0	Многократное отражение от поверхности Земли

Следовательно, введение R_s трансформирует профиль интервала (рисунок 2.3) [3]. В результате чего меняется просвет H между линией, соединяющей передающую и приемную антенны, и профилем интервала.

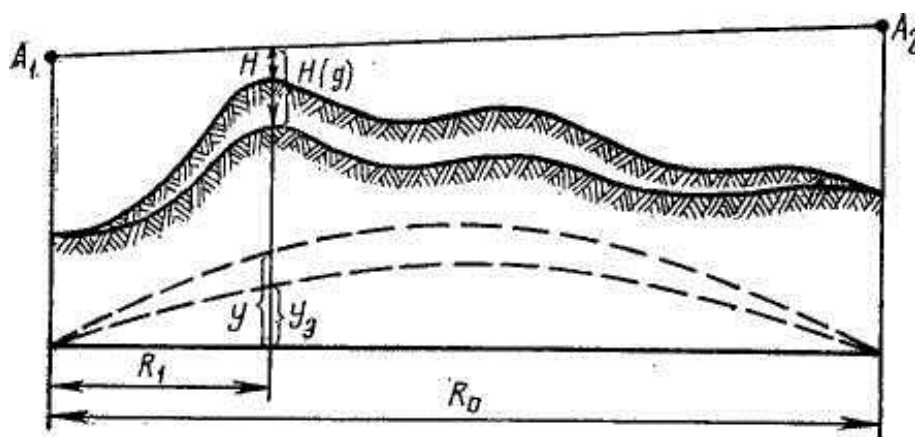


Рисунок 2.3 – Изменение просвета

Для большинства областей интервалов профили должны учитывать нормальную ось преломления ($R_s = 8500$ км). Для районов с профилями высокой рефракции интервалы должны быть построены при $R_s = 10000$ км.

Дуга кривизны Земли может ожидать следующее: иметь нормальную рефракцию.

$$Y = \frac{R_1 R_2}{17} \text{ м},$$

для повышенной рефракции

$$Y = \frac{R_1 R_2}{20} \text{ м},$$

где R_1 — расстояние, км от наивысшей точки профиля (препятствия) до ближайшей станция слева; R_2 — расстояние от препятствий до ближайшей станции справа; км.

Приращение просвета $\Delta H(g)$ при данном значении g равно разности значений Y и Y_0 [7]:

$$\Delta H(g) = Y - Y_0 = -\frac{R_0^2}{4} g \cdot k(1-k), \quad (2.3)$$

Таким образом, изменение просвета при изменении условий рефракции можно учесть, введя во всех расчетных формулах вместо величины просвета Y величину эквивалентного просвета

$$H(g) = H(0) + \Delta H(g) = H(0) - \frac{R_0^2}{4} g \cdot k(1-k), \quad (2.4)$$

где $H(0)$ — значение просвета при отсутствии рефракции, определяемое из профиля интервала, построенного при $g = 0$; ($R_0 = R_3$).

2.4 Использование пассивных транспондеров в горной местности

При проектировании РРЛ бывают случаи, когда два активных радиорелейных станций (РРС), расположенные на относительно небольшом расстоянии друг от друга, есть препятствие, и, следовательно, обеспечивают стабильную радиорелейной связи без дальнейшего промежуточная станция невозможно. Дополнительного активного промежуточной станции на холме или сильным увеличением высоты антенны поддерживает КПП в таких случаях экономически нецелесообразно. Таким образом, эти препятствия должны "получить" или "преодолеть", вместо того чтобы использовать активный пассивный транспондер (PR).

Пассивный транспондер отличается от активного радиорелейной станции, он испытывает недостаток в любой усиливает аппарат. Пассивные транспондеры повторно излучают электромагнитную энергию, передаваемую данной антенной предыдущей активной станции в направлении расположения активного КПП следующий [4].

ол Применение не только увеличивает напряженность поля в месте приема, но также повышает стабильность сигнала за счет уменьшения глубины быстрого замирания. Это связано с тем, что быстрое замирание, вызванных волнами, отраженными от атмосферных неровности уменьшаются в результате резкого увеличения основной дифракционной волны уровня. Пассивный транспондер может использоваться для увеличения длины интервала 70-100 км, что может снизить капитальные и эксплуатационные расходы, а также для уменьшения высоты антенны поддерживает активные

РРС, сохраняя при этом продолжительность интервалов 50 -60 км, что делает его легче работу РРЛ и улучшает ее устойчивость к шумам.

Пассивный транспондер может использоваться для увеличения длины интервала 70-100 км, что может снизить капитальные и эксплуатационные расходы, а также для уменьшения высоты антенны поддерживает активные РРС, сохраняя при этом продолжительность интервалов 50 -60 км, что делает его легче работу РРЛ и улучшает ее устойчивость к шумам. Наиболее широко используется РР, полученные в горных районах [7].

В одном или двух металлических пластин (или сетки), которые отражают падающий на них электромагнитной энергии в направлении дальнейшего КПП, прямоугольные или круговые решетки (ПР типа «препятствие»), дифракционные линзы, две антенны связаны друг использовать как РР может "короткая длина сегмента питатель, один из которых принимает сигнал, передает его на второй дальнейшей РСС и других типов реле.

Пассивные ретрансляторы "препятствия", такие как повторители рассеяния типа, который повторно излучают энергию падающей волны во всех направлениях, в том числе и в Вашей местности. Чаще всего этот тип РР выполняется в прямоугольной или круглой металлической сетки (рисунок 2.4) [8], установленный на заранее выбранный, в большинстве случаев, высокие точки профиля трассы.

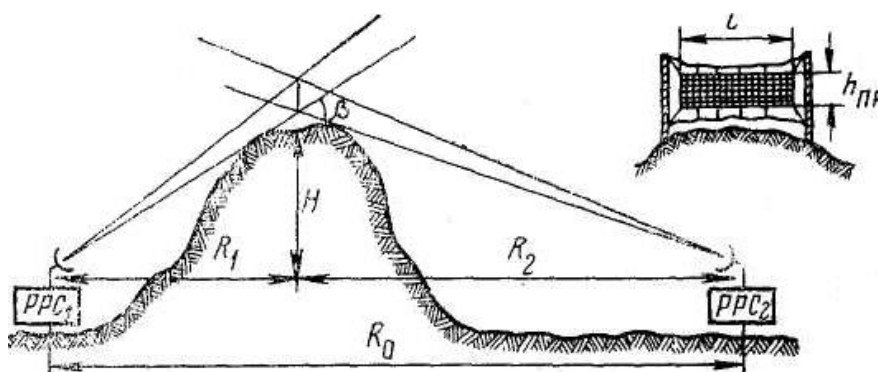


Рисунок 2.4 – Пассивный ретранслятор типа «препятствия»

Металлическая сетка подвешивается на небольших опорах, но на такой высоте, чтобы обеспечивалась прямая видимость между нижней стороной сетки ПР и антеннами обеих активных РРС. Плоскость сетки устанавливается перпендикулярно линии, соединяющей антенны активных РРС. Размеры оказываются мало критичными и составляют примерно один-два метра по вертикали и несколько десятков метров по горизонтали.

Для расчета устойчивости интервала РРЛ с использованием типа «препятствия», используя формулы (6.35), (6.39) и (6.41) [8], по известным параметрам аппаратуры определяется значение $V_{\text{мин}}$, дБ, и вычисляется энергетический запас на замирания зала ΔV , дБ:

$$\Delta V = V_{\min} - V. \quad (2.5)$$

Устойчивость работы интервала; протяженностью 80—100 км одинарном приеме для одноэтажного пассивного ретранслятора определяется по кривой 1 рисунок 2.2 [9] На интервалах РРЛ в пределах 50 км для среднeperесеченной местности устойчивость работы в диапазоне 4000 МГц ориентировочно можно определить по кривой 2 рисунок 2.2.

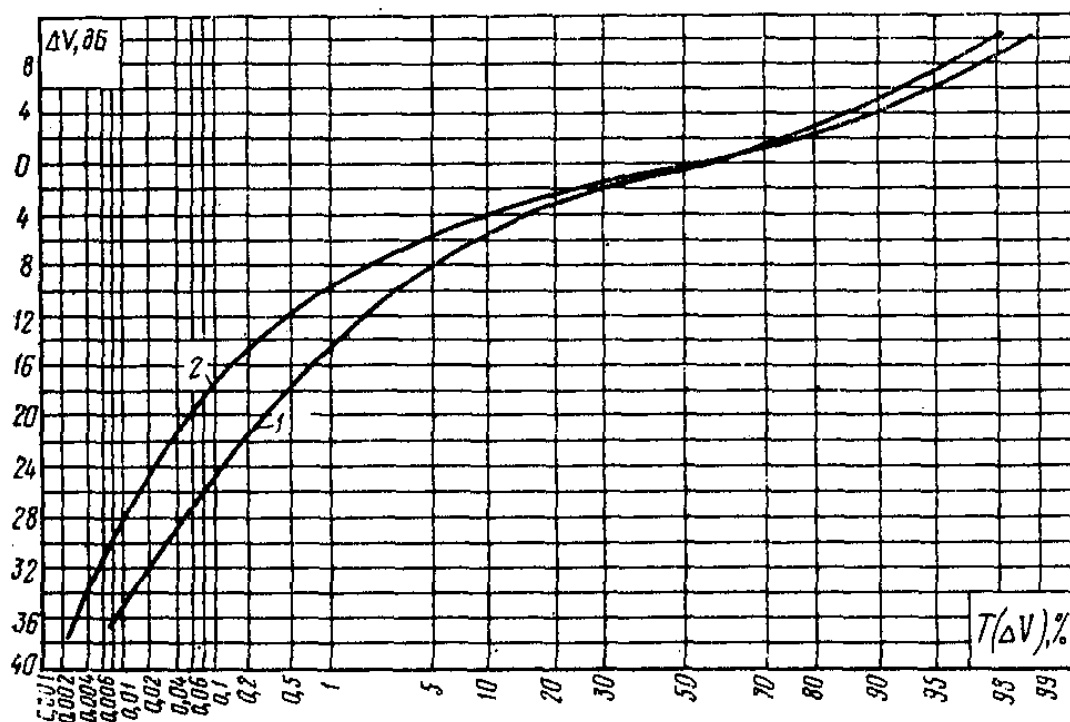


Рисунок 2.5 – Статистическое распределение глубины замираний для трассы с пассивными ретрансляторами типа препятствия (кривая 1) и с дифракционной линзой (кривая 2)

Пассивный тип транспондеров дифракция линза, изготовленная из металлической сетки различных конфигураций, в отличие от PR типа "помехи", установленный на высоте выпуклой формы (без пробелов), чем поддерживает и непосредственно на поверхности препятствия (рис 2.6 а, б, в, г) . Тем самым искусственно обостряется профиль препятствий, который работает как клин и дает затухания поля меньше выпуклой препятствия. Такое препятствие увеличивает долю напряженности, в первую очередь, в результате гребне обострения и, во-вторых, из-за фокусирующего эффекта приводит к формированию максимального поля в главном направлении. По этой причине они были названы PR дифракционные линзы.

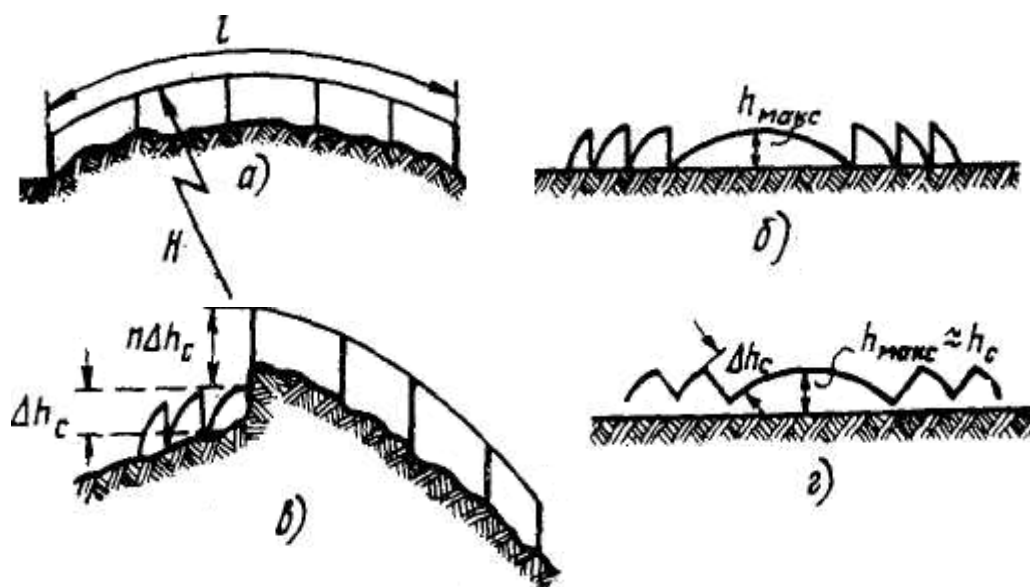


Рисунок 2.6 – Профили дифракционных линз: а — выпуклый гребень; б — зубчатый гребень; в — ступенчатый гребень; г — зубчатый гребень с наклоном

Необходимым условием нормальной работы дифракционной линзы должен иметь прямой видимости между всеми точками верхней линии антенн и активных РРС. Этот объектив обеспечивает синфазных добавления волн переизлучается все периферийные районы. Следует отметить, что, когда существует переизлучать прямое чистый дефазировке волны средней части сетки и ее рентабельности, а также эффективность реемиссия ниже.

