МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
**АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

кафедра Телекоммуникационных систем

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой ___________
к.т.н., профессор Байкенов А.С.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
_______________ «____» _______________ 20__ г.
(подпись)

# ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: „Разработка системы мониторинга транспортных средств работающих в карьерах"

Специальность ___________________

Выполнил (а) Баймуханбетов А.Б (Фамилия и инициалы) МТС-12-6 группа

Научный руководитель ___________________ (Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

**Консультанты:**

по экономической части:
доцент Боканова Г.Ш
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_______________ « 06 » 06 20 16 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
ст. преп. Бегимбетова А.С.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_______________ « 30 » мая 20 16 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
к.т.н, ст.преп Ефремова Ю.Ч
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_______________ « 03 » июня 20 16 г.
(подпись)

___________________
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_______________ «____» _______________ 20__ г.
(подпись)

Нормоконтролер: Демидова Т.Д ст. пр. КБ (Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_______________ « 9 » июня 20 16 г.
(подпись)

Рецензент: Артюхин Антон Владимирович (Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_______________ « 7 » июня 20 16 г.
(подпись)

Алматы 2016 г.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Некоммерческое акционерное общество**
**АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

Факультет Радиотехники и связи
Специальность Телекоммуникационных систем
Кафедра 5В 071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

# ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент Байшуканбетов Алмас Болтулы.
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Разработка системы мониторинга транспортных средств работающих в карьерах

утверждена приказом ректора № ___ от «___» 20___ г.
Срок сдачи законченной работы «___» _____ 20___ г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта
1) Расчет запаса на замирание
2) Расчет времени ухудшение связи, вызванного суперрефракцией радиоволн, оптимизация высот подвеса антенн
3) Расчет времени ухудшения связи из-за дождя

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:
1) Основные свойства и состав радиорелейных линий связи
2) Основные проблемы организации связи
3) Виды станций РРЛ
4) План распределения частот
5) Выбор оборудования
6) Исходные данные для расчетов
7) Выбор оптимальной трассы и мест расположения станций РРЛ
8) Расчет времени ухудшение связи из-за дождя, оптимизация пролёта
9) Безопасность жизнедеятельности
10) Бизнес план

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1) Система GPS мониторинга автотранспорта
2) Факторы, вызывающие замирание сигнала на пролете РРЛ
3) Схема радиорелейной секции
4) Расположение станций РРЛ

Рекомендуемая основная литература

1) Липкин И. А. Спутниковые навигационные системы. М.: Вузовская книга 2001
2) Лобач В.С., Яковлев В.И., Спутниковые и радиорелейные системы связи и РРЛ" СПб, 2005
3) Галкин В.Н., Лобач В.С., Морозов В.А. Расчет параметров цифровых РРЛ, работающих в диапазонах частот выше 3 ГГц – СПб, 2005

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

| Раздел | Консультант | Сроки | Подпись |
|---|---|---|---|
| БЖД | Бегимбетова А.С. | 01.04 – 30.05.16 | [signature] |
| Бизнес план | Боканова Г.Ш. | 01.04 – 06.06.16 | [signature] |
| Военная техника | Ефремова Ю.Ч. | 01.03 – 03.06.16 | [signature] |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

# Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

| № п/п | Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов | Сроки представления руководителю | Примечание |
|---|---|---|---|
| 1 | Постановка задачи | 02.01.16 | |
| 2 | Выбор частотного диапазона РРЛ | 03.01.16. | |
| 3 | План распределение частот | 17.01.16 | |
| 4 | Выбор оборудования | 16.01.16 | |
| 5 | Выбор оптимальной трассы | 21.02.16 | |
| 6 | Построение продольных профилей интервалов | 27.02.16 | |
| 7 | Расчет запаса на замирания | 21.03.16 | |
| 8 | Бизнес план | 22.03.16 | |
| 9. | Характеристика проекта | 25.03.16 | |
| 10 | Безопасность жизнедеятельности | 02.05.16 | |
| 11 | Анализ условий труда | 05.05.16 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Дата выдачи задания «____» _____ 20___ г.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____ Байшуганбетов А.Б.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

## АҢДАТПА

Осы жобада Талгар ауданға Бесагаш Алматы облыста поселкеде АО ТАС КУС Әкелер мониторинг жене технологиялық мұқтаждықтар үшін байланыстар сандық радиорелелік сызықтары ұйым қарастырылған.

РРС интервалдарда сигналдардың қылшиып қалулары қарастырылған радиорелелік сызықтардың интервалдардың

Отырна классификацияы.

В есепті бөліктер радиотолқындарда таралуда әр түрлі шарттарда байланыста сапаға ықпал ететін параметрлердің есеп айырысулары шығарылған РРЛ және трассаларға әртүрлі түрлерде. Экономик есеп айырысулар жобаның тиімділігін растайды.

Тіршілік әрекетілер Қауіпсіздігі.Бөлімге радиорелелік станцияда технологиялық бөлмеде еңбектің шарттардың талдауы шығарылған болды.

## АННОТАЦИЯ

В данном проекте рассмотрена организация цифровой радиорелейной линии связи для мониторинга и технологических нужд АО ТАС КУМ в поселке Бесагаш Алматинской области Талгарского района.

Приведена классификация интервалов радиорелейных линий, рассмотрены замирания сигналов на интервалах РРС.

В расчетной части произведены расчеты параметров РРЛ, влияющих на качество связи при различных условиях распространения радиоволн и на разных типах трасс.

Экономические расчеты подтвердили эффективность проекта.

В разделе Безопасность жизнедеятельности был произведён анализ условий труда в технологическом помещении радиорелейной станции.

**Annotation**

In the graduation project proposed organizations of digital radio relay link for monitoring and technical needs AO TAC KYM in Besagash, Talgar area, Almaty region.

In classification of radio relay lines intervals considered fading signals at intervals RRT.

In calculation of the payments made RRL parameters affecting the communication quality under various conditions spreading radio waves and different types of tracks.

Economical calculations proved that project effective.

In labor and environment protection was carried out analysis of working in the technical premises relay station.

## Содержание


Введение 9
1 Организации сети передачи данных для технологических нужд 10
1.1 Постановка задачи 10
1.2 Основные свойства и состав радиорелейных линий связи 11
1.3 Основные проблемы организации связи 12
1.4 Выбор частотного диапазона РРЛ с учетом влияния условий распространения радиоволн на устойчивость связи 14
1.5 Виды станций РРЛ 15
1.6 Основные требования, предъявляемые к антеннам РРЛ 17
1.7 План распределения частот 19
1.8 Классификация интервалов радиорелейных линий 22
1.9 Выбор оборудования 23
1.10 Описание оборудования 27
2 Расчет качественных показателей цифровой радиорелейной линии 32
2.1 Основные положения 32
2.2 Исходные данные для расчетов 33
2.3 Выбор оптимальной трассы и мест расположения станций РРЛ 35
2.4 Частотный план и выбор поляризации на интервалах 36
2.5 Построение продольных профилей интервалов 37
2.6 Выбор оптимальных высот подвеса антенн 38
2.7 Расчет запаса на замирание 41
2.8 Расчет времени ухудшения связи из-за дождя, оптимизация пролета 42
2.9 Расчет времени ухудшения связи, вызванного субрефракцией радиоволн, оптимизация высот подвеса антенн 44
4 Безопасность жизнедеятельности
3.1 Анализ условий труда 58
3.2Выбор огнетушителей, расчет их количества, установка пожарных извещателей
3.3 Расчет системы искусственного освещения 60
3.4 Расчет системы вентиляции 63
3.5 Электробезопасность
3 Бизнес-план 50
3.1 Актуальность проекта 50
3.2 Организация и планирование работ 50
3.3 Смета затрат на проектирование 52
3.4 Оценка экономической эффективности разработки проекта 55
Заключение 65
Список литературы 69
Приложения 70
71

## Введение

В Казахстане наиболее широко используется два способа построения операторской транспортной инфраструктуры: на основе волоконно-оптических систем, а также на основе систем радиосвязи. Первые характеризуются очень высокой пропускной способностью, но требуют значительных длительных изыскательских работ по времени проекта. В связи с этим, волоконная оптика была применена в первую очередь для операторов междугородной и международной связи. Системы радиосвязи позволяют гибко и быстро покрывать большие площади, но они имеют ограниченные возможности, в основном за счет числа частотных каналов, предоставленных от конкретного оператора.

Анализ существующих карьерах, изучение технических спецификаций подлежащих промышленной разработке месторождений свидетельствуют о том, что главная проблема развития общественного транспорта становится проблемой. Это необходимо, чтобы быстро реагировать на перевозки грузов из карьеров для оптимизации добычи и транспортировки. Поэтому необходимо создать высокоскоростную сеть связи для этих целей, а также для мониторинга автотранспорта, перевозящего добытый материал – гравий и щебень.

В течение многих лет одним из наиболее экономически эффективных и быстрых способов организации информации и транспортных потоков, транслируемых на большие расстояния, является радиорелейная связь. И, если раньше, основная часть магистральных линий, обеспечивающих такую связь были аналоговыми, но теперь они были заменены современными цифровыми радиорелейной станции (ЦРРС) с высокой пропускной способностью. Рабочие станции, как правило, в диапазоне частот 3,4-11,7 ГГц. Их пропускная способность составляет 155 Мбит / с или более, и передача сигналов осуществляется с помощью многопозиционных типов приема. Для ствола ЦРРС и внутригосударственными линии характеризуется системным программным обеспечением телесервис поддерживает уровень управления сетевыми элементами и сетью, а также обеспечивает контроль, управление и техническое обслуживание оборудования. При строительстве высокоскоростных линий, подключенных к ЦРРС в настоящее время продолжается в интенсивном развитии для отдаленных районов Казахстана, что требует значительных инвестиций не только в создании технологических объектов, но и в строительстве компонента телекоммуникаций. Выбор технологии для создания транспортной инфраструктуры в регионе в значительной степени определили его климатические и природные особенности. В частности, низких температурах в зимний период, требует специальной технологии для защиты волоконно-оптических кабелей при зависании на носителе (например, линий электропередач), наличие водных преград, горных хребтов и проходит строго препятствовать использованию волоконной оптики.

Поэтому в данной работе будет рассмотрена организация сети передачи данных для технологических нужд и мониторинга транспорта в селе БесагашАлматинской области для предприятия по добыче и переработке гравия и щебня АО ТАС КУС

## 1 Организации сети передачи данных для технологических нужд и мониторинга транспортных средств

### 1.1 Постановка задачи

В поселке БесагашАлматинской области Талгарского района находится офис компании по добыче и переработке песка, щебня и песчано-гравийной смеси АО ТАС-КУМ, которая является лидером среди подобных предприятий в Казахстане, история которого превышает 50 лет.

Доля местного рынка пятьдесят процентов. Это потребители таких гигантов, как "Асфальтобетон", "Almatybeton", "Темирбетон" "КСМК" и другие. Двадцать процентов приходятся на долю иностранных компаний в западном регионе Казахстана, таких как "Тенгиз Шевройл", "Аджип", "Интергазстроил", "Карчаганак Петролеум", "Гате и другие..

Производство, выпускаемого ОАО «ТАС-Кум» предоставляет своим сырьем (наличие собственных месторождений песка и камней, а также производство казахстанских предприятий). Большинство потребителей, в том числе иностранные, предъявляют высокие требования к форме зерен гравия. Среди агрегатов для бетона важное место занимает песок. Песчаные отложения Первомайский, очень стабильный состав зерна и низкое содержание пылевидных и глинистых частиц. Производство «ТАС-КУМ" имеет широкий круг потребителей. Среди них, такие как "Темирбетон", "АЗМК", "Бент", «Трансторймост», «Интергазстрой», КСМК-1, КСМК-5, ТОО «АДСК», ТОО «Магнетик» и др.

Среди потребителей в качестве представителей малого и среднего бизнеса, которые покупают нашу продукцию для самых приложений. Песок и другие виды продукции ОАО «ТАС-Кум" можно найти в Западно-Казахстанской, Жамбылской области, а также в Алматы и Алматинской области.

Мощности предприятия позволяют разрабатывать сегодня только четыре месторождения - тип карьеры:

Котур-Булак месторождение строительного камня (порфириты).

Кулан-Тюбе месторождение вторичных кварцитов.

Первомайская месторождение строительного песка.

Капчагай месторождение строительного песка, а также осуществлять добычу и переработку нерудных материалов в объеме 3 млн. $м^3$/год.

С учетом вышеизложенного, необходимо организовать сеть передачи данных для технологических нужд и мониторинга транспортных средств, который соединит материнской компании ТАС КУМ Besagash офис в селе, с

карьерами, мастерские по переработке щебня, песка и песчано-гравийной смесив единую инфраструктуру. Для этих целей предполагается организовать связь на основе ЦРРЛ. А Контроль с помощью GPS-оборудования на транспортных средствах.

### 1.2 Система мониторинга транспорта

Оборудование, которое обеспечивает контроль за перемещением людей, животных или транспортных средств в настоящее время пользуются большим спросом на рынке высокотехнологичных устройств спутниковой навигации. Особенно часто используется контроль GPS, работает с помощью спутниковой и сотовой связи и позволяет осуществлять дистанционное управление независимо от расстояния. транспортные средства управления используются особенно активно в бизнес, связанный с материально-технического обеспечения и дальнейшей транспортировки. Ранее управление транспортом может осуществляться только на месте, теперь стало гораздо проще и не требует дополнительного персонала, так как вся работа сама принимает мониторинг GPS транспортных средств, для которых нужно только компьютер и специальное оборудование, установленное на транспортном средстве, Поездки и перевозки стали гораздо безопаснее, потому что в любое время вы можете определить местоположение транспортировки и проверить, является ли конкретный маршрут совместно машиной нет. Он работает транспорт или нет. А если вы работаете, эффективность может быть проверена с помощью аналитических отчетов. Система управления транспорта не только осуществляется мониторинг транспорта, но и под контролем безопасности на транспорте, в том числе с помощью функции тревожной кнопки. Сигнал будет идти непосредственно к диспетчеру в системе мониторинга или мобильного телефона. Менеджер, в свою очередь, может дистанционно заблокировать двери, двигатель или другой механизм, связанный. Таким образом, контроль транспорта - это возможность транспортировать активный контроль, который позволяет не только отслеживать местоположение машины, но и действовать в соответствии с чрезвычайной ситуации [1]

Мониторинг транспорта необходим для оптимизации использования флота. Использование этой системы является значительную экономию на содержание всего транспортного средства. В то же время, он является отличным решением для улучшения качества предоставляемых услуг. После снижения стоимости перевозки - это первый шаг к победе над конкурентами. Современная система спутникового слежения автомобиля может стать больше и означает значительное увеличение эффективности и снижение бизнес-рисков, так или иначе связанных с автомобилями. Качественно установлена система мониторинга транспортных средств дает возможность, с помощью непрерывного мониторинга флота, чтобы обеспечить его полную безопасность. GPS системы слежения за автотранспортными средствами

может быть установлен на каждом транспортном средстве. В то же время его движение может быть непосредственно контролировать в режиме реального времени: только наиболее полные и точные данные о соблюдении маршрутов, полеты, расписания и достоверной информации о пройденного пути, скорость, количество топлива, и многое другое. Мониторинг транспортных средств на сегодняшний день является также очень важным для управления движением строительства и грузовых. Эффективное управление транспортными ресурсами любой компании возможна только с применением современных технологий безопасности и навигации. Транспорт GPS-мониторинг - технология, которая используется в диспетчерских служб в области транспорта, а также для решения проблем транспортной логистики в системах управления перевозками и автоматизированных систем управления флота для контроля фактического маршрута транспортных средств с использованием спутников GPS [1, 2].

Функционирование потребительского терминала на авто, можно понять из обобщенной схемы (рисунок 1.1)

Рисунок 1.1– Функциональная схема аппаратуры потребителя

Основное сообщение, которое передается от каждого GPS спутниковой навигации, формируется в виде рамки. Поток данных навигации передается со скоростью 50 бит / с. Продолжительность символа информации "0" или "1", так же 20 мс. Кадр состоит из пяти субкадре, причем четвертый и пятый субкадре разделены на 25 страниц каждый. Подкадров первого к третьему, и каждой страницы четвертого и пятого подкадров содержат 300 символов, которые разделены на 10 слов, до 30 символов в слове [2].

Нулевое чтение времени GPS определен в полночь от 5 до 6 января 1980 Неделя является крупнейшим единицей измерения времени в системе GPS. Неделя определяется как 604 800 с.

Эфемерид является уточнение параметров движения спутников. На основании данных альманаха, GPS-приемник "сканирует" небо, и когда он получает данные от спутниковых эфемерид обновить его.

Чем больше спутников "видит" навигатор, тем лучше мы можем настроить время с последующим увеличением точности позиционирования. При наличии четвертого спутника начинается так называемый 3D-навигации, и мы можем определить высоту над уровнем моря, скорость движения на поверхности и скорость вертикального движения [2].

Немного точности. При создании системы она специально сделана так называемый режим S / A (Selective Доступность - ограниченный доступ). Этот режим предназначен для предотвращения возможного противника тактического преимущества в определении местоположения с помощью GPS.

Точность позиционирования сильно зависят от ошибок при выполнении процедуры измерения. Природа этих ошибок различна [2].

1) Неточный выбор времени. Вносит погрешность около 1 метра.

2) Ошибки при расчете орбит спутников (эфемерид более точным). Вносит погрешность около 1 метра.

3) Ионосферной задержки сигнала. Вносит погрешность до 10 метров.

4) Многолучевого отражения от высотных зданий и других объектов. Это вносит погрешность до 2-х метров.

5) Геометрическое расположение спутников.

6) Тропосферные сигналы задержки.

По сравнению с обычными навигационными устройствами и методами, портативный приемник GPS имеет некоторые преимущества. Он работает 24 часа в сутки в любых погодных условиях, в любой точке мира, может указать местоположение с точностью до 15 м, что достаточно для туристов и различных производственных нужд [2].

В пользу преимуществ приемника GPS, вы можете принести три ключевых аргумента:

- Приемник определяет ваше точное местоположение даже в условиях полного отсутствия видимости;

- Это указывает направление цели вашего путешествия и расстояния до него;

- Приемник запоминает текущую позицию, так что позже вы сможете восстановить эту ситуацию, то есть, чтобы вернуться на прежнее место.

### 1.3 Основные свойства и структура радиорелейных линий связи

Состав любого ретрансляционные станции включает в себя следующее оборудование:

– оборудования мультиплексирования с разделением;

– оборудования селекторной связи,
– дистанционной сигнализации и дистанционного управления;
– приемника оборудования;
– оборудования автоматических линий резервного копирования;
– антенно-фидерных устройств;
– оборудование системы бесперебойного питания

Современный комплекс приемопередачи может передавать несколько каналов тональной частоты до 34 Мбит/с в плезиохронной цифровой иерархии (PDH) и STM-потока от 0 до STM-16 в синхронной цифровой иерархии (СЦИ)

В тех случаях, когда система передачи реле (РПДЗ) предназначен для передачи большего количества сигналов, он образует комплексы более приемников, работающих в том же направлении на разных частотах. Каждый из этих комплексов СВЧ приемопередатчиком называется ствол.

Как пропускная способность РРЛ выделить следующие:

многоканальный, с числом частотных каналов более 300;

средняя мощность - от 60 до 300 частотных каналов;

малоканальные - менее 60 частотных каналов.

Согласно РРЛ приложений, разделенных на ствол, протяженностью более 2500 км, внутризоновые - национальные и региональные длины значения 250-1400 км, 50-200 км местный.

Как разделительных РРЛ каналов может быть частота и множественного доступа с временным разделением каналов, а также в широком диапазоне частот, используемых - дециметровые, сантиметровые и диапазонов миллиметр.

Для обеспечения радиорелейной связи в пределах прямой видимости, антенна должна быть поднята над землей на башнях или мачтах. Высоты антенных опор, в зависимости от длины и профиля каждого пролета между соседними станциями может достигать 120 метров, строительство более высокой башни антенны становится неэкономичным.

Длина пролета между соседними КПП обычно составляет от 30 до 55 км. В полосах частот выше 11 ГГц, то это значение может быть уменьшено с увеличением частоты. В некоторых случаях длина может быть уменьшена до 20 или 30 километров в связи с необходимостью размещения в данной точке КПП, и когда путь забит РРЛ.

Ограниченное расстояние прямой видимости не следует рассматривать как чисто негативный фактор. Это происходит из-за невозможности свободного распространения радиоволн на большие расстояния, интерференции между RRSP и возможного повторного использования частотного диапазона.

## 1.4 Основные проблемы организации связи

Физические процессы, происходящие в канале связи, определяют изменения, которые претерпевает сигнал на своем пути от передатчика к приемнику.

Во-первых, дополнительный эффект от интерференции сигнала. Для НЧ и СЧ системы, такие сигналы помех образуются как радиочастота атмосферных и индустриальных помех. Для УВЧ и СВЧ радиорелейной системы становятся решающими собственные внутренние шумы приемника, а также для космических систем радиосвязи к ним добавляются шум космического происхождения (в случае нарушения правил электромагнитной совместимости также возможное влияние другого радиооборудования, работающего на частоте диапазона соседнего).

Во-вторых, на сигнал в канале воздействует мультипликативный шум из-за изменений в канале в качестве параметров четырехполюсника.

Совокупное влияние аддитивного и мультипликативного шума определяет искажение сигнала. Величина деформации зависит от интенсивности помех и помехоустойчивых свойств системы связи. Любой канал связи вносит определенные искажения. Однако, передача считается неискаженной, если система связи, введенные в нее искажения не превышают установленных норм.

Электрические характеристики систем связи, определяющие передаваемые искажения информации, определяются по стандартам внутренних маршрутов РК ЕАСС, на международных линиях - Рекомендации МСЭ и Т.

Другим важным фактором является еще одной проблемой. Загрузка радиоволн до 11 ГГц на данный момент является такой, что большая часть средств вынуждена работать в полосах радиочастот вместе взятых, а на самом деле в этой области диапазона работают средства радиолокации, радионавигации, радио телеметрии. Существует серьезная и сложная проблема электромагнитной совместимости различных радиосредств, которые требуют решения не только на национальном, но и на глобальном уровне.

Непосредственное взаимодействие (1) и отраженной (2) волны (рисунок 1.2, а) определяется разностью фаз и амплитуд сигналов.

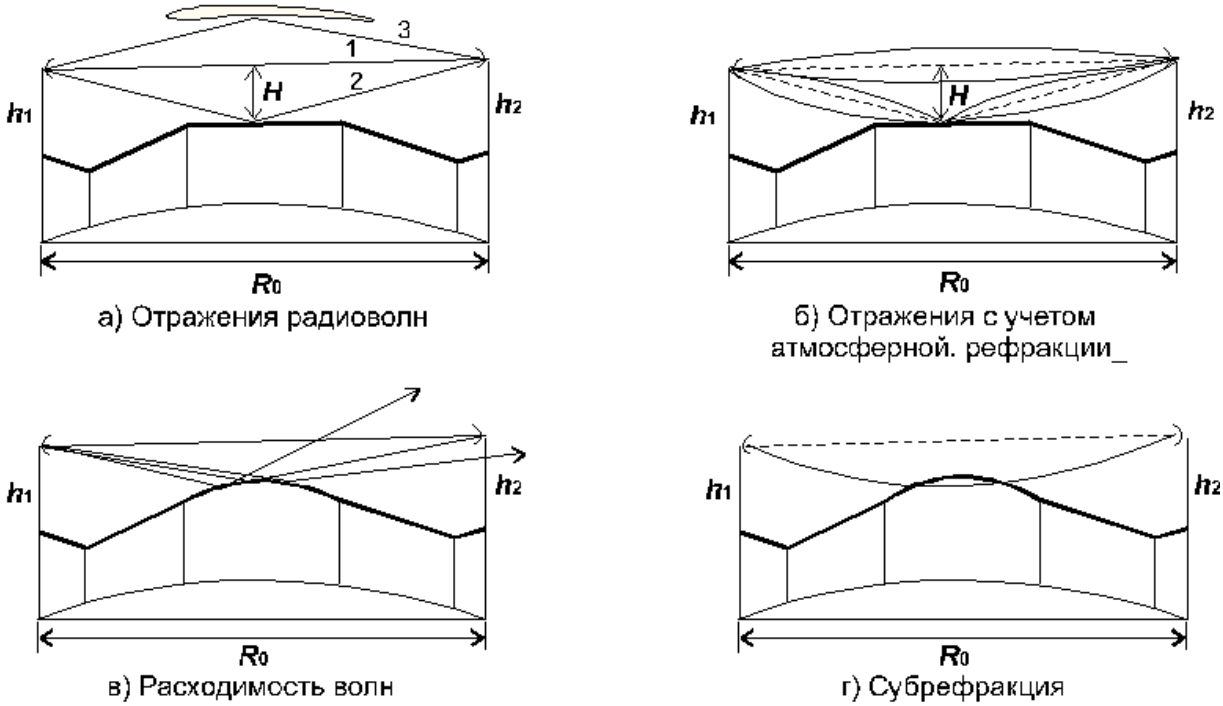



Рисунок 1.2 – Факторы, вызывающие замирания сигнала на пролете РРЛ

При равных амплитудах в случае прихода на приемник входящего сигнала в фазе, коэффициент затухания будет равен 2, а также дополнительно в противофазе - 0. Таким образом, уровень сигнала на входе приемника будет меняться.

Взаимодействие волн случайно, так как разность хода (разница фаз) зависит от атмосферной рефракции, что приводит к изменению траектории распространения радиоволн (рисунок 1.2, б), в зависимости от случайного характера климатических факторов в область. Амплитуда отраженных волн от поверхности, зависит от характера отражающей поверхности, то есть коэффициента отражения и коэффициента расхождение пучка. Коэффициент отражения изменяется от 1 (для гладкой поверхности воды) до 0.1-0.2 для поверхности, покрытой лесом. Коэффициент дивергенции учитывает различие отраженных лучей неровной поверхности (рис 1.1 в).

В дополнение к отраженной волны от поверхности земли до точки приема может входить в волну (3, рис 1.1, а), отраженных от слоистых неоднородностей (например, облако) атмосферы, что также приведет к изменению уровня сигнала на вход приемника.

В какой-то момент времени, может иметь место явление субрефракции радиоволн, в которой путь распространения становится таким, что трасса закрыта (рисунок 1,2 г).

При работе на частотах выше 6 ГГц, уровень сигнала зависит от дождя, тумана, снега и т.д. С увеличением частоты этот эффект возрастает на частотах выше 12-15 ГГц является определяющим фактором. В последние

десятилетия, начинает сказываться на факторы окружающей среды на распространение СВЧ диапазонов. Кислотные дожди и промышленные облака пыли имеют защитный эффект даже на частотах 4 - 6 ГГц. Точные данные о влиянии этих факторов и, следовательно, нет необходимости иметь равные сигнала линии связи питания.

Диапазон 2-4 ГГц параболические антенны могут достигать 3-5 метров, и поэтому они имеют сильные ветровые нагрузки. Ширина диаграммы направленности антенны на 1-2 градуса. Недостаточная устойчивость антенных башен и крепления системы юстировки антенны могут быть нарушена под влиянием ветра, который изменил бы уровень сигнала на реле хмелем Радио и связь даже уволены.

Все вышеперечисленные факторы в сложных условиях путь прохождения сигнала изменяется и в случае изменения частоты модуляции шума на выходе системы связи.

### 1.5 Выбор частотного диапазона РРЛ с влиянием условий распространения на устойчивость связи

1). Диапазон 7 ГГц (7,25-7,55 ГГц)

Диапазоны на 7 ГГц в настоящее время освоены достаточно хорошо [4]. В нем занято большое количество радиорелейных систем средней мощности (около 300-700 ТЛФ каналов в стволе для аналоговых систем и до 55 Мбит/с - цифровой). Существует большой емкости и оборудование, предназначенное для передачи STM-1 потоков. В этом диапазоне на сигнал, начинает влиять на распространение радиоволн гидрометеоры (дождь, снег, туман и т.д.). Кроме того, влияние атмосферной рефракции может привести к закрытию маршрута на пролете или интерференции волн.

Средняя продолжительность пролета РРЛ составляет 30-40 км. Антенны имеют высокий коэффициент усилениясдиаметром около 1,5 - 2,5 м.

Количество радиосредств в Казахстане, использующих этот диапазон, является относительно небольшим, и поэтому в электромагнитной среде безопасно. Однако, необходимо принимать во внимание помехи от соседних радиорелейных линий, работающих в этом частотном диапазоне.

2). Диапазоны 11 и 13 ГГц (10,7-11,7, 12.7-13.2 ГГц)

Эти диапазоны являются перспективными с точки зрения эффективности радиорелейных систем. Когда длина пролета 15-30 км, антенны высокой производительности имеют небольшой размер и вес, что обеспечивает относительную дешевизну опор антенны.

Доля влияния атмосферных эффектов рефракции на стабильность системы уменьшается, но увеличивает эффект гидрометеоров. В этих диапазонах, в основном построена цифровая система связи СВЧ со скоростью до 55 Мбит / с, хотя есть примеры цифровых потоков со скоростью передачи до 155 Мбит / с.

Но эти группы используют многие радиосредства. Спутниковые системы связи, радары и различные искатели, системы безопасности создают неблагоприятную электромагнитную обстановку, что затрудняет работу в этих диапазонах.

3). Диапазоны 15 и 18 ГГц (13.5-15.35, 17,7-19,7 ГГц)

Интенсивное развитие систем связи привело к быстрому развитию этих полос частот. [1] Средняя длина пролетов до 20 км для районов с умеренным климатом. Оборудование разработано в виде моноблока. Типичные параболические антенны имеют диаметры 0,6, 1,2 или 1,8 м при коэффициенте усиления 38 до 46 дБ. В некоторых регионах Казахстана диапазоне 15 ГГц радиоаппаратуры уже перегружена. Диапазон 18 ГГц более свободным.

О распространении сигналов находится под сильным влиянием гидрометеоров и интерференции прямых и отраженных волн. Ослабление дождя может быть 1-12 дБ / км (при интенсивности осадков 20-160 мм / ч). Некоторое влияние, и атмосфера (кислорода и молекул воды), ослабление которого достигает 0,1 дБ / км.

4). Диапазон 23 ГГц (21.2-23.6 ГГц)

В соответствии с рекомендациями МСЭ-R в этом диапазоне разрешено строить систему аналогового и цифрового связи любой мощности. Средняя длина пролета составляет менее 20 км, как распространение сигналов находится под сильным влиянием гидрометеоров и затухания звука в атмосфере. Желательно использовать вертикально поляризованные радиоволны, хотя разрешено использовать любую поляризацию. Типичные параболические антенны имеют диаметры 0,3, 0,6 и 1,2 м.

Ослабление в дожде может быть от 2 до 18 дБ / км, и в атмосфере достигает 0,2 дБ / км. Диапазон разрешенного использования в спутниковых системах связи. Поэтому расчет следует учитывать возможность возникновения помех.