Дифракционная линза также может быть использован для изменения направления трассы. В этом случае объектив может быть установлен на природном склоне горы, или "ухабистой гребня хребта. В зависимости от наклона объектива, чтобы получить горизонтального угла токарного дорожки. Дифракционные линзы обеспечивают *увеличение* поле дифракции на десятки децибел *иногда* заметного выцветания и позволяют создавать экономически эффективную линию связи [10].

В нормальных условиях, самый тип обычного пассивного транспондера является плоский металлический лист нужного размера и геометрии. Основной принцип такого повторителя известный еще со времен школьного курса физики - "угол падения равен углу отражения". Однако, при работе в горах, эти углы падения и отражения следует рассматривать в двух направлениях - горизонтальной и вертикальной. К сожалению, плоский лист, не всегда можно обеспечить на желаемый угол отражения сразу в обеих плоскостях. В этой ситуации необходимо проводить специальные расчеты, на основании которой письмо сделан отображения сложной геометрии. Однако, в случае небольшой разницы в высоте между начальной и конечной точек маршрута реле радиосвязи, повторитель на основе плоского металлического

листа может быть оправдано в качестве решения технической и экономической стороны. [11]

В ситуациях с большой разницей высот между начальной и конечной точек трека лучшим решением может быть стыковки двух антенн в "спина к спине" через волновод. В этом случае через выравнивание антенн в вертикальной и горизонтальной плоскостях, упрощенное решение проблемы, "угол падения - угол отражения." Однако, в этом методе имеет негативную сторону. Угол между падающим и отраженным лучами должно быть настолько большим, насколько это возможно, потому что в противном случае повторно передан сигнал подвергается интерференционных эффектов основного сигнала.

Таким образом, оба метода пассивного реле имеют свои плюсы и минусы, и выбор той или иной метод должен проводиться для каждого отдельного случая. Общим недостатком обоих вариантов является то, что любой пассивный рефлектор требует значительного увеличения размеров антенн, используемых на повторно передаваемого диапазона, и не снимает вопрос о строительстве по крайней мере, некоторые антенных вышек [2. 49].

3 Расчет параметров СВЧ радиолинии для горного поселка

3.1 Определение устойчивости сигналов горной станции

Расчет средней мощности сигнала на входе приемника [11]
Микроволновые альпийской "станции по формуле:

$$\bar{P}_{np} = \frac{P_{nd} G_{nd} G_{np} \eta_{np} \eta_{nd} \lambda^2}{16\pi^2 R_0^2} \bar{V}^2 \quad (3.1)$$

где \bar{V}^2 — среднее значение квадрата множителя ослабления, которое рассчитывается по формуле, дБ

$$10\lg \bar{V}^2 = V_{med} + 0,115\sigma^2 \quad (3.2)$$

Здесь V_{med} — медианное значение множителя ослабления, т. е. значение множителя ослабления V для 50% времени, σ — среднеквадратичное отклонение глубины замираний. Медианное значение множителя ослабления, дБ.

$$V_{med} \approx -q \frac{R_0}{\lambda^2} \quad (3.3)$$

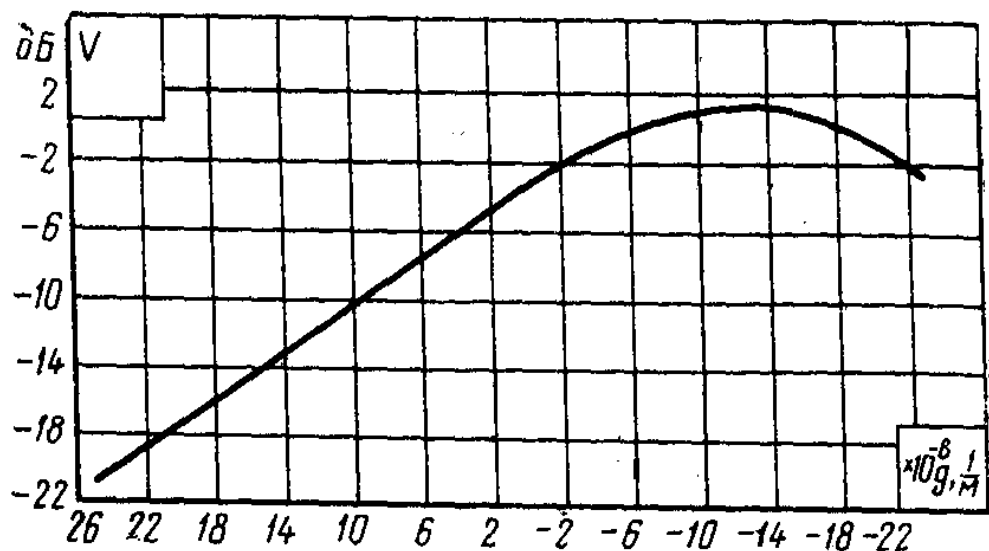


Рисунок 3.1 – Зависимость коэффициента q от угла ϕ

где q — коэффициент, учитывающий зависимость ослабления от угла ϕ и определяемый по рисунку 3.1;

ϕ — угол скольжения волны к неоднородности или угол наклона траектории волны к горизонтальной плоскости, град.:

$$\phi \approx 57,3 \frac{h_2 - h_1}{R_0} \quad (3.4)$$

Поскольку изменения метеорологических условий и следовательно, глубины и скорости угасания сигналов на трассе носят случайный характер, они могут быть определены только статистически. Поэтому, чтобы определить коэффициент затухания часто являются интегральные кривые статистического распределения глубины замирания, показывая, на какой процент от времени $T(V)$ от общей стоимости периода наблюдения, коэффициент затухания меньше заданного допустимого значения или [7]. Следует иметь в виду, что иногда в технической литературе под интегральными кривыми статистического распределения глубины замирания понимая кривых, показывают проценты для времени $T'(V)$ от общего периода наблюдений значения V коэффициент ослабления был выше заданное значение V_{min} . Для того, чтобы перейти от $T'(V)$ $T(V)$ нужно положить $T(V) = 100 - T'(V)$

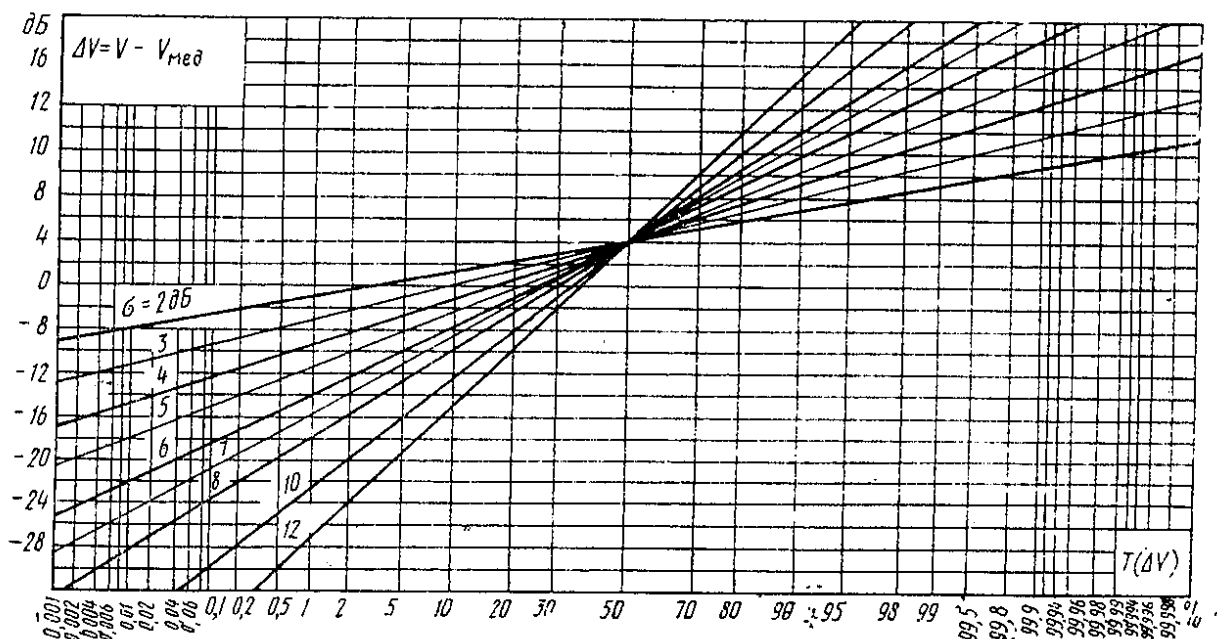


Рисунок 3.2 – Интегральные кривые распределения глубины замираний

Кривые интегральные распределения замирание глубины приведены на рисунке 3.2. На этом рисунке, процент отсроченной T (АВ) по абсциссе времени, в течение которого значение АВ меньше, чем прирост выбора на оси ординат. Шкала по горизонтальной оси выбирается гауссовым, т. Е Один, в которой прямая линия на графике соответствует нормальному закону.

Колебания Размах исчезают глубины при логарифмически нормального распределения характеризуется стандартным (СУР) отклонения σ , которая может быть определена по формуле:

$$\sigma = 6,9 \cdot 10^{-8} \sqrt{R^3} \quad (3.5)$$

или в зависимости от протяженности трассы из рисунка 3.3. Здесь R — расстояние между станциями РРЛ выражается в метрах, σ — в децибелах.

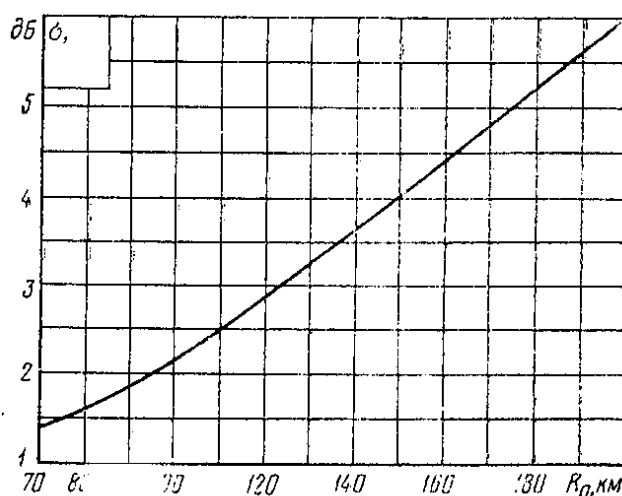


Рисунок 3.3 – Зависимость стандартного отклонения флуктуаций глубины замираний σ от расстояния R_0

Величина σ практически не зависит от длины волны в диапазоне 2—16 см. Величину σ также можно определить из интегральных кривых, если взять разность значений V для 50% и 84% времени, то есть $\sigma = V(50) - V(86)$.

Чем больше σ , тем больше ослабление сигнала, характеризуемого значением $V_{\text{мед}}$.

Расчет мощности сигнала на входе приемника, превышаемой в течение 80% времени, определяется по формуле

$$P_{\text{пр}i}(80) = P_{\text{пр}0} V_i^2(80),$$

где $V_i(80)$, дБ – значение множителя ослабления, превышаемое в течение 80% времени, при условии, что

$$V_i(80) \approx V_{\text{мед}} - \sigma \quad (3.6)$$

С кривых на рисунке 3.2 с известными значениями σ и устойчивости данного 100-Т сигнала (V) нетрудно определить коэффициент затухания V , соответствует заданной стабильности.

Если вы хотите, чтобы рассчитать мощность сигнала на открытой горной дороге с известным профилем, расчет рекомендуется делать в следующем порядке.

1. Значения интервалов определяются из профиля трассы

Интервалы $R0i$ и показателей эффективности работы

Фидер и ч передающей приемной антенн. Зная тип используемого оборудования, формул и 7,16 (6,41) (6,42) [6] определяется минимально допустимое значение коэффициента затухания V_{min}

2. В соответствии с формулой, основанной на рисунке 3.3 3.1 $V_{\text{мед}}$ расчетное значение [dB].

3. Определить запас энергии для замирования сигнала

$$\Delta V = V_{\text{мин}} - V_{\text{мед}} \quad (3.7)$$

4. По графику (рисунок 3.3) находится стандартное отклонение глубины замираний σ для заданной трассы.

5. По известным значениям ΔV и σ из рисунка 3.2 определяется искомое значение процента времени $T(\Delta V)$, в течение которого $V < V_{\text{мин}}$ Устойчивость сигнала на интервале определяется, как $100 - T(\Delta V)$, %. [9].

3.2 Определение среднего значения фактора ослабления интервала РРЛ в горной местности

Вычислим среднее значение коэффициента затухания V_{med} , стандартное (среднее) отклонение σ и выцветает глубины значение коэффициента ослабления $V_{99,9}$, что соответствует доле времени $T'(V) = 99,9\%$ в интервале РРЛ 150 км, проходящей в горной местности, если известно, что угол скольжения $\varphi = 1,2^\circ$, средняя длина волны $\lambda_{рабочая} = 7,5$ см.

$$V_{med} \approx -q \frac{R_0}{\lambda^2} = -0,6 \cdot 10^{-6} \frac{150 \cdot 10^3}{(7,5 \cdot 10^{-2})^2} = -13,4 \text{ дБ}$$

3. По формуле 3.5 определяем величину стандартного (среднеквадратичного) отклонения глубины замираний

$$\sigma = 6,9 \cdot 10^{-8} \sqrt{R^3} = 6,9 \cdot 10^{-8} \sqrt{(150 \cdot 10^3)^3} = 4 \text{ дБ}$$

4. По кривым рисунок 3.2 для значения $T(V) = 100 - 99,9 = 0,1\%$ времени и $\sigma = 4$ дБ определяем значение $\Delta V = -14,8$ дБ.
5. Множитель ослабления, соответствующий 99,9% времени определяется на основании формулы

$$\Delta V = V_{min} - V_{med} = -13,4 - 14,8 = -28,2 \text{ дБ}$$

3.3 Расчет параметров пассивного ретранслятора

Для расчета устойчивости интервала РРЛ с использованием типа «препятствия», используя формулы (6.35), (6.39) и (6.41) [9], по известным параметрам аппаратуры определяется значение V_{min} , дБ, и вычисляется энергетический запас на замирания зала ΔV , дБ:

$$\Delta V = V_{min} - V. \quad (3.8)$$

Устойчивость работы интервала; протяженностью 80—100 км одинарном приеме для одноэтажного пассивного ретранслятора определяется по кривой 1 рисунок 3.4 [1] На интервалах РРЛ в пределах 50 км для среднeperесеченной местности устойчивость работы в диапазоне 4000 МГц ориентировочно можно определить по кривой 2 рисунок. 3.4.

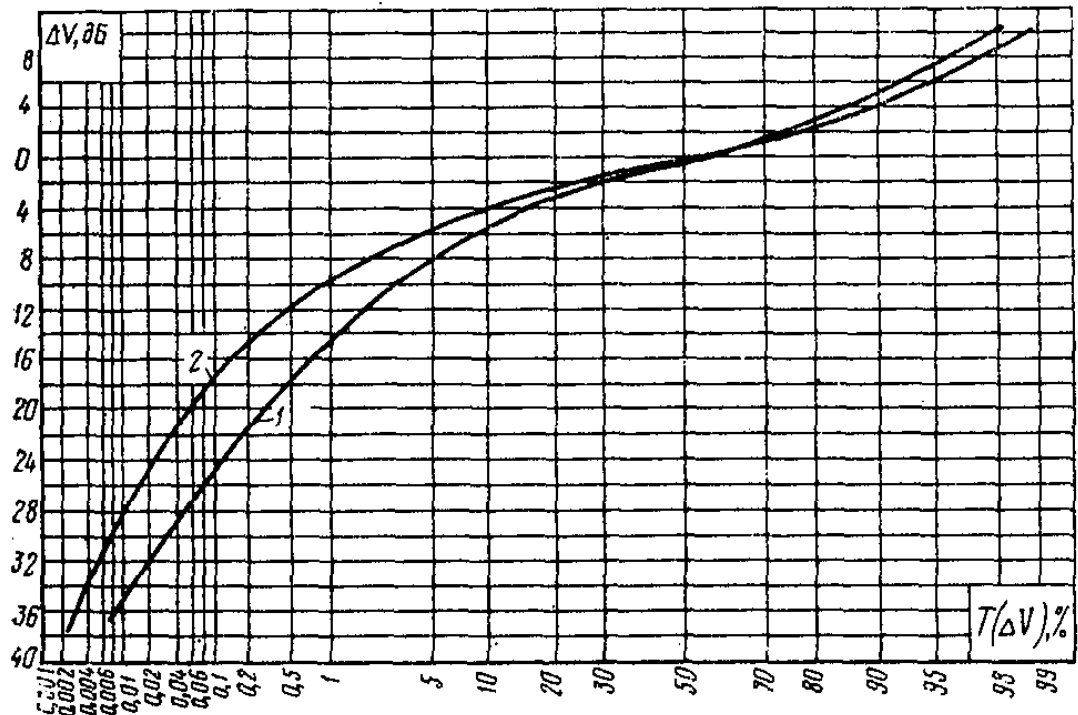


Рисунок 3.4 – Статистическое распределение глубины замираний для трассы с пассивными ретрансляторами типа препятствия (кривая 1) и с дифракционной линзой (кривая 2)

Множитель ослабления при средней рефракции V для ПР, выполненного в виде дифракционной линзы, определяется по формуле:

$$\bar{V} = V_{\text{кл}} \frac{l}{\sqrt{R_0 \lambda k(1-k)}} \quad (3.9)$$

где $V_{\text{кл}}$ — значение множителя ослабления для клиновидного препятствия, определяемое из рисунка приложения Б по кривой $\mu \rightarrow \infty$ при $p(g) = p(\hat{g})$; значение $V_{\text{кл}}$ подставляется не в децибелах, а в абсолютных величинах;

l — суммарная длина сетки по окружности радиусом Y и суммарная длина дуг ступенек зубчатых гребней (см. рисунок 3.4).

Для определения устойчивости ПР типа дифракционной линзы по известным параметрам аппаратуры из формул (6.35), (6.39), (6.41) или (6.42) [7] вычисляется значение $V_{\text{мин}}$ и определяется для средней рефракции энергетический запас на замирания сигнала, дБ:

$$\Delta V = V_{\text{мин}} - V$$

По кривой 2 рисунок 3.4 по известному значению ΔV определяется устойчивость работы интервала линии с ПР.

Множитель ослабления на трассе между активными РРС с учетом пассивной ретрансляции определится формулой

$$V = \sqrt{\frac{P_{np}}{P_{np0}}} = \frac{R_0 S_\delta V_1 V_2}{R_1 R_2 \lambda} \quad (3.10)$$

Учитывая, что просветы на участках R_1 и R_2 всегда достаточно большие, можно считать $V_1 = V_2 = 1$. Тогда формула 3.10 переписется в виде:

$$V = \frac{R_0 S_\delta}{R_1 R_2 \lambda} \quad (3.11)$$

Из формулы 3.11 следует, что величина множителя ослабления есть функция произведения R_1 , R_2 . Наименьшее значение этого множителя (наихудший случай) будет тогда, когда ПР расположен в середине между активными РРС, т.е. положение ПР на середине длины участка является наиболее неудачным. Для увеличения множителя ослабления ПР следует располагать ближе к одному из концов участка.

Рассчитаем величину множителя ослабления на участке с ПР, имеющем следующие параметры: $R_0 = 60$ км, $S_\delta = 80$ м², $\lambda = 8,2$ см. Расчет произвести для двух случаев – в зависимости от расстояния от г. Текели:

1. $R_1 = 2$ км, $R_2 = 58$ км.

2. $R_1 = R_2 = 30$ км.

Учитывая формулу 3.11, получим при $R_1 = 2$ км

$$V = \frac{R_0 S_\delta}{R_1 R_2 \lambda} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 80}{2 \cdot 10^3 \cdot 58 \cdot 10^3 \cdot 8,2 \cdot 10^{-2}} = 0,5$$

или в децибелах

$$V = 20 \lg 0,5 = -6 \text{ дБ.}$$

3. При $R_1 = R_2 = 30$ км получим

$$V = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 80}{30 \cdot 10^3 \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 8,2 \cdot 10^{-2}} = 0,065$$

или в децибелах

$$V = -24 \text{ дБ.}$$

Таким образом, для города Текели видно, что смещение ПР к одной из активных РРС дает выигрыш в данном случае в величине множителя ослабления, равный $24 \text{ дБ} - 6 \text{ дБ} = 18 \text{ дБ}$.

1. Предварительно с картинки 3.1 при $\phi = 1,2^\circ$ определить величину $\gamma = 0,6 \cdot 10^{-6}$ дБм.

2. В соответствии с формулой 3.3 вычисляем среднее значение коэффициента

затухания:

3.3 Расчет вероятности нарушения, вследствие многолучевого распространения по миграции РРЛ Текели - Карабулак

Диэлектрическая проницаемость пространства, разделяющего передатчик и приемник, влияют на прохождение сигнала в тропосфере. При определенном состоянии пространства лучи антенны преломляются и прибывают на приемную антенну, которая прилагается к прямому пучку. В зависимости от амплитуды и фазовых соотношений между этими сигналами определяется результирующий сигнал на входе приемника. Изменения характера по амплитуде и фазе суммируемых сигналов определяет два типа замирания сигнала.

Если все желаемые компоненты сигнала снижается в равной степени, такие замирания называемый "плоский" [7].

Когда отдельные компоненты спектра подавляются, вызывая его искажения, замирание - "селективный". Причины этих различных выцветанию.

Необходимо рассчитать плоскую и селективное замирание по миграции радиорелейной связи.

Вывод устойчивости связи.

Данные по профилированию Карабулак - Текели

Вариант 1						
Отметка Земли, м	980	1062	1190	1250	1300	f, ГГц
Расстояние, км	0	8	12	20	26	7,125

Основные технические характеристики аппаратуры NERA NL 187* ОС/1-PPC-105

Диапазон частот, ГГц.....	7,125-7,725
Вариант трафика.....	E1
Коэффициент системы, дБ.....	117
Мощность передатчика, дБм.....	28
Диаметр антенны, м.....	1,2
Коэффициент усиления антенны, дБ.....	45,4
Вид модуляции.....	ОФМ
Конфигурация.....	1+1

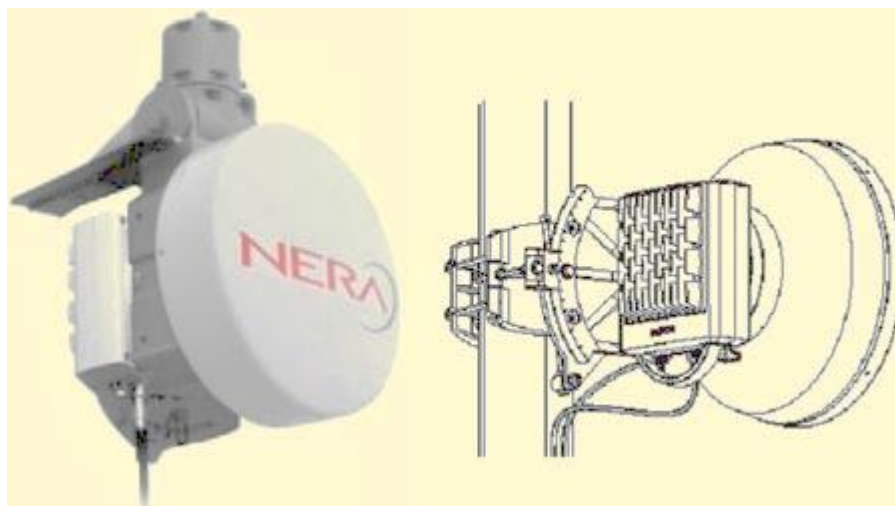


Рисунок 3.5 – Аппаратура Nera для организации ЦРРС

Построение профилей продольного разделения

Продольный ПАЗ профиля в масштабе вертикальный разрез местности по линии, соединяющей два соседних ретрансляционных станций. Продольных профилей интервалов РРЛ полно и ярко характеризуют рельеф в каждом сообщении интервала и являются основными рабочими документами, которые позволяют выполнять расчет устойчивости микроволновая печь звено с заданным нормам на показатели ее качества.

Построение продольных профилей производится в прямоугольной системе координат с применением различных масштабов по горизонтали и вертикали. Высоты препятствий на поверхности земли измеряется в метрах, а расстояние между радиорелейными станциями в километрах. Таким образом, длина профиля не оседает на кривой, которая переходит через центральную ось земли (т. е. радиус Земли), и вертикальную (ось Y) и их подсчет не ведется от горизонтальной линии профиля, линии кривизны земной поверхности, сделанные, как линию уровня моря или условного нуля. Расстояния между станциями не оседает на криволинейной поверхности, и горизонтальной оси (x). В таком расположении профиля земной поверхности не представлено окружности и параболы. Строительство земной кривизны дуги (параболы) производится после определения расстояния между станциями, а максимальный перепад высот на поверхности, как функция расстояния, изменяет масштаб по вертикали. Расстояния между станциями, а также низкого () и высокого () точки профиля интервала радиорелейной связи определяются по данным топографических карт, и затем вычисляет максимальный перепад высот, м.

После выбора размах строительства Земля состоит из кривизны дуги.

Линии, которые представляют профиле уровень моря (дуга кривизны земли) или условный ноль (условный горизонт) и имеющая вид параболы, рассчитывается по формуле

$$y = \frac{R_0 R_1}{2R_3} \left(1 - \frac{R_1}{R_0} \right),$$

где y – текущая координата дуги нулевого уровня, м;

R_0 – протяженность интервала, км;

R_1 – расстояние от левого конца интервала, км, до точки, в которой определяется величина y ;

$R_3 = 6370 \text{ км} = 6.37 \cdot 10^6 \text{ м}$ - радиус Земли.

Максимальная высота препятствия, создаваемого выпуклостью земной поверхности, для любой протяженности интервала R при $R_1 = R/2$

$$y_{\text{МАКС}} = \frac{R^2}{8R_3}.$$

С достаточной для практических расчетов степенью точности при $R_3 = 6370 \text{ км}$ можно принять

$$y_{\text{МАКС}} = 1.96 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 \text{ м},$$

где R выражено в км.

Для сокращения размеров чертежа высокие отметки отсчитывают от линии условного горизонта, которая выбирается в зависимости от рельефа местности. Полученная кривая характеризует профиль интервала данного участка связи.