### 1.6 Виды радиорелейных станций

На РРЛ существует несколько видов радиорелейных станций:

Станция оконечный терминал (ОС), предназначен для введения в радиорелейную линию связи и многоканального телевизионного сигнала на передающей стороне и изолировать эти сигналы на приемной стороне. ОС РРЛ, связанных соединительных линий с МТС и торгового центра. Часто OSнаходится  в сочетании с ТЦ. Блок-схема операционной системы показана на рисунке 1.2.

Промежуточная станция (ПС), предназначена для приема сигналов от предыдущей станции, усиливают и передают их в направлении следующей станции. Соединения на подстанции между передатчиком и приемником осуществляется на промежуточной частоте, то есть, без демодуляции в приемнике и отсутствии модуляции в передатчике.

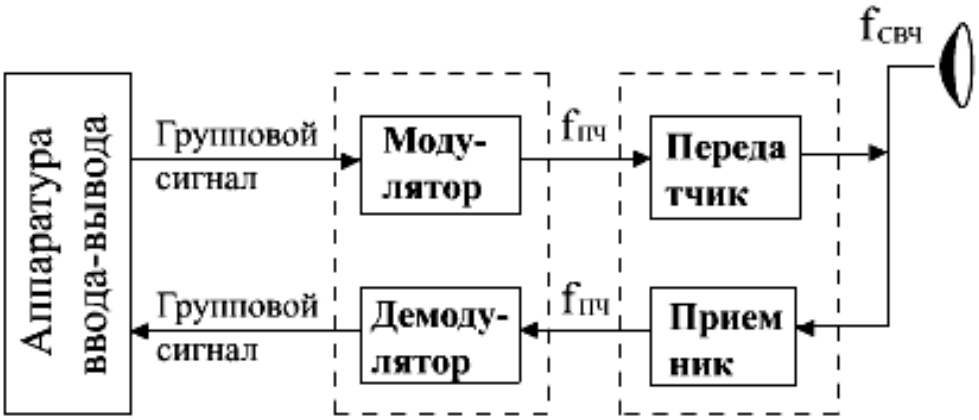



Рисунок 1.4 – Структурная схема ОС [2]

В случае необходимости, выбор может быть осуществлен телепрограмму - для демодуляции сигнала промежуточной частоты осуществляется путем удаления его с вторичного выхода приемника, который не влияет на показатели качества по каналам.

В малоканальных РРЛ и в РРЛ с временным разделением каналов используется построение оборудования подстанции, в котором демодуляция и модуляция осуществляется на каждой подстанции. Это позволяет входить и выводить каналы ТЛВ на любом ПС. Блок-схема станции показана на рисунке 1.5

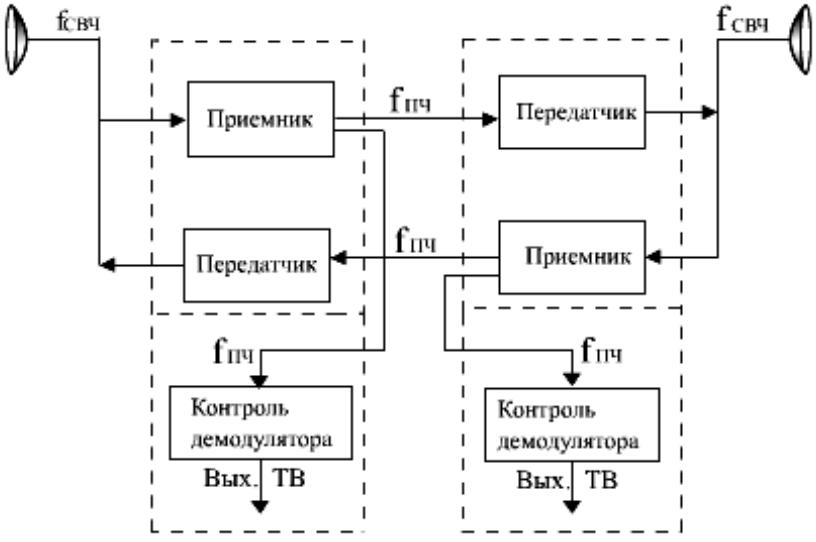



Рисунок 1.5 – Структурная схема ПС [2]

Узловая станция (УС) предназначены для извлечения части ТЛФ каналов и ввода соответствующего количества новых каналов. Блок-схема станции показана на рисунке 1.6.

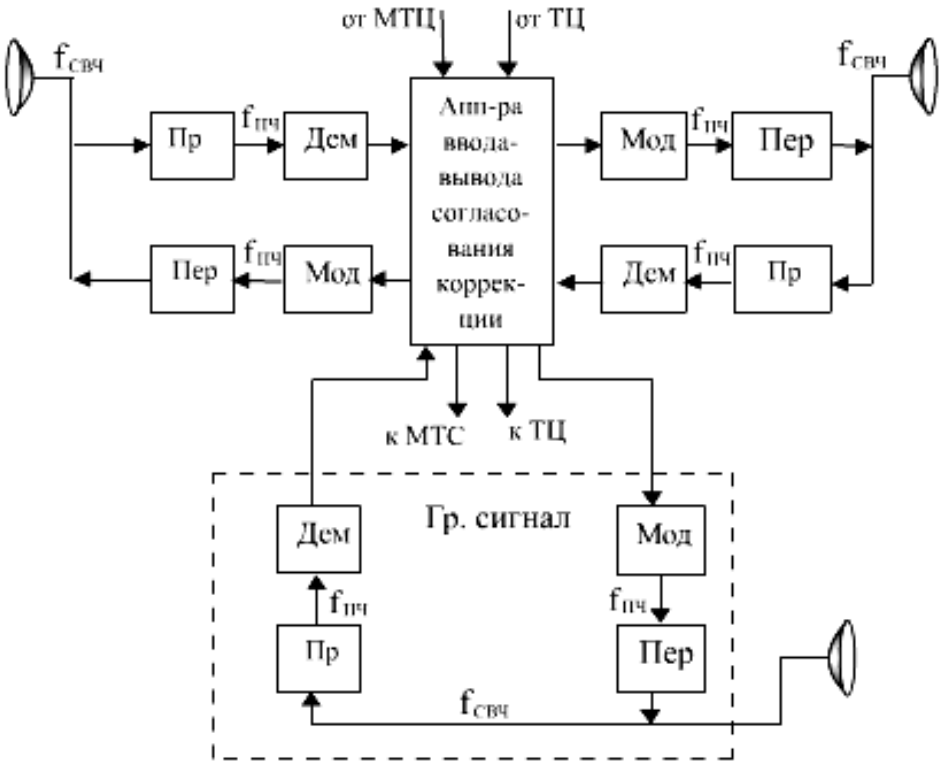



Рисунок 1.6– Структурная схема УС [2]

### 1.7 Основные требования к радиорелейным антеннам

Используемые в настоящее время передатчики 10 Вт на РРЛ прямой видимости, а в последнее время даже 0,5 Вт. Расстояние между промежуточными точками составляет до 60 км и высота мачт до 100 м. Это необходимо, чтобы коэффициент усиления антенны составляет 40000 (46 дБ) для устойчивой связи. Как правило, УВЧ антенны имеют коэффициент усиления около 30 дБ, и антенны сантиметровых волн 46 дБ.

На РРЛ стволах большой вместимости, используемой, как правило, схема двухчастотная, которая, как известно, требует защитных антенн действия не менее 70 дБ.

Для увеличения перекрестных помех между трактами приема и передачи, излучают, и принимают антенные поля, которые должны быть взаимно перпендикулярной поляризации. Для этого облучательмощность и антенной линии должны быть сформирована таким образом, что они могут одновременно передавать и принимать волны с разной поляризацией, и диаграмма направленности антенны должна быть асимметричной.

Отраженные волны в тракте питания приводят к нелинейности фазовой характеристики последнего, что приводит нелинейные искажения в сигнале. Допустимое значение коэффициента отражения, вызванного несоответствием линии антенны для многоканальных систем не должна превышать 2% от всей

рабочей полосе частот. Для этих систем, полоса частот, соответствуют этому требованию, должно быть 15% сигнала несущей частоты.

Конструкция антенны должна быть жесткой, чтобы не превышать допустимую величину в ветре упругую деформацию антенны. Осадки не должен попадать в тракт подачи антенны, так как это приводит к увеличению затухания и рассогласованности. Антенна должна быть в состоянии повернуть в узком диапазоне с целью точной настройки направления максимального излучения корреспондента.

Принципы построения РРЛ.

Любое радиорелейная линия разделена на секции. Секция представляет собой сочетание элементов, образующих коммутируемой секции (рисунок 1.7). В этом разделе реле с конечными станциями (повторителей I / O) на обоих концах и между ними без повторителей или промежуточных ретрансляторов. С помощью функции переключения могут быть выполнены с использованием участка заповедника. Раздел используется для передачи трафика данных. Секции могут быть связаны друг с другом, чтобы сформировать обширную сеть. В этом разделе также служебный канал для выполнения операций контроля и управления. Разделение на секции этонеобходимость для поучасткового резервирования и обеспечения более надежной работы канала связи.

Рисунок 1.7 – Схема радиорелейной секции

Оборудование, используемое на станциях относится к одному из трех типов, называемых терминальных станций (терминалов), повторители I / O (двойной терминал) и только повторители (ретрансляторы). Терминал - конечная станция, двойной терминал - промежуточная станция, при которой происходит резервирования. Ретранслятор - промежуточная станция без возможности резервного копирования. Для системы сигнализации используется N + 1 (N основной и один резервный ствол) или N + 0 (без соединительных линий для обеспечения избыточности). Магистральные радиорелейных линий связи должны обязательно иметь предостережение, в то время как зональная может обойтись без него. Резервное копирование является автоматическим критерием бронирования является возникновение

шума или ошибок в сигнале приема. Сигнал зарезервирован только между двумя терминалами, с помощью дублирующего весь участок ствола.

Бронирование необходимо в случае неисправности оборудования или основного ствола при селективном (т.е. частотно-зависимой) замирания.

### 1.8 План распределения частот

Под частотным планом РРЛ понимается распределение частот между системами передачи и приема, между стволами и распределения частот гетеродина, то есть распределения и частоты приема и передачи на одном стволе.

Так как особенности конструкции радиоаппаратуры РРЛ связи это то, что на ПС приемных и передающих антенн в направлении связи, по сути, расположены бок о бок, то возникают в этом случае отношения между антеннами, которые не позволяют использовать одни и те же рабочие частоты приема и передачи в этом направлении сигналов. Поэтому потребность на ПС возникает для изменения рабочей частоты приема и передачи при организации как односторонней и двусторонней связи. Изменение частоты производится на каждой станции в соответствии со схемой, применяемой техники.

Таким образом, ПС выполняет две функции:

Усиленный сигнал;

Преобразование частоты СВЧ сигнала для того, чтобы исключить возможную связь между передатчиком и приемником станции.

Есть три плана распределения частот для РРЛ прямой видимости ствола: план двухчастотной (Рисунок 1.8), план четыре частоты (рисунок 1.9), шестичастотный план (Рисунок 1.10).

Рисунок 1.8 - Схема двухчастотного плана [3]

Рисунок 1.9 - Схема четырехчастотного плана[3]

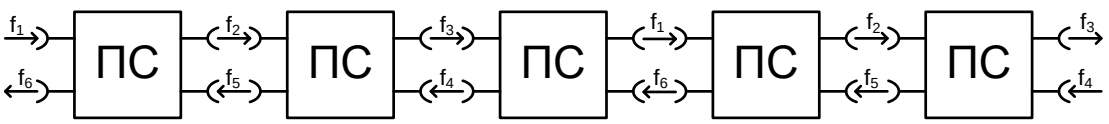



Рисунок 1.10 - Схема шестичастотного плана [3]

Двухчастотная система экономична в использовании полосы пропускания, но требуют высокие барьерные свойства антенны приема сигналов от противоположного направления. Когда система двухчастотного использует РПА, параболическую или другую антенну с защитой от приема сигнала с противоположной стороны около 70 дБ. Эта система, как правило, используется в РРЛ большого и среднего размера.

Система четырехчастотный позволяет использовать более простые конструкции для дешевых антенных систем, таких как перископы. Однако, число стволов дуплекса, который может быть сформирован в полосе частот с четырьмя с удвоенной системы меньше, чем системы из двух частот. Система четырехчастотная с простыми антенными системами, которые используются в среде РРЛ и низкой пропускной способностью, предназначенадля внутризоновых и низовыми связей.

Частоты передачи и приема в радиорелейной магистрали перемежаются от станции к станции. Станции, на которой осуществляется прием на более низкой частоте (f1), и передачи на более высокий (f2), которая обозначается буквой "НВ", и станции, в которых осуществляется прием на более высокой частоте (f2), переход на более низкую ( f1) индекс "ВН".

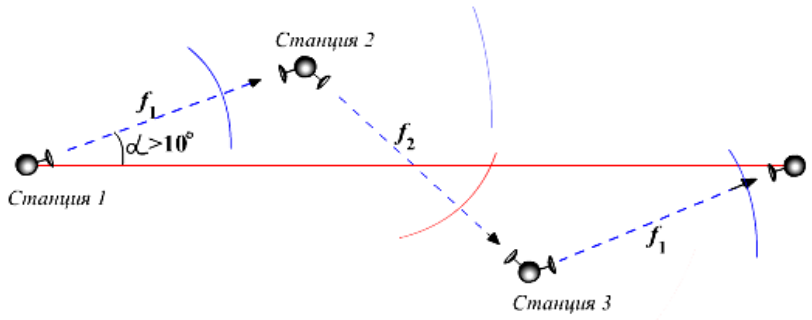



Рисунок 1.11– Расположение станций РРЛ [4]

Повторите на интервале одной и той же частоте приемлемо, так как в дециметровых и сантиметровых волн, не имеющих прямой видимости между затуханием антенной достаточно велика. Однако, при определенных условиях распространения, например, при повышенной рефракции может получить сигнал от станции 3 на расстоянии друг от друга интервалами (минус станции 2), что приводит к значительным искажениям в передаваемых сигналов. Чтобы избежать этого, радиорелейная станция в прерывистой линией так, чтобы паразитный сигнал дополнительно сильно ослаблены вследствие свойств направленных антенн (Рисунок 1.11).

Для того, чтобы свести к минимуму помехи многоядерный RRL препятствия, возникающие при одновременной работе нескольких приемников и передатчиков в общей цепи фидера антенны, существуют некоторые схемы распределения частот.

Все современные системы радиорелейные используют планы по разнесенными частот приема и передачи, то есть частоты приема, расположенные в одной половине диапазона и частоты передачи - в другом диапазоне половины. Такой план распределения частот показан на рисунке 1.12

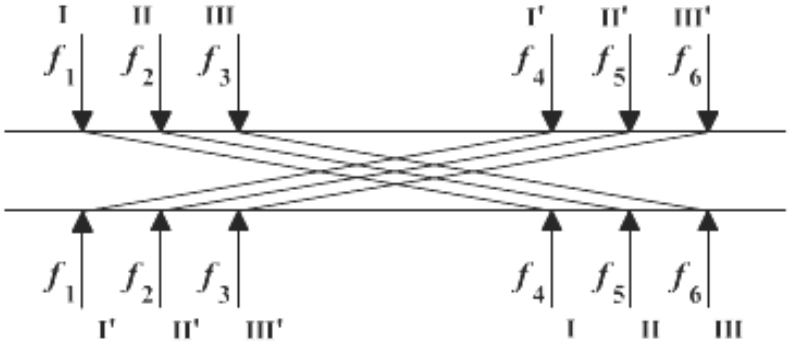



Рисунок 1.12 - План разнесенных частот приема и передачи [5]

При такой разнице частот в план распределения между передачей и приемом частот ствола и это значительно облегчает требования к рабочим характеристикам для приема полосных фильтров. В связи с этим каждая антенна может использоваться одновременно для передачи и приема сигналов (рисунок 1.13).