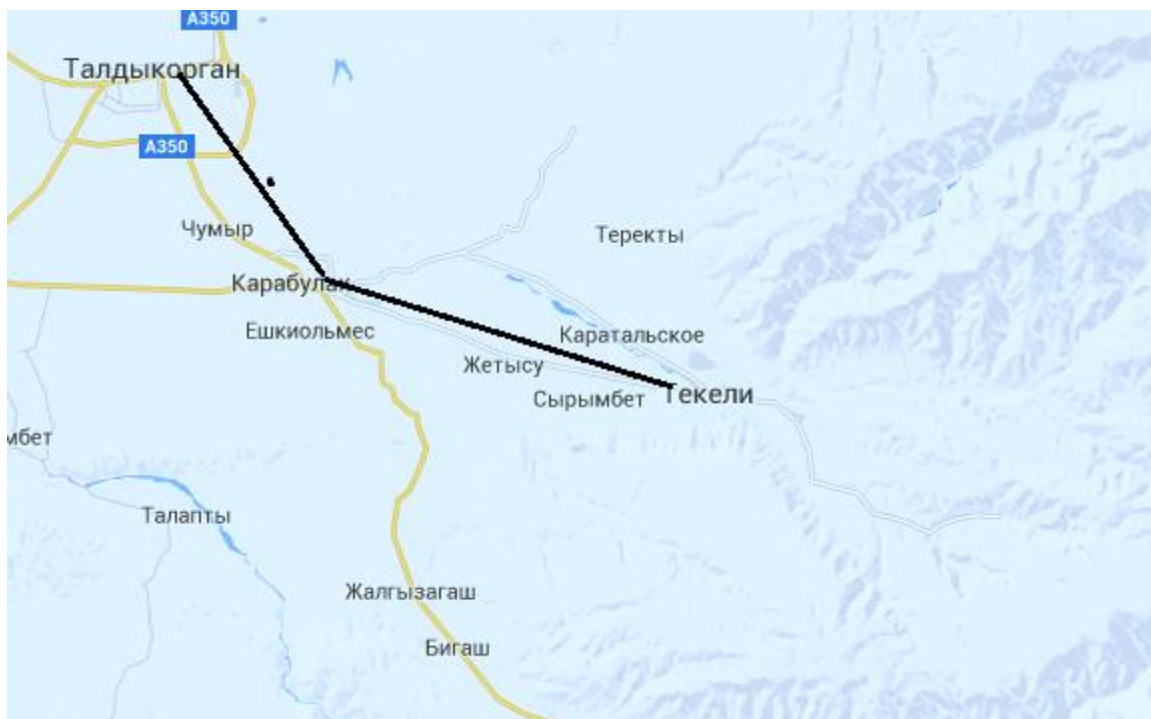


Рисунок 3.6 Трасса ЦРРЛ Талдыкурган- Карабулак-Текели

Выбор оптимальной высоты установки антенны
Из-за неравномерности вертикального градиента диэлектрической

проницаемости атмосферы радиолуч получает постоянный изгиб, что приводит к ухудшению радиосвязи. Если он встречается с естественным препятствием, соединение разрывается. Поэтому, необходимо правильно определить трассу прохождения правильного подбора высоты подвески антенн.

Луч антенны перемещается в пределах зоны Френеля, которая является точкой вращения эллипсоид приема и передачи. Минимальный радиус зоны Френеля определяется по формуле:

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} R_0 \cdot \lambda \cdot k \cdot (1-k)}, \text{ м,}$$

где R_0 - длина пролета, м;

$$\lambda = \frac{c}{f} - \text{длина волны, м;}$$

$$k = \frac{R_1}{R_0}, \text{ где } R_1 - \text{расстояние до препятствия.}$$

Среднее значение изменения просвета за счет рефракции, существующее в течение 80% времени, вычисляется по формуле

$$\Delta H(\bar{g} + \sigma) = -\frac{R_0^2}{4} \cdot (\bar{g} + \sigma) \cdot k \cdot (1-k),$$

где \bar{g} и σ - соответственно среднее значение и стандартное отклонение вертикального градиента проницаемости (Приложение В).

При длине пролета меньше 50км стандартное отклонение должно определяться по формуле

$$\sigma(R_0) = \left(10 \cdot 10^{-8} + \frac{\bar{g}}{3.1} \right) \left(\frac{1}{y} - 1 \right) + \frac{\sigma}{y},$$

где σ – значение стандартного отклонения, 1/м;

y – находится из рисунка В.1 приложения В.

Просвет при отсутствии рефракции

$$H(0) = H_0 - \Delta H(\bar{g} + \sigma), \text{ м.}$$

Для Алматинской области $\bar{g} = -7 \cdot 10^{-8}$, 1/м и $\sigma = 9 \cdot 10^{-8}$, 1/м.

$$k = \frac{15}{35} = 0.4.$$

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} 35 \cdot 10^3 \cdot 0.04 \cdot 0.4 \cdot (1-0.4)} = 10.58, \text{ м,}$$

$$\sigma(R_0) = \left(10 \cdot 10^{-8} + \frac{(-7 \cdot 10^{-8})}{3.1} \right) \left(\frac{1}{0.92} - 1 \right) + \frac{9 \cdot 10^{-8}}{0.92} = 1.046 \cdot 10^{-7},$$

$$\Delta H(\bar{g} + \sigma) = -\frac{(35 \cdot 10^3)^2}{4} \cdot (-7 \cdot 10^{-8} + 1.046 \cdot 10^{-7}) \cdot 0.4 \cdot (1 - 0.4) = -2.54, \text{ м},$$

$$H(0) = 10.58 + 2.54 = 13.12, \text{ м}.$$

Высота подвеса антенн выбираются по оптимизации. Для этого критической точки откладывается расстояние по профилю и на данный момент провел три произвольных луча. Выберите луча, который, где Н1 - высота передающей антенны подвески, Н2 - высота подвеса приемной антенны.

В приведенном отрывке Н1 = 75 м, Н2 = 15 м.

Смоделировать оптимальную высоту установки профилей пролетов и выбор антенны, студенты могут использовать DDRL31 программы. Программа позволяет строить профили промежутков для различных частот, типов оборудования, указывает на возможные точки профиля отображение зоны Френеля. Можно выбрать высоту подвеса антенн.

Расчет запаса исчезать по формуле:

$$F_t = S_G + G_{\text{ПРД}} + G_{\text{ПРМ}} - 2\eta - L_0, \text{ дБ},$$

где S_G - коэффициент системы, дБ;

$G_{\text{ПРД}} = G_{\text{ПРМ}}$ - коэффициенты усиления передающей и приемной антенн;

$2\eta \approx 5 \text{ дБ}$ - коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта;

L_0 - затухание радиоволн в свободном пространстве

$$L_0 = 20[\lg(f, \text{ МГц}) + \lg(d)] + 32.45, \text{ дБ},$$

где $d = R_0$ - длина пролета, км.

$$f = 7000 \text{ МГц}, \quad S_G = 117 \text{ дБ},$$

$$L_0 = 20[\lg(7000) + \lg(35)] + 32.45 = 140.23, \text{ дБ}$$

$$F_t = 117 + 45.4 + 45.4 - 5 - 140.23 = 67.57, \text{ дБ}$$

Коэффициент усиления антенны, дБ, можно рассчитать по формуле

$$G = 10 \lg \left(\frac{10 \cdot g \cdot D^2}{\lambda^2} \right) = 10 \lg \left(\frac{10 \cdot 0,8 \cdot 1,2^2}{0,023^2} \right) = 45,4 \text{ дБ}, \quad (3.11)$$

где $g = 0,6$ – коэффициент использования поверхности антенны;

D – диаметр антенны;

$\lambda = \frac{c}{f}$ – длина волны.

Form1

Коэффициент усиления антенны, дБ, можно рассчитать по формуле

$$G = 10 \lg \left(\frac{10 \cdot g \cdot D^2}{\lambda^2} \right) =$$

g - коэффициент использования поверхности антенны

D - диаметр антенны м

λ - длина волны м

G - Коэффициент усиления антенны дБ

Расчитать Выход

Рисунок 3.7- Окно расчета программы Delphi

Расчет времени обесценения и прекращения связи, которые вызваны субрефракцией радиоволн, высоты антенн для оптимизации подвеса.

Стандартная атмосфера имеет наибольшую плотность у поверхности, так антенна лучи загигаются вниз. В результате, зазор в коридоре определяется минимальный радиус зоны Френеля не является постоянным, потому что плотность атмосферы меняется в зависимости от времени суток и атмосферных условий.

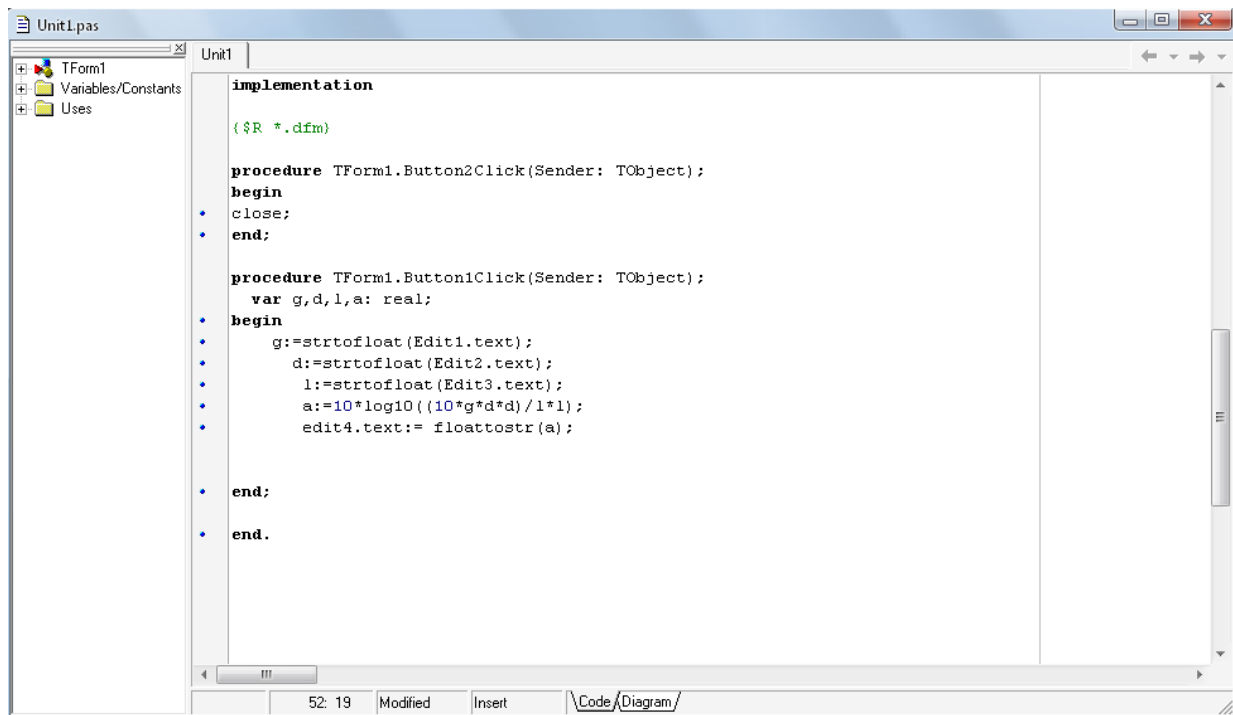


Рисунок 3.8 – Окно листинга программы Delphi

Среднее значение просвета на пролете

$$H(\bar{g}) = H(0) + \Delta H(\bar{g}) = H(0) - \frac{R_0^2}{4} \cdot \bar{g} \cdot k(1-k).$$

Относительный просвет

$$P(\bar{g}) = \frac{H(\bar{g})}{H_0}.$$

На чертеже профиля пролета проводим прямую параллельно радиолучу на расстоянии $\Delta y = H_0$ от вершины препятствия и находим ширину препятствия r .

Относительная длина препятствия

$$l = \frac{r}{R_0}.$$

Параметр μ , характеризующий аппроксимирующую среду

$$\mu = \sqrt[3]{\frac{k^2(1-k)^2}{l^2}} \cdot \sqrt[6]{\frac{64\pi \cdot \alpha}{3}},$$

где $\alpha = 0.5; 1$.

Принимаем $\alpha = 1$.

Значение относительного просвета $P(g_0)$, при котором наступает глубокое замирание сигнала, вызванное экранировкой, препятствием минимальной зоны Френеля

$$P(g_0) = \frac{V_0 - V_{MIN}}{V_0},$$

где V_0 - множитель ослабления при $H(0) = 0$, определяемый из рисунка 3 по значению μ ;

V_{MIN} - минимальный допустимый множитель ослабления;

$$V_{MIN}^2 = -F_t \Rightarrow V_{MIN} \approx -\frac{F_t}{2}.$$

Параметр $\psi = 2.31 \cdot A \cdot [P(\bar{g}) - P(g_0)]$,

$$\text{где } A = \frac{1}{\sigma} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{R_0^3 \cdot k(1-k)}}.$$

По графику определяем $T(V_{MIN})$.

$$r = 18.75, \text{ км.}$$

$$\Delta H(\bar{g}) = -\frac{(35 \cdot 10^3)^2}{4} \cdot (-7 \cdot 10^{-8}) \cdot 0.4(1-0.4) = 5.14, \text{ м.}$$

$$H(\bar{g}) = 13.12 + 5.14 = 18.26, \text{ м.}$$

$$P(\bar{g}) = \frac{18.26}{10.58} = 1.73.$$

$$l = \frac{18.75}{35} = 0.54.$$

$$\mu = \sqrt[3]{\frac{0.4^2(1-0.4)^2}{0.54^2}} \cdot \sqrt[6]{\frac{64 \cdot 3.14 \cdot 1^2}{3}} = 1.16.$$

$$V_{MIN} = -\frac{67.57}{2} = -31.29, \text{ дБ.}$$

$$V_0 = -13, \text{ дБ.}$$

$$P(g_0) = \frac{-13 - (-31.29)}{-13} = -1.41.$$

$$A = \frac{1}{9 \cdot 10^{-8}} \cdot \sqrt{\frac{0.04}{(35 \cdot 10^3)^3 \cdot 0.4(1-0.4)}} = 0.69.$$

$$\psi = 2.31 \cdot 0.69 \cdot [1.73 - (-1.41)] = 5.005.$$

$T(V_{MIN}) = 0.00004\%$, оптимизация высот подвеса антенн проводится, если $T(V_{MIN}) \geq 0.003\%$, при этом необходимо увеличить $H(\bar{g})$, пересчитать $P(\bar{g})$, ψ , $T(V_{MIN})$ и, соответственно, на эту величину увеличить h_1 и h_2 на пролете.

Проверьте правила на недоступность и окончательный выбор оптимальной высоты подвески башен и антенн

Особенности неподготовленные для GETST (гипотетического эталонного цифрового тракта), установленные в рекомендациях 557MSE-R.

GETST считается неподготовленными, если в течение 10 секунд подряд, который имеет такие условия или одно из них:

- Цифровая передача сигнала прерывается;
- В каждом втором BER хуже, чем 10^{-3} [8].

Недоступность мультиплексирования оборудования исключается. Характеристики делятся на неготовность неготовность оборудования и неготовность, вызванного условиями распространения радиоволн, например, значение неготовности, вызванное дождем, составляет 30-50%.

Особенности готовности длина GETST 2500 км. определяется величиной 99,7%, эти процентные доли должны быть определены в течение достаточно длительного периода времени. Этот интервал должен быть больше, чем через год, недоступность характеристики определяются таким образом, что значение 0,3%.

Норма на неготовность

где L – длина пролета, км

$$UR_{\text{доп}} = \frac{0.3 \cdot 35}{2500} = 0.0042\% .$$

Должно выполняться условие:

$$UR_{\text{доп}} > T_0 + T_g ,$$

$$\text{где } T_0 + T_g = 1.32 \cdot 10^{-7} + 5 \cdot 10^{-5} = 5.013 \cdot 10^{-5} .$$

Таким образом,

$$4.2 \cdot 10^{-3} > 5.013 \cdot 10^{-5} .$$

Учитывая увеличение $H(g)$ для получения $T_0(V_{\min}) < 0,003\%$, (раздел 8), указываем оптимальные высоты. Опоры в основном представляют трубчатую мачту с основанием диаметра 2,5м, которая может состоять из секций длиной 6,5 м и 11 м. Для $h_1=65$ м – шесть секций по 11 м, для $h_2=15$ м из 1 секции - 11м и 1- 6,5м.

Время ухудшение радио вследствие многолучевого распространения

При моделировании радио более чем на несколько километров, которые будут рассмотрены четыре выцветанию механизм в чистой атмосфере, вызванное чрезвычайно рефракционных слоями:

- а) расширение пучка (в английском технической литературе это явление называется расфокусировки луча)
- б) выделение антенны;
- в) распространения поверхностных многолучевого распространения;
- г) атмосферное многолучевой.

Большинство из этих механизмов, отдельно или в сочетании с другими механизмами. Сильные частотно-избирательные замирания происходит, когда прямое расфокусировка луча в сочетании с сигналом, отраженным от поверхности, что приводит к выцветанию, вследствие многолучевого распространения. Мерцающие замирания, вызванные малых возмущений в турбулентной атмосфере, всегда имеют место в этих механизмах, но на частотах ниже 40 ГГц ее влияние на общее распределение замирания не имеет существенного значения. На больших глубинах замираний Тинто процент времени, в течение которого система узкополосного не превышает уровень сигнала в среднем худший месяц, оно может быть определено с помощью следующих приблизительных асимптотические выражения

$$T_{\text{инт}} = K \cdot Q \cdot f^B \cdot d^C \cdot 10^{-A/10}, \%,$$

где $A = F_t$ - запас на замирание, дБ;

d – длина пролета, км;

f – частота, ГГц;

K – коэффициент, учитывающий влияние климата и рельефа местности;

Q – коэффициент, учитывающий другие параметры трассы;

B, C – коэффициенты, учитывающие региональные эффекты.

$$K = P_L^{1.5} \cdot 10^{(-6.5 - C_{LAT} - C_{LON})},$$

где $P_L = 5\% = 0.05$ - процент времени с вертикальным градиентом рефракции.

Коэффициенты C_{LAT} и C_{LON} для Казахстана равны 0.

$$K = 0.05^{1.5} \cdot 10^{-6.5} = 3 \cdot 10^{-9}$$

$$Q = (1 + |E_P|)^{-1.4}$$

где $|E_P| = \frac{h_1 - h_2}{d}$ - наклон радиотрассы, мрад,

здесь h_1, h_2 – м;

d – км.

$$B = 0.89; C = 3.6$$

$$|E_P| = \frac{60 - 15}{35} = \frac{45}{35} = 1.28.$$

$$Q = (1 + 1.28)^{-1.4} = 0.31.$$

$$T_{\text{инт}} = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 0.31 \cdot 7^{0.89} \cdot 35^{3.6} \cdot 10^{-67.57/10} = 3.2 \cdot 10^{-10}, \%,$$

Проверка норм на допустимое время ухудшения связи из-за многолучевого распространения волн

Норма на допустимое время ухудшения связи для высшего качества связи

$$SES = \frac{0.054 \cdot L}{2500},$$

где L – длина пролета, км;

2500 – длина эталонной гипотетической линии.

Должно выполняться условие $SES > T_{\text{инт}}$.

$$SES = \frac{0.054 \cdot 35}{2500} = 7.56 \cdot 10^{-4} \%$$

$$7.56 \cdot 10^{-4} > 3.2 \cdot 10^{-10}.$$

3.4 Расчет селективного замирания

Характеристики радиорелейных линий видимости может быть серьезно деградировали избирательного замирания вследствие амплитуды и фазовых искажений в полосе сигнала. Эти многолучевого распространения (или селективного) замирание может возникнуть в результате отражения от поверхности или аномалии в атмосфере, например, большой градиент в атмосферном волноводе [1].

В то же время горизонтально стратифицированной атмосфере, вертикальный градиент показателя преломления в атмосфере вызывает ряд лучей распространения между передатчиком и приемником в пределах прямой видимости.

Если обозначить через относительной временной задержки между двумя путями распространения, относительную фазу между двумя сигналами равна, в зависимости от частоты. Те. амплитуды и фазы сигнала зависит от частоты. Такой сигнал радио меняться в зависимости от частоты селективное замирание называется.

Влияние селективным замиранием на цифровой радиорелейной линии можно суммировать следующим образом: уменьшается отношение сигнал / шум и, следовательно, увеличивает вероятность ошибки (BER); искажена форма импульса, увеличение помех между символами, и вероятность ошибок; увеличена препятствий между ортогональными несущими потоки синфазного и квадратурного и, следовательно, увеличение BER.

Вероятность селективного замирания

$$P_{СЕЛ} = 4.3 \cdot 10^{-1} \cdot \eta \cdot sf \cdot \frac{\tau_m^2}{\tau_0} \%,$$

где $sf = 1.8 \cdot 10^{-3}$ – коэффициент сигнатуры оборудования;

τ_m – типовое значение задержки отражённого сигнала на пролёте, нс, определяется по следующей формуле:

τ_m

$$\tau_m = 0.7 \cdot \left(\frac{R_0}{50} \right)^{1.5};$$

τ_0 – время задержки отражённого сигнала во время измерения кривых сигнатуры; $\tau_0 = 6,3$ нс;

η – коэффициент активности замираний, находится по следующей формуле:

$$\eta = 1 - \exp(-0,2 \cdot P_0^{0,75})$$

Общая вероятность нарушения радиосвязи, вызванная многолучевым замиранием, равна сумме вероятностей нарушений, вызванных плоским и селективным замиранием:

$$P_{СУМ} = P_{ПЛОСК} + P_{СЕЛ} \%,$$

Связь на пролёте будет устойчивой, если

$$P_{ПЛОС} < SES = \frac{0,054 \cdot R_0}{2500}, \text{ а } P_{СЕЛ} < UR_{ДОП} = \frac{0,3 \cdot R_0}{2500}$$

вероятность нарушения связи из-за плоских замираний определяется по формуле:

$$P_{ПЛОСК} = P_0 \cdot 10^{-M/10} \%,$$

где M – запас на замирание, дБм;

P_0 – вероятность появления замираний, %, которая находится по следующей формуле:

$$P_0 = K \cdot R_0^{3,6} \cdot f_B^{0,89} \cdot (1 + |E_h|)^{-1,4} \%,$$

где E_h – наклон пролёта (миллирадиан):

$$E_h = \frac{|h_1 - h_2|}{R_0} \text{ мрад,}$$

$$E_h = \frac{|74,8 - 34,8|}{27} = 1,48$$

где h_1, h_2 – абсолютные высоты подвеса антенн, м;

R_0 – в км;

K – геоклиматический коэффициент, учитывающий влияние климата и рельефа местности рассчитывается по формуле:

$$K = 10^{-5,1} \cdot P_L^{1,5} \cdot M.$$

Для Казахстана $P_L = 5$, для слабопересеченной местности $M = 1$

$$K = 10^{-5,1} \cdot 5^{1,5} \cdot 1 = 8,9 \cdot 10^{-5}$$

$$P_0 = 8,9 \cdot 10^{-5} \cdot 27^{3,6} \cdot 7,5^{0,89} \cdot (1 + 1,48)^{-1,4} = 21,29 \%$$

$$P_{\text{плоск}} = 21,29 \cdot 10^{\frac{63,3}{10}} = 9,96 \cdot 10^{-6} \%$$

Вероятность появления селективного замирания равна:

$$P_{\text{сел}} = 4,3 \cdot 10^{-1} \cdot \eta \cdot sf \cdot \frac{\tau_m^2}{\tau_0} \%,$$

где $sf = 1,8 \cdot 10^{-3}$ – коэффициент сигнатуры оборудования;

τ_m – типовое значение задержки отражённого сигнала на пролёте, нс, определяется по следующей формуле:

$$\tau_m = 0,7 \cdot \left(\frac{R_0}{50} \right)^{1,5}$$

$$\tau_m = 0,7 \cdot \left(\frac{27}{50} \right)^{1,5} = 0,277 \text{ нс}$$

$$\tau_0 = 6,3 \text{ нс.}$$

Коэффициент активности замирания, находится по следующей формуле:

$$\eta = 1 - \exp(-0,2 \cdot P_0^{0,75})$$

$$\eta = 1 - \exp(0,2 \cdot 21,29^{0,75}) = 1 - 0,9998 = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$P_{СЕЛ} = 4,3 \cdot 10^{-1} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 1,8 \cdot 10^{-3} \frac{0,277}{6,3} = 6,8 \cdot 10^{-9} \% .$$

Общая вероятность нарушения радиосвязи, вызванная многолучевым замиранием, равна сумме вероятностей нарушений, вызванных плоским и селективным замиранием:

$$P_{СУМ} = P_{ПЛОСК} + P_{СЕЛ} \%,$$

$$P_{СУМ} = 9,96 \cdot 10^{-6} + 6,8 \cdot 10^{-9} \approx 10^{-5} \%$$

Проверка устойчивости связи на пролете

$$P_{ПЛОС} < SES = \frac{0,054 \cdot R_0}{2500}, \text{ а } P_{СЕЛ} < UR_{ДОП} = \frac{0,3 \cdot R_0}{2500}$$

$$SES = \frac{0,054 \cdot 27}{2500} = 5,8 \cdot 10^{-4} \% ; \quad UR_{ДОП} = \frac{0,3 \cdot 27}{2500} = 3,2 \cdot 10^{-3} \% .$$

По результатам расчета – связь устойчива.

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ помещений

При работе с персональными компьютерами, примерно 80% пользователей существуют физические расстройства различной степени тяжести. Основными из них являются: болезни глаза и различных мышечных расстройств.

Для устранения и снижения влияния этих вредных факторов на специалистов человеческого организма разработали ряд эргономических требований для оборудования используется.

На рабочей станции оператора в общем случае, в дополнение к дисплею средства для индивидуального использования (экранных устройств отображения информации, устройства охранной сигнализации и т.д.) используются:

управления и ввода информации (управление дисплеем, клавиатура управления, отдельные элементы управления и т.д.);

устройство связи и передачи информации (модемы)

документальное и информационное устройство для хранения (принтер, запись и т.д.);

вспомогательное оборудование (офисное оборудование, для хранения хранителей данных, локальное устройство освещения).

4.2 Создание оптимальных условий труда оператора на рабочем месте

Организация рабочего места осуществляет ряд мероприятий для обеспечения эффективных и безопасных методов работы и эффективного использования средств и предметов труда, повышает производительность и снижает эксплуатационные усталость.

Удобное рабочее окружение человека на рабочем месте оператора называется состоянием внешней рабочей среды на рабочем месте, что обеспечивает оптимальную динамику эффективности оператора, благополучия и сохранения его здоровья.

Согласно СНиП РК 22269-76 «Оператор», устанавливает общие эргономические требования для взаимного расположения элементов на рабочем месте - на панели управления, средства отображения, управления, кресла, аксессуары.