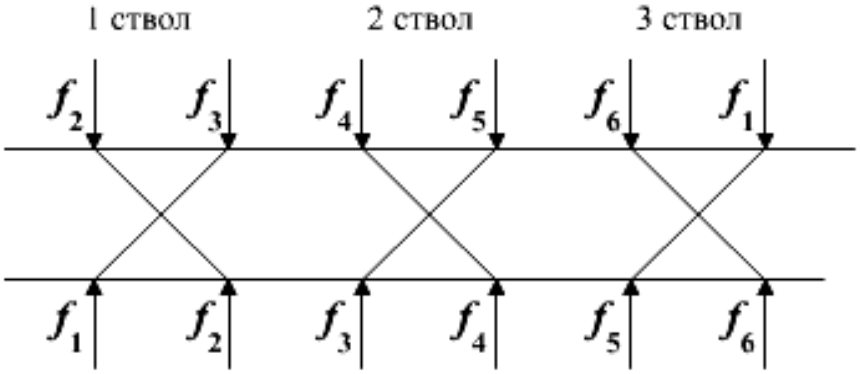



Рисунок 1.13 - План передачи переменного частоты и приема [5

Существует второй план распределения частот – план, который обеспечивает передачу частоты чередования и приема отдельных стволов.

### 1.9 Классификация интервалов радиорелейных линий

Интервалы РРЛ делятся на три группы в зависимости от фактического значения H просвета H ('g) до самой высокой точки профиля L критического значения просветом $H_0$:

- открытые если H(g) >Ho;
- полуоткрытые (или полузакрытые), если O<H(g) <$H_0$;
- закрытые, если H (g) < $H_0$.

Таким образом, $H_0$ имеет световой просвет, разграниченный открытыми и полузакрытыми интервалами. В зависимости от типа интервала используются различные методы для оценки ослабления радиоволн на трассе. Иными словами, для различных типов интервалов различают факторы интервального ослабления, которые вычисляется по-разному. На открытых интервалах, где значение достаточно велико, Hg достаточно большой, с расчетом коэффициента ослабления помех, которые используются формулы, которые учитывают препятствия прямых и отраженных волн от земли. На полуинтервалах$H_g$ значение светового потока значениями не является достаточным для применения формул и коэффициента затухания от помех и рассчитывается по формулам дифракции. На участках, часто характеризующихся "отрицательным зазором", то есть когда препятствие на отрезке профиля трассы,он пересекает линии прямой видимости, уменьшить множитель, и он исчисляется как в дифракционных формул.

Для РРЛ, работающих в сантиметровом и дециметровом диапазоне волн, очень предпочтительно, чтобы трек был открыт (Hg<H0) или, в крайнем случае, полузакрыт (0 <Hg<H0). Закрытых интервалов для связи в этих полосах частот следует избегать. В этом случае выберите другой путь, который может изменить положение одного или даже обоих ретрансляционных станций.

Для радиорелейных линий связи, работающих в метровом диапазоне с длиной интервалами менее 50 км, не является обязательным наличие прямой геометрической видимости между ретрансляционными станциями передающих и приемных антенн. Связи между станциями достаточно стабильны и закрытые трассы, если местные пункты выше линии визирования на величину не более 50-60 м. Таким образом, использование радиорелейных систем, работающих в метровом диапазоне, а интервалы между станциями до 50 км нет необходимости в предварительном выборе интервалов с конструкцией расположения профиля на каждом ретрансляционном пункте. Однако, длина интервала между соседними станциями более 50 км стабильное соединение обеспечивается только при прямой видимости между антеннами соседних станций.

### 1.10 Выбор оборудования

Размещение радиорелейные системы оборудования.

Размещение радиорелейных систем оборудования в соответствии со следующими принципами:

Антенны расположены на мачте и оборудовании, они соединяются волноводами. Герметичность антенно-волновое канала (АВК) обеспечивается за счет установки осушителей - устройств, обеспечивающих избыточное

давление в волноводах. Оборудование находится на земле, в том месте, где поддерживается необходимый микроклимат.

Размещение приемо-передающих высокочастотных терминалов (ВЧ), антенн и оборудование вблизи нижней части остального оборудования в помещении, специальном. Связь между модулятором и ВЧ трактом проходит через коаксиальный кабель, в котором также подается питание на передатчике и приемнике. При использовании разнесенного приема также доступна на мачте у приемной антенны.

ЦРРС система электропитания обеспечивается соединением нескольких источников энергии – внешних источников энергии, солнечных батарей, ветрогенераторов и батарей, обеспечивая работу оборудования во время перерывов электроснабжения из других источников. Все оборудование подразделяется на классы потребителей энергии, в соответствии с одним или другим обеспечивается системой резервирования источников питания.

Существует также тенденция размещения оборудования: в недавнем прошлом, все оборудование ЦРРС было место на земле, в настоящее время с ростом миниатюризации производителей компонентов в производстве радиорелейных станций все чаще проектирование радиоаппаратуры с размещением вблизи антенны, так как дешевле, ассортимент цифровых радиостанций, с размещением всего оборудования на земле становится все меньше, а то и не существует. Как правило, современные производители стараются обеспечить возможность размещения оборудования на суше и вблизи антенны, а клиент уже выбирает, как ему удобно.

Выполнение развертывания оборудования, расположенного вблизи антенны имеет свои преимущества и недостатки. Преимущества должны включать в себя следующее компоненты.

Отсутствие затухания, которые при высоких частотах в достаточно больших количествах. Например, при частоте затухание 7 ГГц в стандартном волноводе марки Е65 - 0,06db / м, до 100 метров длины волновода обеспечивает ослабление на приеме и передаче 6 дБ. На более высоких частотах, затухание будет еще больше. Компенсация потерь на затухание требует увеличения мощности передатчика антенн и применение большего диаметра, чтобы увеличить уровень сигнала, увеличивает стоимость системы значительно.

Стоимость подключения коаксиального кабеля значительно ниже, чем стоимость волновода.

Это устраняет проблему сохранения целостности пути волновода.

Есть и недостатки:

При размещении СВЧ оборудования на мачте часто бывает трудно получить к нему доступ для настройки, технического обслуживания, профилактики или неисправности, что существенно замедляет устранения ущерба - важное условие для эксплуатации магистральных линий связи.

Оборудование должно работать в большом диапазоне температур наружного воздуха - максимум - летом до минимума - в трескучий мороз.

Следует иметь в виду, что радиочастотный блок находится в открытом пространстве, где солнце может прогреть его дальше.

Необходимо применять дополнительные меры защиты от молнии, чтобы предотвратить выход из строя оборудования в ВЧрадиоблока.

Трудно, если не невозможно увеличить количество стволов с помощью одной антенны.

В конструкции РРЛ основные недостатки размещения оборудования следующие факторы стали вблизи антенны:

Не все компании дают гарантию оборудования при низких температурах, таких как -20 и ниже;

как размещение усложняет работу по техническому обслуживанию, которые выполняются довольно часто, как деятельность АО ТАС AFB, связанных с особо опасных производств.

Использование оборудования при благоприятных условиях, аппаратных средств, позволяет увеличить срок его службы, что очень важно, когда потребность в непрерывной технологической связи.

выбор производителя

Основными факторами, которые необходимо учитывать при выборе поставщика радиорелейного оборудования, являются:

- Положительная обратная связь от ведущих операторов сети;
- Опыт эксплуатации в суровых условиях окружающей среды;
- Наличие сервисных центров;
- Перспективы производства оборудования в течение следующего десятилетия;
- Экономическая целесообразность реализации;
- Стоимостные характеристики.

Анализ возможностей использования производителей отечественного оборудования показывает, что, несмотря на растущее число ЦРРС STM-1 уровень производителей отечественного оборудования (M-Link, «Пламя», НатексMicrolink SDH), оно не соответствует первым двум критериям.

С зарубежного оборудования примечательны особенно продукты, имеющие положительный результат воздействия российских операторов и удовлетворяет таким требованиям (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Радиорелейное оборудование зарубежных производителей

| Тип РРС | Диапазон, ГГц | Производитель | Система |
|---|---|---|---|
| TRuepoint | 6-38 | Harris | SDH STM-1 (также может работать в PDH-сетях) |
| MegaStar | 5,6,7,8, 11 | Harris | SDH STM-1 |
| Pasolink+ | 6-38 | NEC | SDHSTM-1 |
| DMR 3000S | 4-11 | NEC (сертифицирована в 2003 г.) | SDHSTM-1 |
| Mini-LinkHighCapacity | 18 | Ericsson | SDH STM-1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altium MX | 6-38 | StratexNetworks | SDHSTM-1 |
| Eclipse | 7, 15, 18 | StratexNetworks | SDHSTM-1 |
| SRT1F | 4-13 | Siemens (сертифицирована в 2003 г.) | SDHSTM-1 |
| SRA4 | 6-38 | Siemens (сертифицирована в 2003 г.) | SDHSTM-1 |
| CityLink | 5-38 | NERA | SDH STM-1 и PDH |
| InterLink | 5-38 | NERA | SDHSTM-1 |

Среди них выделяются три производителя - NEC (ЦРРС DMR 3000S), Nera (Interlink) и Harris (MegaStar) на их оборудовании остановили свой выбор наиболее крупные телекоммуникационные операторы, и это оборудование имеет длительный и положительный срок эксплуатации.

Совершив поиск в Internet, я обнаружил, что фирма Harris не имеет в Казахстане своего представительства и, соответственно, сервисного центра. В дополнении можно отметить, что в РК очень малое количество дилеров работает с их продукцией. Таким образом, наш выбор останавливается на фирмах Nec и Nera, имеющих свои представительства как в РК, так и в странах СНГ [16,17]. В этом можно убедиться, посетив их сайты по следующим адресам: www.nera.com.ru и www.nec.ru. Кроме того, оборудование этих фирм более дешевое.

Для DMR 3000S и мегазвездой характеризуются более низкими радиоприемников расположением, эффективной и надежной системы обезвоживания волноводных трактов. По оценкам операторов связи, оборудование хорошо зарекомендовавших себя в эксплуатации. В обоих станциях применяют специальную коррекцию схемы дисперсии искажений и EQ, чтобы компенсировать потери и боевых замирания сигналов. ЦРРС DMR 3000S обеспечивает повышенную пропускную способность до 16 потоков на 155,52 Мбит / с, мегазвезды - 7 уровень STM-1 потоков.

Поскольку мы создаем внутризоновой радиорелейной линии (его длина - 275,5 км), то нам не нужно оборудование, способное передавать нескольким STM-1 потоков.

Чтобы подать заявку на внутри- ЦРРЛ линий и по незначительно интереса ЦРРС Pasolink + (NEC), TRuepoint (Harris), InterLink и CityLink (НЕРА). Пропускная способность устройства формирования канала составляет 155 Мбит / с синхронной цифровой иерархии STM-1 уровень с возможностью расширения до 4 потоков 155,52 Мбит / с. Встроенный мультиплексор и единая система управления позволяет минимизировать расходы на транспортную инфраструктуру. Кроме того, оборудование позволяет одновременно нижней и верхней позиции радиостанций. Для компенсации дисперсии искажений, возникающих от выцветания в волноводной части, используются высокие-корректоров. Возможно пространственное разнесение антенн и радиостанций на расстоянии до 200 м.

Во время поисковых характеристик производителей выше

радиорелейных оборудования, я столкнулся с серьезной проблемой. Ни один из официальных дилеров или представителей фирм не дает полную и подробную информацию о вашем оборудовании и его применение в конкретных случаях. В связи с этим фактом, дальнейшее проектирование, было решено провести фирма "Микран" оборудования, хотя, по имеющимся сведениям, ни одно из множеств не до сих пор не установлено, так что опыт эксплуатации радиорелейной оборудования там.

Кроме того, компания "Микран" оборудование не позволяет в нижней части высокого размещения оборудования, которое также является большим недостатком, когда он работает. Однако, для определения производителей оборудования и правители, которые они представляют, мы проводим сравнительный анализ и представить результаты в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Сравнительный анализ радиорелейного оборудования

| Параметр | МИКРАН МИК-РЛ7…15С | Nera Interlink | Nec DMR 3000S | Nec Pasolink+ |
|---|---|---|---|---|
| Диапазон частот, ГГц | 7-15 | 3-11 | 4-11 | 6-38 |
| Пропускная Способность | STM-1 | От STM-1 до 16STM-1 | От STM-1 до 16STM-1 | От STM-0 до 2 STM-1/OC3 |
| Разнос каналов, МГц | 28-56 | 30-40 | 30-40 | 28-56 |
| Параметр | МИКРАН МИК-РЛ7…15С | Nera Interlink | Nec DMR 3000S | Nec Pasolink+ |
| Тип модуляции | 16 QAM, 64 QAM, 128 QAM | 64 QAM, 128 QAM | 64 QAM, 128 QAM | 32 QAM, 128 QAM |
| Выходная мощность передатчика, дБм | 21-27 | 26-29 | 30-33 | 10.5-25 |
| Порог приемника, BER $10^{-6}$, дБм | -(65-76) | -(68-72) | -(67-77) | -(67-68) |
| Система резервирования | 1+0; 1+1; 2+0; 2+1; 3+0; 3+1 | от 1+0 до 8+0 без резерва, от 1+1 до 7+1 с резервом | до 11+1 | 1+0; 1+1; 2+0 |
| Служебная связь | 2 х 64 кбит/с | 3 х 64 кбит/с | 4 х 64 Кбит/с | 2 х 64 кбит/с |
| Управление сетью | ПО «Магистраль» | Nera NMS/LCT | MS3201 | PNMS / PNMT |
| Расположение аппаратуры | верхнее | Верхнее и нижнее | Верхнее и Нижнее | Верхнее и нижнее |

Радиорелейное оборудования фирмы "Микран"

Оборудование радиорелейных станций иерархий цифровой SDH "MIC-RLhhS" работает в диапазоне частот от 4 до 40 ГГц со скоростью передачи

данных 155,52 Мбит / с и позволяет в пределах полосы пропускания для передачи одного потока STM-1 или 63 E1 или 42 E1 + Ethernet трафика (50 Мбит / с), или 21 поток E1 + Ethernet трафика (100 Мбит / с) [14].

Высокоскоростные ЦРРС"MIC-RL4 ... 6С» предназначены для организации магстральных звеньев в полосах частот, 4, 5 и 6 ГГц;

Высокоскоростные ЦРРС "MIC-15C RL7 ...» предназначены для организации внутризоновых, местных и технологических линий в диапазоне частот 7 ... 15 ГГц;

Высокоскоростные ЦРРС "MIC-RL18 ... 40С» предназначены для организации пространств и технологических линий в диапазоне частот 18 ... 40 ГГц.

Рисунок 1.14 – Общий вид радиорелейной аппаратуры SDH иерархии «Микран»

Исполнение системы

Станции МИК-РЛ4…40С представляют собой функционально законченные системы передачи, позволяющие строить синхронные сети связи произвольной топологии.

В состав РРС входят: приёмопередающая аппаратура, мультиплексоры уровня STM-1 (терминальные и ввода-вывода), источники гарантированного электропитания и система управления сетью.