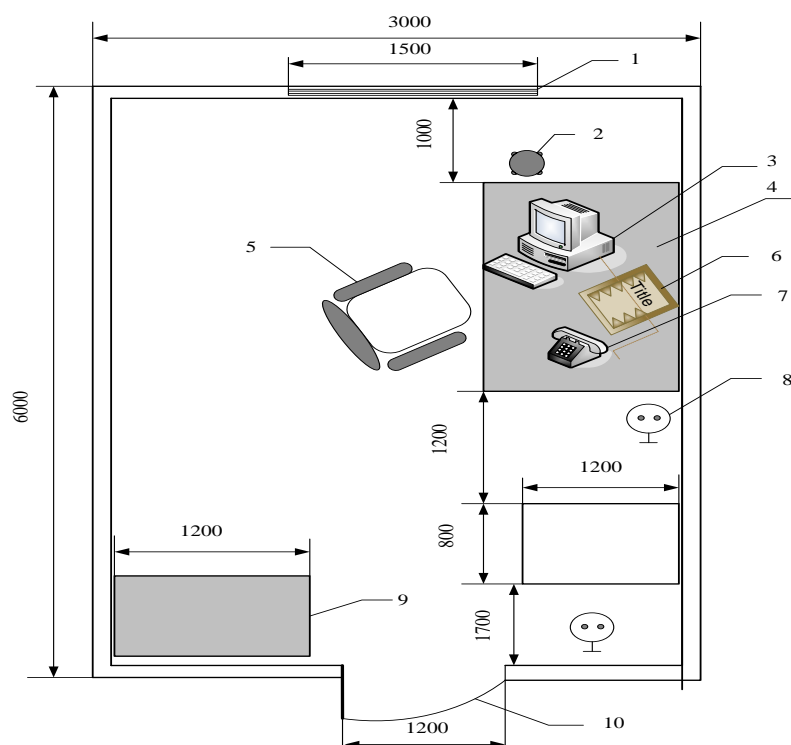


Рисунок 4.1 – План рабочей комнаты оператора

Требования к микроклимату

В производственных помещениях с эксплуатацией ПК температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах соответствуют действующим нормам микроклимата (см.таблицу .4.1)

Таблица 4.1 - Оптимальные нормы микроклимата помещений с ПК

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха
Холодный	Легкая - 1а	22-24	40-60	0,1
	Легкая - 1б	21-23	40-60	0,1
Теплый	Легкая - 1а	23-25	40-60	0,1
	Легкая - 1б	22-24	40-60	0,2

К категории 1а относятся работы, производимые сидя и не требующие физических нагрузок, в котором потребляемая мощность составляет до 120 кДж / ч; 1б находятся в категории работы, совершаемой сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождается некоторой физической нагрузкой, в котором потребление энергии составляет от 120 до 150 кДж / ч.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СН 245-71 набор в одной рабочей области производства объемом не менее 15 м³; площадь пола, закрытых стен или перегородок глухие не менее 4,5 м². В этой комнате минимальная площадь около 36 м², а объем производства площадью 57 м³, которая удовлетворяет условиям санитарных норм. Улучшение условий труда включает рациональное решение таких вопросов; цвет в интерьере производства, освещения, чистоты воздуха (использование кондиционера), обработки полов и потолков, и другие.

4.3 Расчет вентиляции

Система кондиционирования воздуха должны быть установлены таким образом, что ни теплая, ни холодная воздух не направлен не на людей. На производстве рекомендуется создавать динамическую среду с некоторыми различиями показателей. Температура воздуха на полу и на голове не должен отличаться более чем на 5 градусов. Кроме производственных объектов естественной вентиляции обеспечивают вентиляцию. Основным параметром, определяющим характеристики вентиляционной системы, является кратность обмена, т.е. сколько раз в час в воздухе в помещении изменится.

Расчет для помещений

V_{vent} - количество воздуха, необходимого для обмена;

V_{room} - количество рабочего пространства.

Для расчета мы делаем следующие размеры рабочей зоны:

Длина = 6,0 м;

Ширина = 3,0 м;

высота H = 3,2 м.

Соответственно, объем пространства, равный

$$V_{\text{помещения}} = A \cdot B \cdot H = 57,6 \text{ м}^3 \quad (4.1)$$

Необходимый для обмена объем воздуха $V_{\text{вент}}$ определим исходя из уравнения теплового баланса:

$$V_{\text{вент}} \cdot C_{(t_{\text{уход}} - t_{\text{приход}})} \cdot Y = 3600 \cdot Q_{\text{избыт}} \quad (4.2)$$

$Q_{\text{избыт}}$ - избыточная теплота (Вт);

$C = 1000$ - удельная теплопроводность воздуха (Дж/кгК);

$Y = 1.2$ - плотность воздуха (мг/см).

Температура уходящего воздуха определяется по формуле:

$$t_{\text{уход}} = t_{\text{р.м.}} + (H - 2) t \quad (4.3)$$

где,

$t = 1-5$ градусов - превышение t на 1 м высоты помещения;

$t_{\text{р.м.}} = 25$ градусов - температура на рабочем месте;

$H = 3,2$ м - высота помещения;

$t_{\text{приход}} = 18$ градусов.

$$t_{\text{уход}} = 25 + (3,2 - 2) 2 = 27,4$$

$$Q_{\text{избыт}} = Q_{\text{изб.1}} + Q_{\text{изб.2}} + Q_{\text{изб.3}}, \quad (4.4)$$

где, $Q_{\text{изб.}}$ - избыток тепла от электрооборудования и освещения.

$$Q_{\text{изб.1}} = E \cdot P, \quad (4.5)$$

где E - коэффициент потерь электроэнергии на теплоотвод ($E=0.55$ для освещения);

P - мощность, $P = 40 \text{ Вт} \cdot 6 = 240 \text{ Вт}$.

$$Q_{\text{изб.1}} = 0,55 \cdot 600 = 330 \text{ Вт} \quad (4.6)$$

$Q_{\text{изб.2}}$ - теплоступление от солнечной радиации,

$$Q_{\text{изб.2}} = m \cdot S \cdot k \cdot Q_c \quad (4.7)$$

где m - число окон, $m = 1$;

S - площадь окна, $S = 2,3 \cdot 2 = 4,6 \text{ м}^2$;

k - коэффициент, учитывающий остекление. Для двойного остекления

$k = 0.6$;

$Q_c = 127 \text{ Вт/м}$ - теплоступление от окон.

$$Q_{изб.2} = 4,6 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 127 = 350,2 \text{ Вт}$$

$Q_{изб.3}$ - тепловыделения людей

$$Q_{изб.3} = n \cdot q \quad (4.8)$$

где, $q = 80 \text{ Вт/чел.}$, n - число людей, $n = 2$

$$Q_{изб.3} = 2 \cdot 80 = 160 \text{ Вт},$$

$$Q_{избыт} = 240 + 350,2 + 160 = 750,2 \text{ Вт}$$

Из уравнения теплового баланса следует:

$$V_{\dot{a}i\dot{o}} = \frac{3600 \cdot 750,2}{1000 \cdot (29,4 - 18)} = 236,905 \text{ м}^3$$

Выбор вентилятора

Вентиляционная система состоит из следующих элементов:

- Приточной камеры, в состав которой входят вентилятор с электродвигателем, калорифер для подогрева воздуха в холодное время года и жалюзная решетка для регулирования объема поступающего воздуха;
- Кругло стального воздуховода длиной 1,5 м;
- Воздухораспределителя для подачи воздуха в помещение.

Потери давления в вентиляционной системе определяются по формуле:

$$H = R \cdot l + \frac{V^2 \cdot \rho}{2} \quad (4.9)$$

где,

H - потери давления, Па;

R - удельные потери давления на трение в воздуховоде, Па/м;

l - длина воздуховода, м;

V - скорость воздуха, ($V = 3 \text{ м/с}$);

ρ - плотность воздуха, ($\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$).

Необходимый диаметр воздуховода для данной вентиляционной системы:

$$d = \frac{V}{900 \cdot \sqrt{\rho}} = \frac{236,905}{900 \cdot \sqrt{3 \cdot 1,2}} = 0,028 \text{ м}.$$

Принимаем в качестве диаметра ближайшую большую стандартную величину - 0,045 м, при которой удельные потери давления на трение в воздуховоде - $R=0,24$ Па/м.

Местные потери возникают в железной решетке ($\xi=1,2$), воздухораспределителе ($\xi=1,4$) и калорифере ($\xi=2,2$). Отсюда, суммарный коэффициент местных потерь в системе:

$$\xi = 1,2 + 1,4 + 2,2 = 4,8$$

Тогда

$$H = 0,24 \cdot 1,5 + 4,8 \cdot \frac{9 \cdot 1,2}{2} = 26,28 \text{ Па.}$$

С учетом 10 %-го запаса:

$$H = 110\% \cdot 26,28 = 28,01 \text{ Па}$$

$$V_{\text{вент}} = 110\% \cdot 1442 = 1586,2 \text{ м/ч}$$

По каталогу выбираем вентилятор осевой серии AR 250E2-K: расход воздуха - 1600, давление - 40 Па, КПД - 80% , скорость вращения - 960 об/мин, диаметр колеса - 400 мм, мощность электродвигателя – 60 В.

4.4 Обеспечение условия электробезопасности

Производственный комплекс в зависимости от степени опасности относится к помещению без повышенного риска, так как сухая при нормальной температуре, имеет теплые полы, без пыли.

Обслуживающий персонал может оказаться под напряжением из-за неисправности, аварии или его ошибочных действий. Объем и характер необходимых защитных мер по обеспечению безопасности, определяются в зависимости от типа электрооборудования, номинальное напряжение, в условиях космической среды и наличия электрооборудования. В центрах обработки данных, ремонт и техническое обслуживание должны выполняться, по крайней мере, двух сотрудников. Все шкафы на жилье и компьютерная периферия заземлены, с боковым отверстием двери и шкафы распределения питания лежат около изоляционные маты. Во время работы компьютера запрещается:

- открывать дверцу шкафа и снимите крышку;
- ремонт оборудования, замена ячеек и блоков без полного снятия напряжения;
- для чистки и смазки деталей;

очистить устройство принтера и т.д.

В качестве основных мер защиты обслуживающего персонала использовать защитное заземление. Защитное заземление предназначено для устранения опасности поражения электрическим током при контакте с телом, а не другие части ведущего металла оборудования, чтобы стать живой. Согласно условиям заземления безопасности должен иметь относительно низкое сопротивление, убедитесь, что возможно за счет увеличения геометрических размеров одним электродом (электрод) или использование нескольких параллельно соединенных друг с другом электроде, называется коллективно группового заземления, для защитного заземления часто два типа электродов, которые используются - шток, убит в землю в вертикальном положении и полосы, укладывают в земле в горизонтальном направлении и предназначены для соединения вертикальных электродов друг к другу.

Расчет производится для строительства, имеют размеры 12×6 м. Расчет заземления продукции в заданной максимально допустимой величины заземления растекания тока сопротивление R_3 . Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) для нашего дома R_3 не должно превышать 4 Ом.

Установить оборудование релейной радио питается от источника питания от -40 до -54 вольт. Высокочастотная часть радиорелейного оборудования сконструированы таким образом, что уровни радиации влияют на работников не превышают нормативных значений (согласно СНиП 12.1.006-88 "Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности").

Электростанции и реле радиооборудования осуществляется одним источником питания. Блок питания устанавливается в стойках в аккумуляторном помещении. Выпрямители питаются от коммерческого источника питания трехфазного переменного тока напряжением 380 В .. Эта статья содержит два выпрямителя. Каждый выпрямитель имеет следующие характеристики на выходе. DC 48 В; Максимальный ток 120 А. В соответствии с требованиями СНиП 12.2007.0 металлических частей выпрямителей, которые, из-за повреждения изоляции могут оказаться под напряжением, вы должны быть подключены к нейтральным проводником, обращается в нуль установку. На полу перед выпрямителей диэлектрические резиновые шириной 0,7 м и длиной, равной длине выпрямителей.

Расчеты проводятся в единой стране, где почва представляет собой суглинки почвы с удельным сопротивлением $\rho = 100$ Ом-м.

Расчеты выполнены в соответствии с формулой:

$$R_{GP} = \frac{R_B \cdot R_\Gamma}{R_B \cdot \eta_\Gamma + R_\Gamma \cdot N_B \cdot \eta_B} \quad (4.10)$$

где $R_{\text{в}}$, $R_{\text{г}}$ - сопротивления растекания вертикального и горизонтального электродов, Ом:

$\eta_{\text{г}}$, $\eta_{\text{в}}$ - коэффициенты использования горизонтальных и вертикальных электродов;

$n_{\text{в}}$ - число вертикальных электродов.

В качестве материала устройства заземления, выберем стержневой заземлитель круглого сечения, обычно используют стальные трубы с толщиной стенки не менее 3,5 мм (трубы диаметром 5-6 см) и длиной 2,5–3 м.

Сопротивление растекания вертикального заземлителя определим по формуле:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{2 \cdot L}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + L}{4 \cdot t - L} \right), \quad (4.11)$$

где L - длина заземлителя, примем ее равной 3 м;

d - диаметр трубы (50мм)

T_0 - глубина залегания от поверхности земли (0.8 м)

$$R_{\text{в}} = \frac{100}{2 \cdot 3.14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0.05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 0.8 + 3}{4 \cdot 0.8 - 3} \right) = 34.52 \hat{\Omega}$$

Разместим на плане здания по контуру: $N=12$ электродов на расстоянии по 3 метра друг от друга

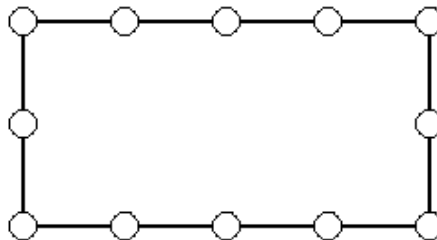


Рисунок 4.2 -Размещение электродов

Сопротивление растекания тока горизонтального заземлителя определяем по формуле:

$$R_{\text{г}} = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{dT} \quad (4.12)$$

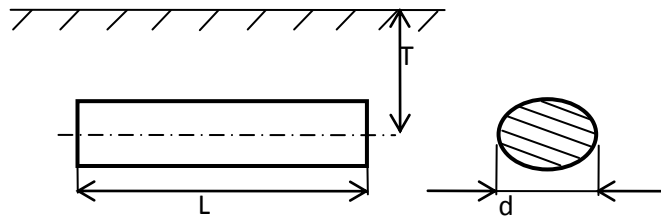


Рисунок 4.3– Горизонтальный заземлитель

Для полосы шириной $b=100 \text{ mm}$ $d=0.5b$

$$R_r = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 120} \ln \frac{120^2}{0,5 \cdot 0,1 \cdot 0,8} = 1,70 \text{ Ом} \quad (4.13)$$

Находим η_z — коэффициент использования горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды.

$$\eta_z = 0,56$$

Подставляя найденные значения в формулу получим

$$R_{rp} = \frac{34,52 \cdot 1,7}{34,52 \cdot 0,56 + 1,7 \cdot 12 \cdot 0,76} = 1,68 \text{ Ом} \quad (4.14)$$

4.5 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность - состояние объекта, предотвращает возможность возникновения пожара.

По мере того как детектор будет использовать детектор дыма сигнализации DIP-3 в месте, где осуществляется круглосуточно

При высоте помещения 3,5 м, в районе, контролируемом одним детектором 10 м².

В комнате установлен типа углекислотный огнетушитель ОУ-8

Углекислотные огнетушители типа DU-8 предназначены для тушения класса А (твердых веществ), класса В (жидкости), класса С (газообразных веществ) и электроустановках до 1000 В, чтобы привести правила в действие огнетушителя, перечисленные на этикетке. [12]

Все огнетушители подвергаются периодической проверки и перезарядки.

Расчетная масса состава МД двуокиси углерода, кг, объем пожара определяется по формуле:

$$m_d = k \cdot g_n \cdot V \quad (4.15)$$

где $k = 1,2$ - коэффициент компенсации не учитываемых потерь состава,
 $g_n = 0,4$ – нормативная массовая концентрация состава,
 V – объем помещения,

$$V = A \cdot B \cdot H, \quad (4.16)$$

где: $A = 3$ м – длина помещения,
 $B = 2,5$ м – ширина помещения,
 $H = 2,5$ м – высота помещения.

Тогда: $V = 3 \cdot 2 \cdot 2,5 = 15 \text{ м}^3$

Следовательно:

$$m_d = 1,2 \cdot 0,4 \cdot 18,75 = 9 \text{ кг} \quad (4.17)$$

Таким образом из полученных результатов можно сделать вывод, что для обеспечения нормального функционирования системы автоматического пожаротушения потребуется 1 баллон углекислотного состава вместимостью 20 литров, с массой смеси 9 кг и рабочим давлением 12,5 МПа.

5 Бизнес-план

5.1 Резюме

Этот бизнес-план подтверждает целесообразность выбранного варианта - линии радиорелейной связи в горной местности в городе Текели, улучшить пользовательский опыт и в полной мере удовлетворять свои потребности в связи с внедрением новых технологий, расширение спектра предоставляемых услуг, повышение надежности сети и сократить расходы на эксплуатацию сети. С помощью микроволновой линии передачи многоканального телефонии, передачи данных, доступ к глобальным сетям Интернет.

По оценкам, приведенным срок окупаемости составляет 1,3 года. По следующим финансово-экономическому обоснованию проекта, мы можем сделать вывод, что проект является экономически эффективным и эффективным, так как срок окупаемости не превышает указанную скидку: 1.3 лет < 5 лет.

5.2 Компания и отрасль

Проект будет реализован ООО «GS Construction». Эта компания предоставляет комплексный подход к организации строительства от

проектирования до подачи объекта, который готов к коммерческой эксплуатации, Заказчику. Компания осуществляет проектирование, строительство, техническую эксплуатацию и техническое обслуживание внешних инженерных сетей и промышленных объектов на основании государственных лицензий, полученных для осуществления следующих видов деятельности - основные и зональные радиорелейных линий связи, включая проектирование, строительство и монтаж монолитных и сборных конструкций фундаментов из бетона, проектирование и монтаж металлической башни и мачты типа, проектирование и строительство промышленных объектов, а также выступает в качестве генерального подрядчика при выполнении сложных видов строительно-монтажных работ.

Реализация проекта приведет к расширению и удержанию рынка телекоммуникаций, расширение абонентской базы, увеличение дохода общества.

Встреча текущего и прогнозируемого спроса на телекоммуникационные услуги в областях, не имеющих телекоммуникационной сети;

Необходимость разработки РРЛ является результатом отсутствия потенциала местных бирж для развития и расширения услуг населению.

5.3 Описание услуг

Область применения микроволновой технологии связи:

Отсутствие технической связи для проводной линии DSL;

Несоблюдение технических параметров абонентской линии (спаренного телефона, высокий диапазон, шумной линии, воздушной линии, использование аппаратного сжатия PCM и др.);

Экономическая нецелесообразность проводной линии;

Быстрый захват потенциальных абонентов с последующим переключением их на проводных линиях;

Обеспечение высокой скоростью передачи данных (более 10 Мбит)

Возможность телефонов загородных поселков находятся в зоне покрытия;

Радиорелейная линия Талдыкорган - Karabudak - Текели предназначена для обслуживания алматинских услуг отрасли телекоммуникаций населения.

5.4 Анализ рынка

Анализ внешней среды

Оценка включала следующие факторы:

Уровень экономического статуса целевого рынка и максимально возможного объема рынка.

Степень экономического развития целевого рынка, объем инвестиций в регионе. В январе-декабре 2015 года промышленные месторождения произведено товарной продукции в действующих ценах 114,883.4 млн,

которые выросли на 4,1% по сравнению с 2014 г. (5,9% в предыдущем году) увеличение. Промышленные товары, произведенные в этой области составляет 20,65% от общего объема промышленного производства области. По сравнению с январем-декабре 2014 года рост объемов производства было зафиксировано в переработке сельскохозяйственной промышленности. Объем инвестиций в основной капитал в 2015 году составил 17043 тенге. (На 2014 год. - 16303 тенге).

Платежеспособность населения.

Уровень жизни населения города оценивается как средний. Большая часть населения города имеет стабильную работу со средним доходом, достаточной для оплаты стабильные телекоммуникационные услуги.

Среднедушевые номинальные денежные доходы населения в январе 2016 года (по оценке) составили 26943 тенге и увеличилась по сравнению с соответствующим периодом 2014 году на 8,4%.

Среднемесячная заработная плата в регионе, начисленная работникам в январе 2016 года составил 39 968 тенге и увеличился по сравнению с январем 2015 году на 10,4%

5.5 Управление

Алматы ОТД работает в Алматы и других стран региона, в том числе в Талдыкоргане.

Основными направлениями деятельности филиала являются:

- Предоставление услуг местной телефонной связи;
 - Предоставление междугородной и международной связи;
 - Обеспечение доступа к сетям передачи данных
 - Телеграф;
 - Осуществление телефонных карт;
 - Интеллектуальные сетевые службы;
 - Установленная мощность сетей цветовую температуру для AGDT состоянию на 1 января 2016 он составил 482 208 №№;
 - Задействованная емкость - четыреста восемьдесят одна тысяча двести семьдесят одна №№;
 - Свободные мощности - 937 №№;
 - Процент УВД мощностью 98,9%
- Деятельность Алматинской ВДТ направлена на:
- Максимальное удовлетворение спроса на услуги связи;
 - Повышение технического уровня телекоммуникаций с целью повышения качества предоставляемых услуг;
 - Повышение экономической эффективности капитальных вложений;
 - Сохранение и захват сегментов рынка высокодоходных;
 - Увеличение доходов ОАО "Казахтелеком"

5.6 Маркетинг

По сравнению с проводными (xDSL или широкополосным), беспроводными или спутниковыми системами РРЛ сети должны позволить операторам и сервис-провайдерам экономически эффективно охватить не только новых потенциальных пользователей, но и расширить спектр информационных и коммуникационных технологий для пользователей, уже имеющих фиксированный (стационарный) доступ.

Беспроводные технологии более гибки и, как следствие, проще в развертывании, так как по мере необходимости могут масштабироваться.

Простота установки как фактор уменьшения затрат на развертывание сетей в развивающихся странах, малонаселенных или удаленных районах.

5.7. Финансовый план

Расчет капитальных вложений

Определение капитальных вложений, K_{Σ}

$$K_{\Sigma} = K_O + K_M + K_{TP} + K_{ПР} \quad (5.1)$$

где: K_O – капитальные вложения на приобретение основного оборудования;

K_M – расходы по монтажу оборудования;

K_{TP} – транспортные расходы;

$K_{ПР}$ – затраты на проектирование

Расчет затрат на приобретение оборудования

Транспортные расходы, составляют 3% от стоимости всего оборудования.

$$K_{TP} = 0,03 \cdot K_O = 0,03 \cdot 57187500 = 1715625 \text{ тенге}$$

Таблица 5.1 - Смета затрат на приобретение оборудования для реализации проекта

Наименование	Тип	Стоимость KZT
Оборудование РРС– 3шт	Оборудование	16750500
Пассивное оборудование	Оборудование	862500
Электрооборудование	Оборудование	300 000
Клиентское оборуд. РРЛ СРЕ (100 портов)	Оборудование	17883000
Оборудование интегрированного доступа IAD (10 шт)	Оборудование	10608750
Оборудование ЦРРЛ два пролета (общая протяженность 47 км)	Оборудование	9378750
ЗИП	Оборудование	494550
Маршрутизатор 3шт	Оборудование	910500
Ко ВСЕГО:		57187500

Монтаж оборудования, пуско-наладка производится инженерами монтажниками АО «Казахтелеком», расходы составляют 1% от стоимости всего оборудования.

$$K_m = 0,01 \cdot K_o = 0,01 \cdot 57187500 = 571875 \text{ тг}$$

Расходы по проектированию и разработки проекта составляют 0,5% от стоимости всего оборудования.

$$K_{np} = 0,005 \cdot K_o = 0,005 \cdot 57187500 = 285937,5 \text{ тенге}$$

Общая сумма капитальных вложений по реализации проекта составляет:

$$K_{\Sigma} = 57187500 + 571875 + 1715625 + 285937,5 = 59760938 \text{ тенге}$$

Эксплуатационные расходы

Текущие затраты на эксплуатацию данной системы связи определяются по формуле:

$$\mathcal{E}_p = \Phi OT + O_c + A_o + \mathcal{E} + H + M \quad (5.2)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда;

O_c – отчисления на соц. нужды;

A_o – амортизационные отчисления;

\mathcal{E} – электроэнергия для производственных нужд;

H – накладные затраты;

M – расходы потраченные на материалы;

Фонд оплаты труда

В штате данного проекта состоит 2 инженера-техника. Месячная зарплата у инженера-техника составляет 85000 тенге (см. таблицу 5.2)

Таблица 5.2 – Заработная плата сотрудников

Должность	Количество	Месячная заработная плата	Суммарная месячная заработная плата	Годовая заработная плата, тенге
Инженер-техник	2	85000	170000	2040000

Затраты по оплате труда рассчитываются по формуле:

$$\Phi OT = Z_{ocn} + Z_{доп} \quad (5.3)$$

где: Z_{ocn} – основная заработная плата,
 $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата в год будет:

$Z_{ocn} = 2040000$ тенге

Дополнительная заработная плата составляет 10% от основной заработной платы:

$$Z_{доп} = 0,1 \cdot Z_{ocn} \quad (5.4)$$

$$Z_{доп} = 0,1 \cdot 2040000 = 204000 \text{ тенге}$$

Общий фонд оплаты труда за год составит:

$\Phi OT = 2040000 + 204000 = 2244000$ тенге

Расчет затрат по социальному налогу

В соответствии со статьей 317 Налогового кодекса РК социальный налог начисляется по специальной сетке в зависимости от размера начисленного дохода. Ставка составляет 11% и рассчитывается по формуле:

$$Oc = 0,11 \cdot (\Phi OT - ПО), \quad (5.5)$$

где ПО – отчисления в пенсионный фонд.

ΦOT – фонд оплаты труда

0,11 – ставка на социальные нужды

ПО составляют 10% от ΦOT

$$ПО = 0,1 \cdot 2244000 = 224400 \text{ тенге}$$

Тогда социальный налог будет равен

$$Oc = 0,11 \cdot (2244000 - 224400) = 222156 \text{ тенге}$$

Расчет затрат на амортизацию

Амортизационные отчисления берутся исходя из того, что норма амортизации на оборудование связи составляет 25%.

Амортизация вычисляется по следующей формуле:

$$A_0 = H_A \cdot \sum K, \quad (5.6)$$

где H_A – норма амортизации;

$\sum K$ – стоимость оборудования без НДС + затраты на монтажные и транспортные расходы.

Тогда амортизационные отчисления составляют:

$$A_0 = H_A \cdot \sum K = 0.25 \cdot 59760938 = 14940235 \text{ тенге}$$

Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию для производственных нужд в течении года, включают в себя расходы электроэнергии на оборудование и дополнительные нужды:

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z}_{\text{ЭЛ.ОБОР.}} + \mathcal{Z}_{\text{ДОП.НУЖ.}}, \quad (5.7)$$

где: $\mathcal{Z}_{\text{ЭЛ.ОБОР.}}$ – затраты на электроэнергию для оборудования;

$\mathcal{Z}_{\text{ДОП.НУЖ.}}$ – затраты на дополнительные нужды;

Затраты электроэнергии на оборудование рассчитывается по формуле

$$\mathcal{Z}_{\text{ЭЛ.ОБОР.}} = W \cdot T \cdot S \cdot 24 \cdot 12 \quad (5.8)$$

где: W – потребляемая мощность,

$W=16,8\text{кВт}$;

T – время работы-24 часа;

S – тариф, равный $1 \text{ кВтч}=12,02\text{тг}$

365– количество дней в году;

$$\mathcal{Z}_{\text{ЭЛ.ОБОР.}} = 12,02 \cdot 16,8 \cdot 24 \cdot 365 = 1180287 \text{ тенге}$$

Затраты на дополнительные нужды составляют 5% от затрат на оборудование, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{Z}_{\text{ДОП.НУЖ.}} = 0,05 \cdot \mathcal{Z}_{\text{ЭЛ.ОБОР.}}, \quad (5.9)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{ЭЛ.ОБОР.}}$ - затраты на электроэнергию для оборудования;

Затраты на электроэнергию для дополнительных нужд:

$$\mathcal{Z}_{\text{ДОП.НУЖ.}} = 0,05 \cdot 1180287 = 59014 \text{ тенге.}$$

Тогда суммарные затраты на электроэнергию будут равны:

$$\mathcal{E} = 1180287 + 59014 = 1239301 \text{ тенге.}$$

Расчет накладных затрат

Накладные расходы составляют 60 % от всего затрат и рассчитываются по формуле:

$$H = 0,6 \cdot (\Phi OT + O_c + A + \Xi) = 0,6 \cdot (2244000 + 222156 + 14940235 + 1239301) = 12119700 \text{ тг} \quad (5.10)$$

Расходы на материалы.