В традиционном для систем МИК-РЛ раздельном исполнении возможна реализация конфигураций 1+0; 1+1 и 2+0. Станция в конфигурации 1+1 состоит из двух выносных приемопередатчиков и приемников канала пространственного разнесения, устанавливаемых непосредственно на антеннах, и оборудования внутреннего исполнения – модуля доступа МД1-6. При нижнем расположении приёмопередатчиков возможна реализация конфигураций 2+1, 3+0 или 3+1, в этом случае используется два модуля доступа МД1-6.

Особенности аппаратной реализации.

MD1-6 архитектура модуля доступа позволяет часть того же модуля, просто добавив необходимое количество блоков, реализующих такие параметры станций:

терминальная станция 63hE1, одно направление в микроволновой печи, 1 + 0 и 1 + 1;

ввода / вывода станции 21hE1 42hE1 или двух направлениях на СВЧ, конфигурация 1 + 1 + 0 или 1;

без выделения регенератора станции E1, два направления для микроволновой Конфигурация 1 + 1 + 0 или 1;

регенеративная станция без выделения E1, 1 + 0 и 1 + 1, одно направление для микроволновой печи и одно направление на STM-1 (для использования с SDH-мультиплексоров других производителей).

MD1-6 модуль мультиплексора доступа имеет в своем составе STM-1, которая обеспечивает мультиплексирование притоках и цифровой служебный канал, вместо того, чтобы передавать потоки E1 доступную организацию Ethernet трафика (п х 21E1). Модемы образуют радиочастотный спектр на промежуточной частоте и имеют встроенную аппаратную поддержку для пространственного разнообразия для реализации которых требуется только установка антенн и приемников пространственного разнесения. В MD1-6 модуль доступа использует распределенную систему электропитания, обеспечив тем самым общую надежность и независимость власти каждой единицы от других. MD1-6 модуль доступа выполнен в корпусе Евромеханика 19 'высотой 6U.

Система обеспечивает дополнительный канал передачи данных с типового программного интерфейс RS-232/422/485 (скорость передачи данных от 110 до 57600 бит / с) и 2 PCM-64 декабря двухпроводных окончаниями FXO / FXS внутренней связи цифрового канала с доступом к СТОП. Для более эффективного использования конфиденциальных каналов связи на каждой станции имеется переключатель встроенный канал. Для всех промежуточных станций доступного канала обслуживания ввода / вывода.

Контроль и управление сети RCF

Система управления состоит из сети агентов, которые будут размещены на каждой станции и программного обеспечения верхнего уровня. На уровне сети агентов, размещенных на каждой станции, решать проблемы в качестве локального управления с разъемом терминала на базе Pocket-PC и управления сетью через менеджер сети – компьютер с установленным "шоссе". Система управления взаимодействует с сетью радиорелейных линий (РРЛ) с помощью беспроводной технологии TCP / IP (интерфейс - Ethernet 10Base-T) на основе протокола SNMP. Особенностью аппаратной производительности сети агента является наличие подсистемы хранения «прошивки» все блоки, которые составляют завод, процедуру обновления «прошивки». Ядро сети агента является операционная система реального времени (RTOS).

В аппаратуре реализована возможность удаленного конфигурирования рабочих параметров всех устройств, входящих в состав РРС. Из центра управления в офисе фирмы АО ТАС КУМ в поселке Бесагаш осуществляется необходимая оперативная поддержка по обслуживанию сети при ее эксплуатации, вносятся своевременные коррективы в работу устройств. Обновляемая библиотека файлов-описаний позволяет изменять методы

представления/анализа данных и способы управления устройствами, что обеспечивает независимость ПО от оборудования.

Можно создать несколько центров управления сетью, в результате чего нагрузка на канале управления распределяется более равномерно. Управление осуществило бронирование, если это необходимо. Система управления Программное обеспечение защищено от несанкционированного доступа. Применяется механизм привилегий позволяет ввести несколько уровней взаимодействия с системой, ограничение или расширение прав операторов.

Избранный следующее оборудование необходимо для установления диспетчерской связи и обычные можно объяснить следующими причинами: Zetron консолей уже широко используются и очень хорошо, оборудование компании Motorola, также широко используется в обеспечении технологического присоединения к трубопроводу. В то же время, это ни в коей мере уступает ценовым характеристикам своим аналогам, например, OMI, KENWOOD, ИКОМ и другие.

Диспетчеризация Zetron 4010

Zetron 4010 - многофункциональный комплекс диспетчерская консоль, которая обеспечивает оперативный контроль и переключения различных типов радиосетей, взаимодействия с телефонной сетью. Удобное управление, визуальная идентификация и оригинальная звуковая система управления Zetron 4010 обеспечит эффективное управление большим числом пользователей, работающих в одной или нескольких оперативных групп:

Панель управления приспособлен для использования в центрах управления позволяет подключать до 12 каналов с различными сигнализации.

Широкий выбор интерфейсов позволяет подключать различные радиосистем и внешних телефонных линий. Существует порт для подключения записывающих устройств.

Свободно программируемые универсальные элементы управления, которые обеспечивают выполнение любых команд, "в одно касание" - регулировать громкость отдельных каналов;

Оперативный переход на каналы в режиме конференц-связи.

Большое количество вспомогательных функций диспетчерская консоль Zetron 4010:

1 плата расширения на консоль с дополнительными 60 кнопками;

2 дополнительный интерфейс для подключения телефонной трубки или оператора аксессуаров;

3 столовые микрофоны, наушники, педаль управления коробкой передач и др.;

4 дисплея для кода радио абонент НИ;

5 групповые сообщения, режим молчания ", передача сигналов тревоги, внутренней связи;

6. переключение между каналами, радиоканалами и переключения внешних телефонных каналов.

Диспетчерский комплекс представлен в виде рабочего места для одного оператора, собранное в едином корпусе и легко перемещаемое. Выпускается в двух вариантах: настольной модели, исполненной в офисном стиле или расширяемой панели, монтируемой в стойке, которой подключается до 12 каналов из них до 2 телефонных. Выбираем второй вариант для офиса в поселке Бесагаш.

Питание консоли ZETRON 4010 может осуществляться как от сети переменного тока, так и от источника постоянного тока с напряжением 12 В. Одна из уникальных функций консоли – это возможность программирования режимов работы с IBM совместимого компьютера.

Основные задачи, которые призван решать диспетчерский комплекс ZETRON 4010:

Координационные подразделения, услуги, в рамках совместного сотрудничества.

Оперативное управление различными службами, в том числе технологии,

Отзывчивый интерфейс связи между различными системами и дальности связи, принадлежащих к различным службам и ведомствам.

Многофункциональный пульт управления, который построен на основе всей системы позволяет диспетчеру осуществлять переключение абонентов независимо от типа связи.

Консоль может быть подключен к телефонной сети, позволяет руководству оперативно получать достоверную информацию с места событий, а также давать указания руководителям служб, участвующих в проведении работ любой сложности.

## 2. Расчет показателей качества цифровой радиорелейной связи

### 2.1 Основные положения

Расчет любой микроволновой линии связи в первую очередь сводится к выбору маршрута и станции местах проектируемой сети. Как правило, любой проект по строительству радиорелейных станций включает в себя конкретное местоположение. В нашем случае, все ретрансляционные станции расположены как можно дальше, как можно ближе к населенным пунктам и расширение дорог, облегчает техническое обслуживание радиорелейной и поставлять необходимые коммуникации. Все внешнее оборудование находится или на существующих антенных башен и полюсов, или прогнозами. Внутреннее оборудование расположено или в существующих старых зданий на месте демонтированного оборудования или специально установленные контейнеры. Все Мультиплексор оборудования и внутренне микроволновое оборудование для передачи и источники питания установлены на проектируются 19-дюймовых шкафов связи.

Следует отметить, что в случае превышения нормы для высококачественных параметров связи РРЛ, используются следующие решения:

поднять антенны станции на большой высоте, что создает целый ряд проблем: как ограничение самой (мачты) башни и возможного комплексного е / т ситуации с уже существующим оборудованием;

выберите место реле положения станции;

использования другого оборудования (более высокая чувствительность приемника, более мощный передатчик, антенна с большим диаметром)

Другой часто используемый метод - использование разнесенного приема, какой из двух типов - пространственное (Разнос антенн) и частота (передача на двух частотах), также могут быть использованы комбинации этих методов. Способ связи реле частоты с точки зрения выбора более известный как метод "систем резервного копирования". Поскольку избыточность систем, есть несколько, но не все из радиорелейного оборудования поддерживает все из них, то наша задача будет также выбрать наиболее подходящий из этих методов, которые будут использоваться в данном случае.

Для работы при различных эксплуатационных и экологических условий все активное оборудование может быть использовано в одном из следующих режимов:

1 + 0 - радиопередача без оговорок;

1 + 1 горячий резерв - послать сигнал радио в полных резервированием аппаратного обеспечения.

Резервирование 1 + 1 линия - передача STM - канал 1 через основной и резервный радиоканал с использованием двух частот номинальных с одной антенной.

Режим "горячего резерва" 1 + 1 резервирование оборудования, в котором передается один STM - 1 поток с использованием одного радиочастотного канала. Выход из строя оборудования, система автоматически переключается на резервный комплект. В то же время переключения настолько мала, что потеря сигнала не превышает нормы по качеству радиорелейной связи, так и на практике не превышает 10 нс. Если горячего резервного копирования, необходимо иметь два комплекта пены, которые работают на одной антенне (Рисунок 2.1). Есть также два режима резервного копирования "теплый" и "холодный", их главное отличие от "горячей" в момент переключения на резервный канал. В этом случае, "холодный" и "теплый" резервирования может работать на той же частоте, что и основной канал. Как правило, в последнее время, производители пытаются современного радиорелейного оборудования для использования только "горячий", и только в редких случаях - "теплый".

В некоторых случаях, обеспечивают постоянную передачу той же информации по двум независимым каналам, каждый канал имеет свою собственную пену и его антенну. Приемное устройство сравнивает сигналы, поступающие на приемник и, в зависимости от уровня сигнала, выбирает лучший. Этот метод позволяет уменьшить потери информации из-за замирания сигнала в атмосфере там, но вы должны платить столько, сколько занятых частотных ресурсов и большей стоимости оборудования.

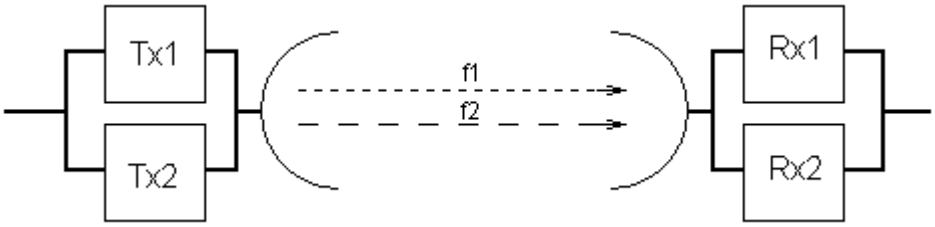



Рисунок 2.1 - Принцип частотного разнесения каналов

## 2.2 Исходные данные для расчетов

Маршрут проходит через проектируются ЦРРЛ климатической зоны, где значение интенсивности осадков составляет 22 мм / час.

Цифровые радиорелейные параметров оборудования, которое характеризует помехоустойчивости является пороговый уровень сигнала на входе приемника $P_{ПР\ ПОР}$, при котором обеспечивается максимальная нормируемая величина коэффициента ошибок $P_{ОШ\ МАКС}$ (BER). Результаты каждого пролета трассы производились при помощи двух методов. Нормы на показатели качества приняты как для внутризоновых сетей.

Для расчета статистики глубины сравнительно медленных рефракционных замираний с учетом нелинейного изменения диэлектрической

проницаемости воздуха замирания $\xi$ с высотой, вводится понятие эффективного вертикального градиента диэлектрической проницаемости воздуха $g$. Под величиной $g$ понимают постоянный по высоте градиент $\partial\varepsilon/\partial n$, при котором напряженность поля в точке приема будет такой же, как и в случае реального изменения $\xi$ на трассе. Климатический район проектирования ЦРРЛ характеризуется средним значением градиента диэлектрической проницаемости воздуха $g = -10 \cdot 10^{-8}\ 1/м$ и дисперсией диэлектрической проницаемости воздуха $\sigma = 9 \cdot 10^{-8}\ 1/м$.

Смоделировать радиорелейную линию в Алматинскойобласти отБесагаш до Котырбулака на аппаратуре, работающей в диапазоне 7 ГГц.

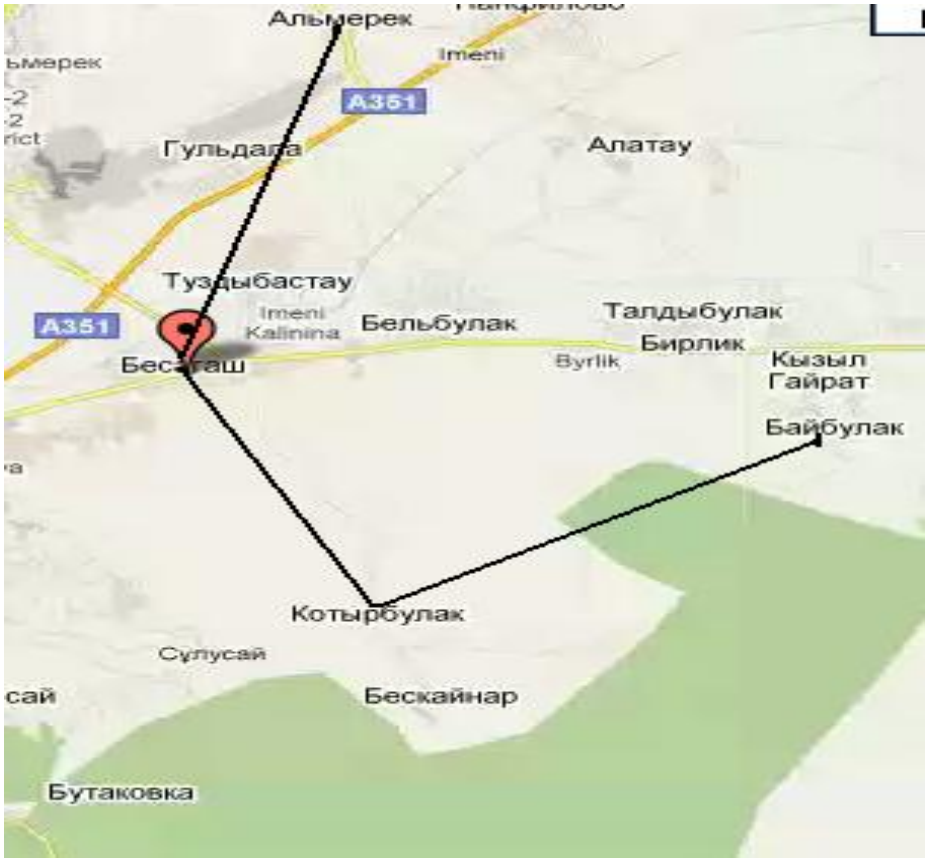



Рисунок 2.2- Карта прокладки ЦРРЛ

Основные технические характеристики аппаратуры МИКРАН МИК-РЛ7…15С

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

### 2.3 Выбор оптимальной трассы и мест расположения станций РРЛ

При выборе оптимального расположения профилей на трассе все радиорелейных станции должны быть выбраны на основе технико-экономических соображений, простота использования и возможности будущего РРЛ обеспечивают необходимую стабильность через все отрезки линии, проходящей в различных климатических районах. Для удовлетворения этих требований необходимо, чтобы Радиорелейные станции были расположены в районах, удобных для их работы: будет хороший подход; расположен вблизи линии электропередачи для поставки устройства станции электроэнергии; Станция расположена вблизи населенных пунктов, что позволит легко обеспечить радио- и телевизионного вещания некоторые населенные пункты, через которые маршрут РРЛ. И, наконец, маршрут радиорелейной должен быть помещен в зигзагообразно (то есть маршрут должен иметь форму ломаной кривой), с тем, чтобы исключить возможность приема сигналов приемных станций, расположенных в трех интервалах.

Площадки для строительства радиорелейных станций желательно выбирать, если это возможно, на холмах. В этой антенной опоры (мачты или башни) будет низким, что является экономически выгодным. Выбор места расположения для определения местоположения участков радиорелейной станции должны быть такими, что никаких неблагоприятных условий распространения, а это значит, что радиорелейная маршрут проходил как можно на самой пересеченной местности с лесами, из которых отраженные лучи хорошо диспергированной. При выборе маршрутов следует избегать топы, большие водоемы, а также естественные и искусственные препятствия (горы, высотные здания). Кроме того, чтобы уменьшить влияние отраженных лучей, желательно, чтобы выбрать радиорелейных станций различной поддержки высоты антенны, и этот выбор должен быть сделан таким образом, чтобы отразить условия равнинных земельных участков, расположенных вблизи станций с низким опор антенн.

Избранные таким образом, радиорелейные места установки станции соединены прямыми линиями, определяющие маршрут на карте будущей линии связи.

Для повышения экономической эффективности и радиосистемы мощности СВЧ часто делают многосторонние, в котором каждая станция работает с несколькими различными частотами приемников через общих устройств антенно-фидерных. Для повышения надежности ссылка работает различные способы обеспечения избыточности. В полосах частот выше 10 ГГц ЦРРЛ наиболее распространены Избыточность 1 + 1, когда у вас есть

одна резервная копия для каждого рабочего ствола. Сложные условия распространения, как ствол может быть использован для организации разнообразие значительно повышает стабильность системы связи.

По рекомендации МСЭ-PF-497-4 для диапазона 7 ГГц:

- дуплексный разнос $T_X - R_X = 266$ МГц;

- разнос между стволами $T_{X1} - T_{X2} = 28$ МГц.

| Ствол | $F_1$, МГц | $F_2$, МГц |
|---|---|---|
| 1 | 7125 | 7391 |
| 2 | 7153 | 7419 |
| 3 | 7181 | 7447 |
| 4 | 7209 | 7475 |
| 5 | 7237 | 7503 |
| 6 | 7265 | 7631 |
| 7 | 7293 | 7559 |

### 2.4 Построение продольных профилей интервалов

Продольный профиль пролета выполнен в масштабе в вертикальном разрезе местности по линии, соединяющей две соседних ретрансляционных станции. Продольные профили интервалов РРЛ полностью и четко характеризует рельеф местности на каждом интервале связи и основные рабочие документы, позволяющие выполнить расчет устойчивости радиорелейной связи при заданных норм по его показателям качества.

Построение продольных профилей выполнено в прямоугольной системе координат с использованием различных масштабов горизонтали и вертикали. Высота препятствий на поверхности земли измеряется в метрах, а расстояние между радиорелейных станций - в километрах. Таким образом, высота профиля не оседает на линии, проходящей через центр Земли (то есть радиус Земли) и вертикальной (ось у) и их отсчет не ведется от горизонтальной линии профиля, и линия кривизны поверхности Земли, взятый в линии уровня моря или условного нуля. Расстояния между станциями не осаждаются на изогнутой поверхности, а горизонтальная (ось х). В этой конструкции, профиль земной поверхности не представлен окружности и параболы. Строительство кривизны дуги Земли (параболы) выполняется после определения расстояния между станциями и максимальная разница в высоте на поверхности, как функция расстояния меняет масштаб по вертикали. Расстояния между станциями, а также низкий () и высоком () точки профиля интервала радио реле связи определяются в соответствии с топографическими картами, а затем вычисляет максимальную разницу в высоте, м.

После выбора сферы строительства Земли состоит из кривизны дуги.

Линия, представляет профиль уровня моря (дуги кривизны Земли) или условного нуля (условный горизонт) и имеет форму параболы, рассчитывается по формуле:

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

тут у – 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 у;

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

Максимальная высота препятствия, создаваемого выпуклостью земной поверхности, для любой протяженности интервала *R* при $R_1 = \text{R}/2$

$$y_{МАКС} = \frac{R^2}{8R_3}.$$

С достаточной для практических расчетов степенью точности при $R_3 = 6370$ км можно принять

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

где *R* выражено в км.

Для уменьшения величин чертежа наивысшие высоты профиля отсчитывают от линии условного нулевого уровня горизонта, которая выбирается в зависимости от рельефа местности. Результирующая кривая показывает профиль интервала нужного участка связи.

### 2.5 Выбор высоты подвеса антенны оптимальная

Учитывая неравномерность вертикального градиента диэлектрической проницаемости атмосферы радиолуча получает постоянную изгиба, что приводит к ухудшению радио. Если он встречается с естественным препятствием, соединение разрывается. Поэтому, необходимо правильно определить зазор просвета за счет правильного подбора высоты антенны подвески.

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

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} R_0 \cdot \lambda \cdot k \cdot (1-k)}\text{, м,} \qquad (2.1)$$

где $R_0$ - длина пролета, м;

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

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

Средние изменения значений через существующие в пределах 80% от времени, рассчитанного по формуле рефракции просвет.

$$\Delta H(\bar{g} + \sigma) = -\frac{R_0^{\,2}}{4} \cdot (\bar{g} + \sigma) \cdot k \cdot (1 - k), \tag{2.2}$$

где $\bar{g}$ и $\sigma$ - среднее значение и стандартное отклонение вертикального градиента проницаемости.

При пути интервала менее 50 км нормальное отклонение может определяться по формуле

$$\sigma(R_0) = \left(10 \cdot 10^{-8} + \frac{\bar{g}}{3.1}\right)\left(\frac{1}{y} - 1\right) + \frac{\sigma}{y}\ , \tag{2.3}$$

где σ – значение стандартного отклонения,1/м;
у – находится из приложения В.

Просвет при отсутствии рефракции

$$H(0) = H_0 - \Delta H(\bar{g} + \sigma), \text{ м.} \tag{2.4}$$

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

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

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

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

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

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

Общая высота антенн выбираются путем оптимизации. Чтобы сделать это, критическая точка откладывается расстояние профиля, и через данную точку проведены три произвольных луча. Выберите луч, такой, где h1 - высота передающей антенны подвески, h2 - высота подвеса приемной антенны.

В показанном прохода h1 = 75 м, h2 = 15 м.

Для моделирования оптимальной высоты монтажа профилей пролетов и выбор антенны, студенты могут использовать программу DDRL31. Программа позволяет создавать пролетом профили для различных частот, типов оборудования, указывает на возможную точку отображения профиля зоны Френеля. Можно выбрать высоту подвески антенн.

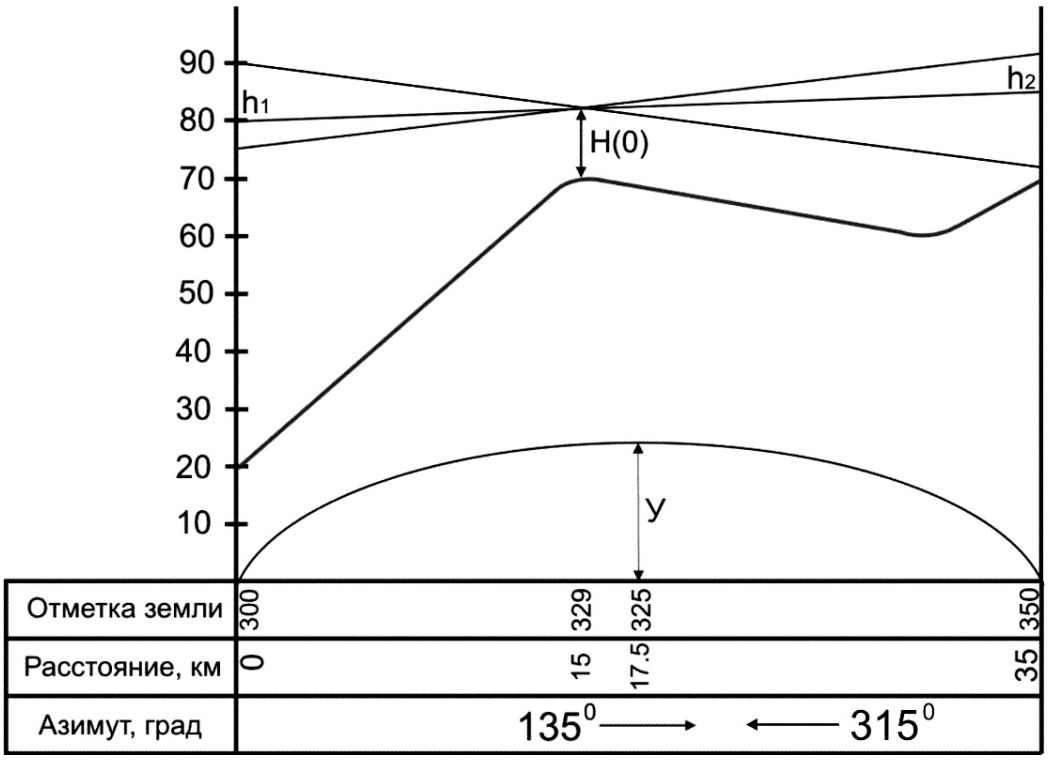



Рисунок 2.4 – Выбор высот подвеса антенн

## 2.6 Расчет запаса на замирание

Рассчет запаса на замирание производится по формуле

$$F_t = S_G + G_{ПРД} + G_{ПРМ} - 2\eta - L_0 \text{, дБ,} \quad (2.5)$$

где $S_G$ -коэффициент системы, дБ;

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

$2\eta \approx 5$ дБ – коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта;

$L_0$ - затухание радиоволн в свободном пространстве

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

где $d = R_0$ - длина пролета, км.

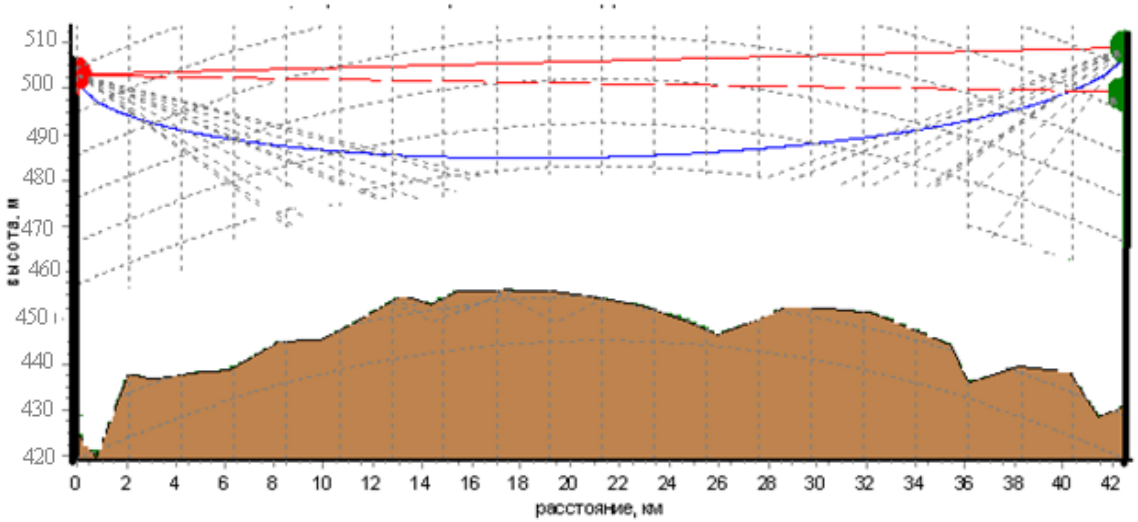



Рисунок 2.4 – Профиль пролета трассы Бесагаш – Котырбулак в программе DRRL

$$f = 7000 \text{ МГц}, \; S_G = 117 \text{ дБ}, \; G_{ПРД} = G_{ПРМ} = 45.4 \text{ дБ}$$

$$L_0 = 20[\lg(7000) + \lg(42)] + 32.45 = 140.23 \text{, дБ}$$

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

Коэффициент усиления антенны, дБ, можно рассчитать по формуле

$$G = 10\lg\left(\frac{10 \cdot g \cdot D^2}{\lambda^2}\right) = 10\lg\left(\frac{10 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}2^2}{0{,}023^2}\right) = 43{,}38 дБ, \quad (2.10)$$

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

D – диаметр антенны;

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

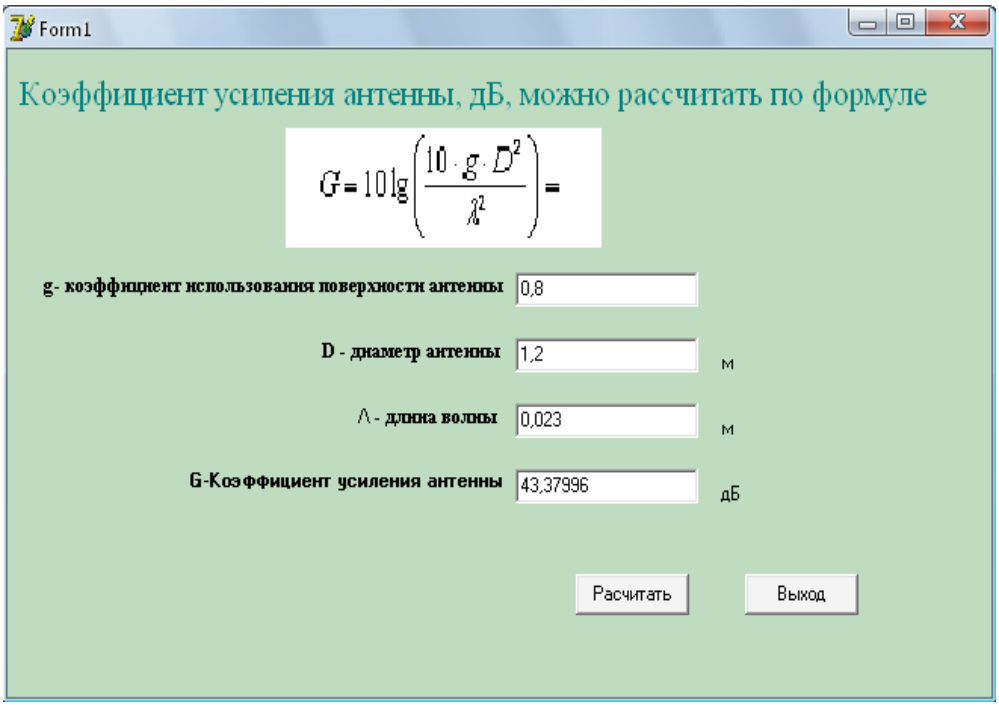



Рисунок 2.5- Окно расчета программыDelphi

## 2.7 Расчет времени ухудшения связи из-за дождя, оптимизация пролета

Чем выше частота радиоволн, тем сильнее эффект от ослабления сигнала размера капель и интенсивность дождя. Поэтому при расчете времени, необходимого для рассмотрения ослабление зоны климата, в зависимости от интенсивности дождя на 0,01% времени.

территория СНГ разделена на 16 климатических зон. Казахстан относится к зоне Е, для которой интенсивность осадков мм / ч.

Коэффициенты регрессии для оценки затухания в зависимости от поляризации волны, показанной в таблице D.1 приложения G.