Материалы, использованные при технической реализации проекта представлены ниже в виде таблицы 5.3

Таблица 5.3 - Затраты на материал.

Наименование	Количество.	Цена за ед., тенге	Сумма, тенге
Шкаф для VC 19"	2	48200	96400
Кабельная продукция UTP 5е	400 м	35	14000
Кабель ВОЛС	100 м	150	15000
Прочие материалы			85000
ИТОГО:			210400

Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов проекта в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Годовые эксплуатационные расходы

Показатель	Сумма тенге
ФОТ	2244000
Отчисления на социальные нужды (Ос)	222156
Амортизационные отчисления (А ₀)	14940235
Затраты на электроэнергию (Ξ)	1239301
Расходы на материалы (М)	210400
Накладные расходы (Н)	12119700
ИТОГО	30975792

$$\Xi = 2244000 + 222156 + 14940235 + 1239301 + 210400 + 12119700 = 30975792 \text{ тг}$$

2

Расчет доходов от внедрения системы

Реальный доход, получаемый от полного внедрения системы можно определить по следующей формуле:

$$D_{real} = D_{\Pi} + D_{\PiД} + D_T, \quad (5.11)$$

где D_{Π} – доход от подключения абонентов в год;

$D_{\PiД}$ – доход от абонентской платы за услуги по передачи данных в год;

D_T – доход от абонентской платы за услуги телефонии.

Доходы от платежей за подключение в год:

$$D_{\Pi} = (T_{\Pi} \cdot 12) \cdot N, \quad (5.12)$$

где T_{Π} – тариф за подключение

N – количество новых пользователей

Доход от услуги ПД по преобладающему трафику (вход/исход) в год:

$$D_{\PiД} = (T_{\PiД} \cdot 10 \cdot 12) \cdot N, \quad (5.13)$$

где N – количество клиентов,

$T_{\PiДср}$ – среднее количество трафика на абонента в месяц составляет 4000Мб.

Цена за 1Мб равна 10тг.

Доход от услуги телефонии в год рассчитывается по формуле:

$$D_T = N_T \cdot T_{Tcc} \cdot 30 \cdot 12, \quad (5.14)$$

где $T_{Tср}$ – средняя длительность разговора одного абонента составляет 90мин. Средний тариф составляет 30тг;

N_T - количество абонентов пользующихся услугами телефонии.

Результаты расчета доходов в результате внедрения проекта представлены в таблице 5.5

Таблица 5.5 –Прогноз доходов от внедрения услуг связи по годам

Наименование показателя	1	2	3
Количество новых пользователей, в ед.	300	460	680
Разовый платеж за подключение, в тенге	31200	31200	31200
Доходы от подключения клиентов за год, в тенге	9360000	14352000	21216000
Кол-во абонентов ПД., в ед.	50	120	180
Среднее значение трафика, в Мб	9800	9800	9800
Доходы от аб. ПД за год, в тенге	58800000	141120000	211680000
Кол-во аб. Телефония, в ед.	150	340	500
Средняя длительности разговора по направлению МГ/МН, мин	90	90	90
Дох. от аб. IP-тлф за год, в тенге	4860000	11016000	16200000
Реальные доходы за год, в тенге	73020000	166488000	249096000

Оценки эффективности от реализации проекта производятся на основе следующих показателей:

Чистый доход;

Чистый приведенный доход;

Срок окупаемости без дисконтирования;

Срок окупаемости с учетом дисконтирования.

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

Чистый доход предприятия определим по формуле:

$$D_{\text{чист.}} = D - \sum \mathcal{E}, \quad (5.15)$$

где D - реальный доход от внедрения услуг в год.

$\sum \mathcal{E}$ – эксплуатационные расходы

$$D_{\text{чист.}} = 73020000 - 30975792 = 420442078 \text{ тенге}$$

Сумма налога в бюджет составляет 20% от чистого дохода предприятия. Чистый доход предприятия после налогообложения рассчитывается по формуле:

$$D_{\text{чист.н.}} = 0,8 \cdot D_{\text{чист.}}, \quad (5.16)$$

где $D_{\text{чист.н.}}$ – чистый доход предприятия;

Тогда чистый доход после налогообложения составит:

$$D_{\text{чист.н.}} = 0,8 \cdot 42044208 = 33635366 \text{ тенге}$$

Из расчета видно, что доходы оператора зависят от количества клиентов подключенных к сети. После 1,2 года, когда предприятие полностью начинает себя окупать, возможно, направление поступающих денежных средств на дальнейшее развитие сети и подключения большего числа абонентов, что незамедлительно скажется на уровне доходов данного предприятия. Так же в дальнейшем кроме увеличения числа абонентов и установки дополнительных базовых станций, предполагается модернизация сети с учетом требований на тот период.

Аналогично посчитаем доход для последующих лет и занесем в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 - Показатели доходов (без дисконтирования)

Наименование показателя	1	2	3
Доходы от реализации услуг, тыс. тенге	73020000	166488000	249096000
Эксплуатационные расходы, тенге	30975792	30975792	30975792
Прибыль - Доходы от основной деятельности, тенге	42044208	135512208	218120208
Чистая прибыль - доходы после налогообложения, тенге	33635366	108409766,3	174496166
Амортизационные отчисления А0, тенге	14940235	14940235	14940235
Чистый доход (Прибыль после налог-я +А), тенге	48575690	123350000	189136400
Капитальные вложения, тенге	59760938	0	0
Чистые поступления, тенге	-11185248	123350000	189136400

Произведем расчет показателей экономической эффективности по формулам:

$$E_n = (ЧД + П) / K = (33635366 + 48575690) / 59760938 = 0,812.$$

Тогда $T_{on} = 1 / E_n = 1 / 0,812 = 1,232$ года.

По графику на рисунке 5.1 графически определяется срока окупаемости средств $T_{ок}$ вложенных в проект без дисконтирования, срок окупаемости равен 1,15 года. График построен по данным таблицы.

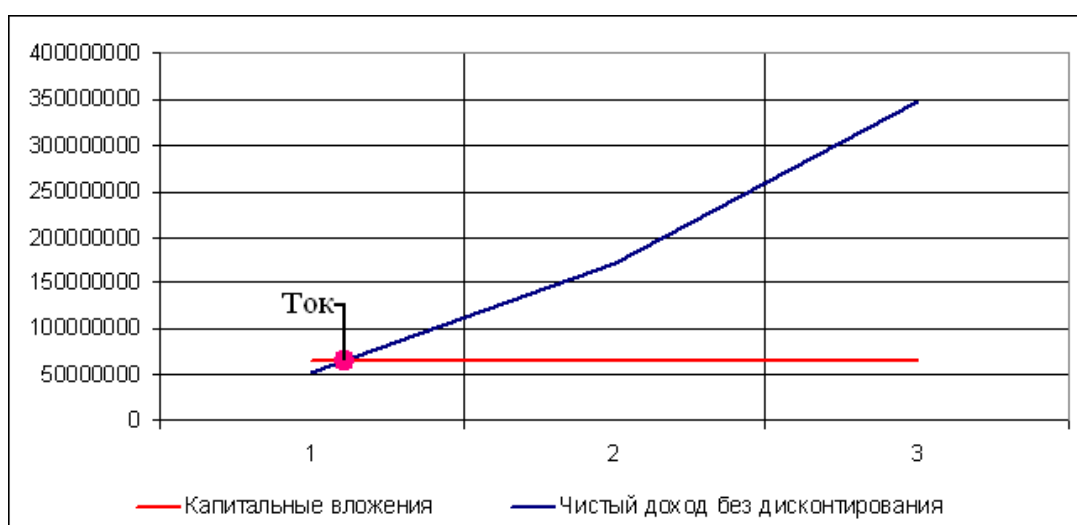


Рисунок 5.1 - Определение срока окупаемости проекта без учета дисконтирования

Заданный срок окупаемости (возврата) капитальных вложений характеризует период времени в годах, в течение которого вложенные средства полностью возместятся прибылью, и составляет 1,3года. Исходя из вышеприведенного финансово-экономического обоснования данного проекта, можно сделать вывод, что данный проект является экономически выгодным и эффективным, так как срок окупаемости с учетом дисконтирования не превышает заданный: 1,3 года < 5 лет.

Заключение

Дипломный проект касался организации РРЛ для города Текели в горной местности с потребностями населения и различных услуг.

Особенности распространения радиоволн в горной местности, методы организации радиорелейных линий связи в горных условиях. Способы размещения линий связи в горной местности, критерии отбора оборудования для развертывания РРЛ.

рассмотрение вопроса о влиянии климатических условий на интервалах РРЛ также производства, способы для пассивных транспондеров в горной местности с целью улучшения качества связи. Проводится подбор оборудования.

Сделать расчеты микроволновые параметры радиолинии для горного поселка.

В вопросах здоровья и безопасности анализа условий труда, электро- и пожарной безопасности, вентиляции расчеты сделаны.

Бизнес-план показывает технико-экономическое обоснование и расчет эффективности реализации проекта для предоставления качественных услуг населению и различных услуг.

В целом, цели и задачи, поставленные в проекте реализованы.

Список литературы

1. Дегтярев В.М., В. М. Далингер В.Я., Дмитриев В.А., Каленов В.Е. Особенности эксплуатации и повышение эффективности радиотехнического оборудования для обеспечения полетов вертолетов в горной местности. «Наука для авиации» №2 2013, стр. 69-73
2. Артемьев А.В. Организация радиорелейных линий связи в горной местности Первая миля 2/2010 стр. 46-49
3. <http://www.lastmile.su/journal/article/2029>
4. Ошерович Л.Г. Куликов В.В. Волков Е.А. Радиорелейная и тропосферная связь. С-П, 2002 - 471с.
5. Калинин А.Н., Черенкова Е.Л. Распространение радиоволн и работа радиолиний., Москва 2003. - 439с.
6. <http://rrl.newmail.ru/lek/07.htm>
7. <http://dvorpages.by.ru/libr/rts/068shel2/lb9.htm>
8. Тимищенко М.Г. Проектирование радиорелейных линий, Москва, 2003.- 240с.
9. Калинин А.И. Расчет трасс цифровых радиорелейных линий, Москва, 2001.-247с.
10. Каменский Н.Н., Модель А.М., Надененко Б.С. и др. Справочник по радиорелейной связи. Изд.2, Москва, 2000. 416 с
11. Справочник по спутниковой и радиорелейной связи / Под ред. С.В. Бородича. -М.: Радио и связь, 2001.
12. Лобач В.С. Короткий Г.Г. Космические и наземные системы радиосвязи и телерадиовещания - СПб, 2004
13. Лобач В.С. Спутниковые и радиорелейные системы передачи, СПб, 2003
14. Гаврилова И.И., Лобач В.С. «Радиорелейные линии и спутниковые системы передачи» - СПб, 2003
15. Лобач В.С., Яковлев В.И. «Спутниковые системы связи и РРЛ» СПб, 2005
16. Гомзин В.Н., Лобач В.С., Морозов В.А. Расчет параметров цифровых РРЛ, работающих в диапазонах частот выше 10 ГГц - СПб, 2005
17. Грицаенко Е.Н. Экспериментальная оценка точности пеленгования по внутриимпульсным фазовым измерениям на наземных трассах прямой видимости в сантиметровом диапазоне /
18. Волков О.И. Экономика предприятий связи.-М.: Экономика, 2011.
19. Баканов М.И. Шеремет А. Д. Теория экономического анализа.- М.: Финансы и статистика. 2011.
20. Алибаева С.А. Методические указания по дипломному проектированию (для студентов всех форм обучения направления 652400-Радиоэлектроника и телекоммуникации).- Алматы: АИЭС,-2009.
21. Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи; М: - Радио и связь, 2011.

22. Охрана труда на предприятиях связи. Под редакцией Н.И. Баклашова. Москва: Радио и Связь, 2011г.

23. Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. – М.: Радио и связь, 2009.

24. Князевский Б.А., Чекалин Н.А. Техника безопасности и противопожарная техника в электроустановках. – М.: Энергия, 2011.

25. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: Колос, 2010.

26.

27. <http://masters.donntu.edu.ua/>

28. <http://vlobatch.narod.ru/Book/NachaloUP.htm>

29. <http://rrl.newmail.ru/lek/07.htm>

Приложение А

Листинг программы Delphi

Listing

```
unit Unit1;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, jpeg;
type
  TForm1 = class(TForm)
    Image1: TImage;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    Edit3: TEdit;
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Edit4: TEdit;
    Label8: TLabel;
    Label9: TLabel;
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
var
  Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  close;
end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var s,d,l,t: real;
```

```
begin
  s:=strtofloat(Edit1.text);
  l:=strtofloat(Edit2.text);
  t:=strtofloat(Edit3.text);
  d:=(s/4*(1-t*t*t*t/l*l*l));
  edit4.text:= floattostr(d);
end;
end.
```