Так как интенсивность осадков распределяется неравномерно по маршруту определяется эффективной длины пролета

$$d_Э = r \cdot R_0, \qquad (2.6)$$

где $R_0$ - длина пролета, км;

$r = \dfrac{1}{1+\dfrac{R_0}{d_0}}$ - коэффициент уменьшения;

$d_0 = 35 \cdot e^{-0.015 R_{0.01}}$ - опорное расстояние, км.

Удельное затухание в дожде в зависимости от поляризации волны

$$\gamma = k \cdot R^{\alpha}{}_{0.01}(\partial Б). \qquad (2.7)$$

Определяется для горизонтальной и вертикальной поляризации и выбирается наименьшее:

$$\gamma_H = k_H \cdot R_{0.01}{}^{\alpha_H} \text{ и } \gamma_V = k_V \cdot R_{0.01}{}^{\alpha_V}, \text{ дБ.} \qquad (2.8)$$

Затухание на трассе превышающее 0.01 % времени определяется по формуле

$$A_{0.01} = \gamma \cdot d_Э, \text{ дБ.} \qquad (2.9)$$

Время, в течение которого ослабление сигнала больше чем запас на замирание:

$$T_g = 10^{11.628\left(-0.546+\sqrt{0.29812-0.172\lg\left(0.12 \cdot A_{0.01}/Ft\right)}\right)}, \%. \qquad (2.10)$$

При $A_{0.01}/Ft<0.155$ принимаем $A_{0.01}/Ft = 0.155$.
Для $f$ =7 ГГц

$\gamma_Г = 0.00301 \cdot 22^{1.332} = 0.18$, дБ/км

$\gamma_V = 0.00265 \cdot 22^{1.312} = 0.15$, дБ/км

Примечание – Так как величины очень малы, мы выбираем тип поляризации в соответствии с приведенным ранее частотным планом.

Горизонтальная поляризация

$d_0 = 35 \cdot e^{-0.01522} = 25.16$, км.

$$r = \frac{1}{1 + \frac{35}{25.16}} = 0.42 .$$

$d_Э = 0.42 \cdot 35 = 14.7$, км .

$A_{0.01} = 0.18 \cdot 14.7 = 2.64$, дБ.

$$\frac{A_{0.01}}{F_t} = \frac{2.64}{67.57} = 0.04 < 0.155 .$$

$T_g = 1.39 \cdot 10^{-7}$, %.

## 2.8 Расчет времени ухудшения связи, вызванного субрефракцией радиоволн, оптимизация высот подвеса антенн

Стандартная атмосфера имеет наибольшую плотность на поверхности, так что лучи антенны загнутые вниз. В результате зазор в каналt, образованный минимальным радиусом зоны Френеля не является постоянным, так как плотность атмосферы меняется в зависимости от времени суток и атмосферных условий.

Среднее значение просвета в области миграции

$$H(\bar{g}) = H(0) + \Delta H(\bar{g}) = H(0) - \frac{R_0^{\,2}}{4} \cdot \bar{g} \cdot k(1-k). \qquad (2.11)$$

Относительный перепросвет

$$P(\bar{g}) = \frac{H(\bar{g})}{H_0} . \qquad (2.12)$$

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

$$l = \frac{r}{R_0} . \qquad (2.13)$$

Параметр $\mu$, характеризующий аппроксимирующую среду

$$\mu = \sqrt[3]{\frac{k^2(1-k)^2}{l^2}} \cdot \sqrt[6]{\frac{64\pi \cdot \alpha}{3}}, \qquad (2.14)$$

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

$$P(g_0) = \frac{V_0 - V_{MIN}}{V_0}, \qquad (2.15)$$

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

$V_{MIN}$ - минимальный допустимый множитель ослабления;

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

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

где

$$A = \frac{1}{\sigma} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{R_0{}^3 \cdot k(1-k)}}. \qquad (2.16)$$

По графику определяем $T(V_{MIN})$.

$r = 18.75$, км.

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

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

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

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

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

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

$V_0 = -13$, дБ (Приложение Д).

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

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

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

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

Так как выполняется условие $T(V_{MIN}) = 0.00004\% \prec 0{,}003\%$, то оптимизацию проводить не нужно.

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 КОБ хуже, чем 10-3.

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%.

Проверка на недоступность

$$UR_{ДОП} = \frac{0.3 \cdot L}{2500}, \tag{2.17}$$

где $L$ – длина пролета, км

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

Должно выполняться условие:

$$UR_{ДОП} > T_0 + T_g, \tag{2.18}$$

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 To(Vmin)< 0,003%, (раздел 2.8), 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. Например для $h_1$=65м – шесть секций по 11 м, для $h_2$=15 м из 1 секции - 11м и 1- 6,5м.

Расчет время ухудшения радио связи вследствие многолучевого распространения

При моделировании радио линий более чем на несколько километров, которые будут рассмотрены четыре замирательных механизма в чистой атмосфере, вызванное чрезвычайно рефракционными слоями:

а) расширение пучка (в английском технической литературе это явление называется расфокусировкой луча)

б) выделение в антенне;

в) поверхностное многолучевое распространение;

г) распространение атмосферное многолучевое.

Большинство из этих механизмов образуются отдельно или в сочетании с другими механизмами. Сильные частотно-избирательные замирания происходит, когда прямаярасфокусировка луча в сочетании с сигналом, отраженным от поверхности, приводит к замиранию, вследствие многолучевого распространения. Мерцающие замирания, вызванные малыми возмущениями 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 частотах замирания $T_{инт}$ процент времени, в течение которого система узкополосная не превышает уровень сигнала в среднем худший месяц, оно может быть определено с помощью следующего приблизительного асимптотического выражения

$$T_{ИНТ} = K \cdot Q \cdot f^{B} \cdot d^{C} \cdot 10^{-A/10}, \%, \tag{2.19}$$

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.

$$K = P_L^{1.5} \cdot 10^{(-6.5 - C_{LAT} - C_{LON})}, \tag{2.20}$$

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

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

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

$$Q = \left(1 + |E_P|\right)^{-1.4} \tag{2.21}$$

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

здесь $h_1$, $h_2$ – м;

$d$ – км.

$B = 0.89;\ C = 3.6$

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

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

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

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

Норма на допустимое время ухудшения связи для высшего качества связи

$$SES = \frac{0.054 \cdot L}{2500}, \quad (2.22)$$

где $L$ – длина пролета, км;
2500 – длина эталонной гипотетической линии.
Должно выполняться условие

$$SES > T_{ИНТ}. \quad (2.23)$$

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

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

То есть, условие выполнено.

В данной работе была смоделирована и вычислена РРЛ прямой видимости с передачей цифровых сообщений.

При выборе места расположения станции из трех важных факторов были приняты во внимание: наличие подъездных дорог, есть ли электропитание в регионе, осуществление связи между поселениями.

По результатам, можно сделать вывод, что все правила норм на неготовность выполняются даже на самых длинных пролетов. Затухания в дожде были снижены за счет правильного выбора поляризации вследствие субрефракции радиоволн - путем выбора оптимального уровня подвески антенн.

## 3 Безопасность жизнедеятельности

### 3.1 Анализ условий труда

Рабочее оборудование

Помещение производственное. Высота рабочей поверхности над уровнем пола 0,8 м, окна начинаются с высоты 0,8 м, 2,4 м в высоту окна. Рядом расположено здание на расстоянии 10 м, высотой 7 метров, не прикрывая ни одного дома на трех других сторон.

Б оборудование:

- Оптический модем
- Маршрутизаторы;
- Компьютер;
- Концентратор для сетевых компьютеров в здании.

Под "Временные санитарные нормы и правила для ввода данных сотрудников центров обработки данных", редактирование программ, чтения информации с экрана с непрерывной продолжительностью видеотерминала не должна превышать четырех часов (8:00 в день). Для снижения трудоемкости рекомендуется как насколько это возможно, чтобы распределить нагрузку равномерно и эффективно чередовать характер деятельности.

Каждый час рекомендуется перерыв в течение 5-10 минут, и через 2:00 15 минут. Один или несколько раз в час необходимо выполнить серию легких упражнений на растяжку, которые могут снять стресс, накапливается в мышцах при длительной работе на компьютере. Категория 1а работает.

Важным элементом рационального планирования рабочего места является учет индивидуальных антропометрических и психофизиологических обработки данных.

Санитарные нормы и правила - SanNiP 2.2.2.542-96 содержит общие требования к организации и оборудованию рабочих мест с персонального электронного компьютера ПК.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей (размера ПК, клавиатуры и т.д.), характер выполняемой работы.

Высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах 680-800 мм; если это невозможно, то высота рабочей поверхности стола для компьютера, на котором исчисляются структурные размеры, следует считать: 800,1000,1200 ширина и 1400 мм, глубина 800 мм и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для установки вниз, который выглядит следующим образом: высота - не менее 600 мм, ширина - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм, так и на уровне вытянутых ног - не менее 650мм.

### 3.2 Выбор огнетушителей, расчет их количества, установка пожарных извещателей

Для тушения пожара использовать порошковые огнетушители ОП-5 с 7 литров. Они являются хорошими изоляторами и быстро потушить пожар. С учетом того факта, что такие огнетушители слёживаются впоследствии, мы заменим их каждый год.

Согласно SNP на каждые 100 м2 необходимо установить один огнетушитель. Так как у нас есть комната размером 5х10 и общей площади, так что составляет 50 м2, чтобы тушить пожары на один порошковый огнетушитель

Как детектор пожара установить PKIL-9 - летний пожарной сигнализации. Он устанавливается на лестничных клетках и коридорах, окрашенные в красный цвет. При обнаружении пожара следует разбить стеклянную крышку и нажмите на кнопку, которая замыкает электрическую цепь и приемную станцию сигнал (см. Рисунок 3.1).

Для предотвращения пожаров все токопроводящие части, чтобы собрать негорючих поверхностей (мрамор, PCB, гетинакс, асбест и т.д.).

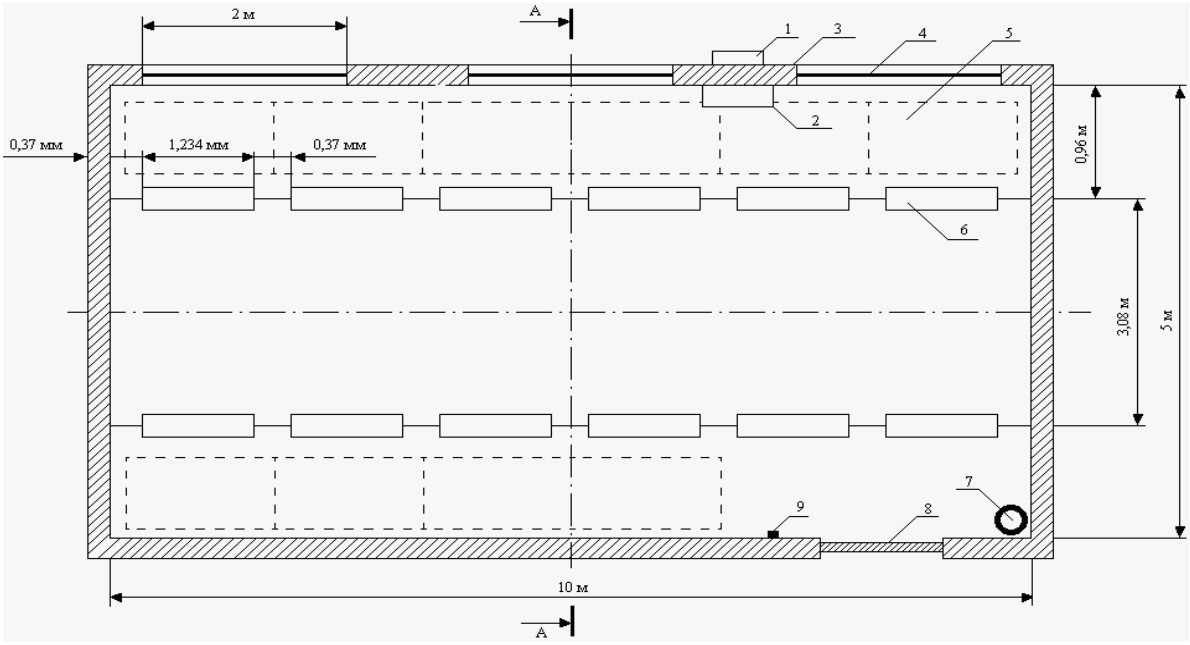



Рисунок 3.1 Схема искусственного освещения

1 - кондиционер (внешний блок)
2 - кондиционер (внутренний блок)
3 - стена;
4 - окно;
5 - на рабочем месте;
6 - люминесцентная лампа;
7 - огнетушитель;
8 - двери;
9 - пожарный извещатель.

3.3 Расчет искусственных систем освещения

дано:
длина пространства L = 10 м;
Ширина помещения = 5 м;
высота помещения H = 3 м;
высота рабочей поверхности л.с. = 0,8 м;
категория зрительной работы III (высокой точности).

Для несущей комнате Рекомендуется LB40-4 лампа дневного света (белый), 40 Вт, световой поток 3000 лм, 40 мм в диаметре и с шипами 1213.6 мм

Определим наиболее выгодное расстояние между лампами:

м; (3 .1)

где 1,2 = 1,4;
ч = H - Hр = 3 - 0,8 = 2,2 м.
Исходя из этих данных, мы находим, что выгоднее расстояние между лампами еще

м.

Подсчитать количество рядов светильников

; (3.2)

где, B - ширина помещения, B = 5 м;
Z - расстояние между лампами, Z = 3,08 м.
здесь

= 5 / 3,08 = 1,62 2.

1 <n <2 принять большее значение;
Поэтому светильники будут расположены в два ряда.
Определим количество светильников

, (3.3)

где E - заданный минимальное освещение лампы. Для сотрудников, работающих с компьютерами E = 400 лк;
Кз - коэффициент запаса прочности, который учитывает и запыленности износ источников света во время работы. Кз = 1,5;
S - освещенная площадь, S = 50 м;
Z - неравномерное фактор освещения, Z = 1,4;

- Коэффициенты использования;

FL - световой поток, FL = 3000 лм.

n - количество ламп в светильнике.

Мы не знаем, коэффициент использования для его расположения определения индекса помещения

(3.4)

Потому что мы побелили потолок, белые стены с закрытыми окнами белыми занавесками, коэффициенты отражения являются следующие [9]):

пот p = 50%;

г. v = 30%;

p = 20% пола.

Таким образом, коэффициент использования = 54% (Таблица 5-20).

Как лампа взять емкость LSP02 для 2-х ламп 40 Вт, 40 мм в диаметре и с шипами 1213.6 мм. длина лампы тысяче двести тридцать четыре мм, ширина 276 мм.

Таким образом

$$N = \frac{E \cdot K_З \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_Л \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 1{,}5 \cdot 50 \cdot 1{,}15}{2 \cdot 3000 \cdot 0{,}54} = 11{,}6 \approx 12$$

светильников.

Т. е. имеются12 ламп, они расположены в два ряда, каждый ряд из шести ламп, каждый светильник по 2 лампы.

Проверить расчеты сделаны точечным способом.

Линейные размеры радиаторов в данном случае равны 1213.6 мм и высотой установки более 0,5 м. В этом случае они рассматриваются как яркие светящиеся линии.

Кривые изолюкс линий построены в системе координат.

$$(P^1 - L^1) \tag{3.5}$$

где,
$$P^1 = \frac{P}{h}; \tag{3.6}$$

$$L^1 = \frac{L}{h}; \tag{3.7}$$

где L – общая длина светящихся линий;

P = 1,5; h = 2,4; L = 9,75

Таким образом, подставив данные в формулы, получим

$$P^1 = \frac{P}{h} = \frac{1{,}5}{2{,}4} = 0{,}63$$

$$L^1 = \frac{L}{h} = \frac{9{,}75}{2{,}4} = 4$$

Для обеспечения в данной точке заданной освещенности $E_H$, необходимо иметь удельный световой поток Ф. Световой поток в каждом светильнике определяется по формуле

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_H \cdot K_З}{\mu \cdot \sum E_У} \quad ; \qquad (3.8)$$

где, $\mu$ - коэффициент, учитывающий отражение составляющих света и действие удаленных светильников и составляет 1,1 – 1,2;

$\sum E_У$ - суммарная условная освещенность в контрольной точке (выбираются точки, где $\sum E_У$ имеет наименьшее значение).

$\sum E_У = 40\text{x}2 = 80;$

$E_У$ – определяется по графику пространственных изолюкс, $E_У = 40$.

Таким образом, подставив данные в формулы, получим

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_H \cdot K_З}{\mu \cdot \sum E_У} = \frac{1000 \cdot 400 \cdot 1{,}5}{1{,}2 \cdot 80} = 6250$$ лм

Поскольку требуемая мощность светового потока каждой лампы накаливания не должна отличаться от требуемой -10% или + 20%, можно сделать вывод о том, что расчет является правильным. В общем, для создания нормированной освещенности нам необходимо 24 лампы в 12 светильников, расположенных в два ряда, каждый ряд 6 ламп, каждая лампа для 2-х ламп.

### 3.4 Расчет системы вентиляции

Мы находим необходимое количество воздуха, подаваемого на коэффициент "тепла". Он рассчитывается по формуле

$$L = \frac{Q_{ИЗБ}}{C_B \cdot \Delta t \cdot \gamma_B}, \quad (3.9)$$

где, $\Delta t$ = $t_{УДАЛ} – t_{ПОСТ}$;
$t_{УДАЛ}$ – температура удаляемого воздуха;
$t_{ПОСТ}$ – температура поступающего воздуха;
$C_В$ – теплоемкость воздуха, $C_В$ = 0,24 ккал/кг*$^0$С;
$\gamma_B$ - удельная масса приточного воздуха, $\gamma_B$ = 1,206 кг/м$^3$;
$Q_{ИЗБ}$ – избыточное тепло.
Избыточное тепло найдем из выражения

$$QИЗБ = QОБ + QЛ + QР – QОТД, \quad (3.10)$$

где, $Q_{ОБ}$ – тепло, выделяемое офисным оборудованием;
$Q_Л$ – тепло, выделяемое людьми;
$Q_Р$ – тепло, вносимое солнечной радиацией;
$Q_{ОТД}$ – теплоотдача в окружающую среду.
Значения $Q_Р$ и $Q_{ОТД}$ примерно равны и взаимно компенсируются. Поэтому избыточное тепло образуется только за счёт людей и оборудования.
Тепло, выделяемое людьми, найдём по формуле

$$Q_Л = K_Л \cdot (q - q_{ПОГЛ}); \quad (3.11)$$

где, $К_Л$ – количество людей в помещении, $К_Л$ = 7;
q – тепло, выделяемое одним человеком, q = 250 ккал/ч;
$q_{ПОГЛ}$ – тепло, поглощаемое одним человеком, $q_{ПОГЛ}$ = 140 ккал/ч.
Отсюда находим:

$Q_Л = К_Л * (q-q_{погл.}) = 7*(250-140) = 770$ Ккал/ч.

Рассчитаем количество тепла, выделяемого офисным оборудованием. В помещении расположено 10 персональных компьютеров. Каждый компьютер имеет мощность 230 Вт. Общая мощность компьютеров составляет:

10*230=2300 Вт = 2,3 кВт.

Также имеется один принтер с потребляемой мощность 50 Вт. Общая потребляемая мощность офисной техники равна 2,35 кВт.
Тепло, выделяемое офисным оборудованием рассчитаем по формуле

$$Q_{ОБ} = 860 \cdot P_{ОБ} \cdot \eta, \quad (3.12)$$

где, 860 – тепловой эквивалент 1 кВт/час;
$P_{ОБ}$ – потребляемая мощность, $P_{ОБ}$ = 2,35 кВт;
з – коэффициент перехода тепла в помещение, з = 0,95.
Подставив все значения в формулу, находим

$$Q_{ОБ} = 860 \cdot P_{ОБ} \cdot \eta = 860 \cdot 2{,}35 \cdot 0{,}95 = 1919{,}95 \text{ ккал/ч.}$$

Рассчитаем теплонапряженность воздуха по формуле

$$Q_{Н} = \frac{Q_{ИЗБ}}{V_{П}}, \quad (3.13)$$

где, $V_П$ – объем помещения, $V_П$ = 150 м$^{3.}$

$Q_{ИЗБ} = Q_Л + Q_{ОБ}$ = 770 + 1919,95 = 2689,95 ккал/ч.

Таким образом, подставив все данные в формулу, получим:

$Q_{Н.} = Q_{ИЗБ}./V$ = 2689,95/150 = 17,933ккал/м$^{3.}$

Т.к. $Q_Н$< 20 ккал/м$^3$, то $\Delta t$ = 8 $^0$С.

Найдём требуемое количество подаваемого воздуха

$$L = \frac{Q_{ИЗБ}}{C_В \cdot (t_{УДАЛ} - t_{ПОСТ})} =$$ 2689,95 / 0,24 *8*1.206 = 2689,95 / 2,31552 = 1161.704м$^3$/ч.

Рассчитаем кратность воздухообмена по формуле

$$K = \frac{L}{V}, \quad (3.14)$$

где, L – требуемое количество подаваемого воздуха, L = 1161.704 м$^3$/ч;
V – объем помещения, V = 150 м$^{3.}$
Таким образом, кратность воздухообмена равна

$$K = \frac{L}{V} = \frac{1161.704}{150} = 7.74469 \approx 8 \text{ 1/час}$$

Таким образом, вам нужно кондиционер, вентиляция создает 1161.704 м3 / час.

Установить в операционной комнате один настенный кондиционер DELONGHI CP 30 для до 130 м2. Этот кондиционер создает поток воздуха 1300 м3 / ч, которая удовлетворяет условию 1300 м3 / ч> 1161.704 м3 / ч, создает воздушную среду в помещении с температурой 17-26 0 C и относительной влажности 40-70%, удаляет избыток влаги и тепла из помещения , оборудованного с таймером, термостатом, антибактериальным фильтром и автоматический климат-контроль. Кондиционер Питание 230 В, 5 А, 50 Гц; Максимальный уровень шума 38 дБ; Внутренний блок: длина 810 мм, высота 300 мм, глубина 200 мм; Внешняя сила: длина 650 мм, высота 500, глубина 210 мм.

### 3.5 Электробезопасность

Электропитания радиорелейной оборудования осуществляется от опорного источника постоянного тока U-48В с заземленным положительным полюсом.

Система питания состоит из выпрямителя устройства, две батареи, работающие в режиме ожидания и в состоянии обеспечить 3:00 непрерывного оборудования питания и отключите подачу питания переменного тока.

Источник питания для внешних устройств, компьютеров и микропроцессорные станции оператора осуществляется переменным током от источника постоянного тока эталонным через инверторы, установленные в выпрямитель, или от сети переменного тока через регуляторы напряжения. Строительство завода (строительство), специальная проводка для организации земли, которая устраняет разность потенциалов, поврежденного оборудования. Так как все оборудование сертифицировано, профессиональный класс риска определяется как минимум.

Мы ожидаем, что сопротивление защитного заземления для электрических приборов предприятие, которое распределяет электрическое напряжение 380/220 В.

В качестве естественного процесса с использованием металлической конструкции заземления, частично погружен в землю; его ориентировочная распространение сопротивление RE = 15 Ом. Заземляющий предполагается быть изготовлены из вертикального стержня электродов Длина = 2,5 м, диаметр d = 12 мм, верхние концы которых соединены друг с другом горизонтальным электродом 70 м в длину -. 10□24mm часть стальной полосы, положили в землю на глубину 0,5 м T =. Удельное сопротивление заземления уровне вертикального электрода (5 м) и горизонтального электрода (длина 75м) □G = 140 Ом×м.

Требуемое сопротивление защитного заземляющего устройство по ГОСТ 464-79 должно быть не более 4Ом.т.е. Rз < 4 Ом:

$$R_З=125/ I, \quad (3.15)$$

где $I_З$ – расчетный ток замыкания на землю равен

Iз = Uз / Rз = 48 / 4= 12А,

Определим требуемое сопротивление искусственного заземлителя:

$$R_U=R_E\times R_З / (R_E - R_З), \quad (3.16)$$

где $R_E$– сопротивление растекания естественного заземлителя, Ом.

$R_U$=20×4 / (20–4)=5 Ом.,

Тип заземлителя выбираем рядный, размещенный вдоль здания, где расположена станция. При этом вертикальные электроды размещаем на расстоянии a=5м друг от друга.

Уточним параметры заземлителя путем проверочного расчета. Из предварительной схемы видно, что в принятом нами заземлителе суммарная длина горизонтального электрода $L_Г$≈70м., а количество вертикальных электродов n=14шт. Вычисляем расчетные значения сопротивлений горизонтальных электродов (суммарное сопротивление) $R_Г$ и одного вертикального электрода по следующим формулам:

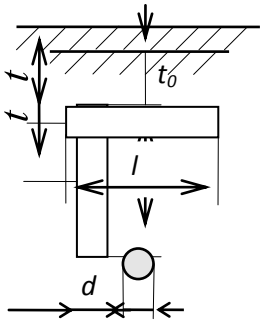
$$R_B=\frac{\rho}{2\times\pi\times\ell}\times[\mathrm{Ln}\frac{2\ell}{d}+\frac{1}{2}\times\mathrm{Ln}\frac{4\times t+\ell}{4\times t-\ell}], \quad (3.16)$$

где $\ell$ >>d ; $t_0$≥0,5м.

$$R_Г=\frac{\rho}{\pi\times\ell\times 2}\times Ln\frac{\ell\times\ell}{d\times t}, \quad (3.17)$$

где $\ell$ >>d; $\ell$ >>4×t, d=0.5×b для полосы шириной b.

Схемы заземлителей изображены на рисунке 3.3



а) б)

а) Вертикальный стержневой электрод
б) Горизонтальный электрод - стальная полоса

Рисунок 3.3Схема заземлителя

Из рисунка 3.3.а видно, что $t=l/2+t_0$

$t=2,5/2+0,5=1,75$ м,

Тогда определяем $R_B$ по формуле (3.16)

$$R_B=\frac{140}{2\times 3,14\times 2,5}\times\left(Ln\frac{2\times 2,5}{0,012}+\frac{1}{2}\times Ln\frac{4\times 1,75+2,5}{4\times 1,75-2,5}\right)=55 \text{ Ом},$$

Вычисляем $R_Г$ по формуле 3.17.

$$R_Г=\frac{140}{2\times 3,14\times 70}\times Ln\frac{70\times 70}{0,5\times 0,04\times 0.5}=6 \text{ Ом},$$

Далее, имея в виду, что принятый заземлит ель расположен в ряд и что n=15шт., а отношение $a/\ell_B=5/5=1$, определяем по таблицам коэффициенты использования заземлителя:

$\eta_B=0,66$
$\eta_Г= 0,365$
Вычисляем расчетное сопротивление группового заземлителя R, Ом, по формуле:

$$R_{ГР}=\frac{R_B\times R_Г}{R_B\times\eta_Г+R_Г\times n_B\times\eta_Г}, \quad (3.18)$$

где $R_B$ и $R_Г$ – сопротивления растеканию вертикального и горизонтального электродов, Ом.; $n_B$– число вертикальных электродов.

Rг.р.=55*6/55*0,66+6*0,36=4,4Ом.
Это сопротивление меньше заданного ($R_{и.тр}$=5 Ом), что повышает безопасность.
Общее сопротивление (действительное) заземляющего устройства:

Rз.д.=(Re*Rи)/(Re +Rи )

Rз.д.=(20*4,4)/(20+4,4)=3,66Ом.

Найденное сопротивление меньше требуемого по ГОСТ 464-79 (4Ом). Сопротивление заземляющего устройства лежит в пределах допустимого.

Этот раздел был проведен анализ условий труда в помещениях радиорелейной станции, признаются действительными.

Расчеты показали, что четыре окна измерения 2,4h2 м соответствуют стандартам естественного света рабочего помещения. Для искусственного освещения в качестве светильников ЛСП-02 были выбраны в количестве 12 штук. длина лампы 1540 мм, ширина 276 мм. Каждая лампа имеет две лампы ЛБ 65, световой поток, который является 3570 люменов.

## 4 Бизнес-план

### 4.1 Актуальность проекта

Известно, что на входе приемника сигнала РРЛ зависит от многих факторов, случайных зависимости от рабочей частоты и типа диапазона связи. В частности, реле охватывает основные причины замирания сигналов следующим образом:

- прямое вмешательство волн и волн, отраженных от поверхности земли и поверхностных элементов;
- прямое вмешательство волн и волн, отраженных от слоистых неоднородностей атмосферы;
- закрытия маршрута из-за влияния субрефракции;
- влияние гидрометеоров (дождь, снег, град, мороз)
- влияние факторов окружающей среды (смога, кислотных дождей, промышленная пыль и т.д.);
- влияет выравнивания антенны при сильных ветровых нагрузках.

В этом разделе мы хотели создать РРЛ передачи данных на интервале Бесагаш – Котырбулак дляуслуг связи и мониторинга.

### 4.2 Организация и планирование работы

Любой бизнес-проект разработан с целью окончательной прибыли. В то же время в стадии планирования будущего проекта должны оценить все расходы, связанные с его реализацией. В этом разделе мы будем считать время и экономические затраты, которые пошли на развитие проекта.

К разработке бизнес-проекта, необходимо обратить внимание на составление организационного плана работы. С точки зрения последовательности и рационального использования рабочего времени следует проводить в следующем порядке:

Стадия предпроектных работ:

ознакомление с основными положениями будущего проекта; изучить возможные причины замирания миграции РРЛ и их влияние на качество связи; составление ТЗ совместно с клиентом (РСС лаборатория ТАС АВ)

полевые работы;

обновление и пересмотр ТС;

дизайн 2 этап:

подбор оборудования в соответствии с ТЗ;

составление документации совместного проекта;

Расчет показателей качества РРЛ полета, определение устойчивости из-под влиянием различных факторов;

составление пояснительной записки;

подготовка спецификаций для оборудования и материалов, используемых в проекте;

разработка профессиональных вопросов безопасности и гигиены труда, экономической части проекта;

подготовка проектно-сметной документации по проекту;

Этап 3 Завершение:

Исправление ошибок и устранения замечаний заказчика

4 Стадия реализации проекта:

Проведение испытаний эксперты связывают ток.

Все четыре стадии разработки и реализации проекта разделены на два этапа: в данном случае, от 1 до 3 - конструкции, выполняет специальную компанию, которая есть все соответствующие лицензии; 4-й этап эквивалентна первой тройке в области видимости. Как правило, проект осуществляет генподрядчик, который определяется на конкурсной основе, и никоим образом не может быть связано с разработчиком проекта.

Таким образом, моя дипломная работа не будет рассматривать этап проекта, таким образом, бизнес-план будет составлен, чтобы определить экономическую целесообразность исследований проекта по параметрам маршруту РРЛ и их влияние на качество связи.

Чтобы определить время, прошедшее с начала определяют сложность текущей работы в разработке проекта приняли участие:

Руководитель проектирования;

инженер по качеству

инженер оценщик.

Сложность работы будет учитываться в рабочие дни 8:00. Для каждого вида работ определяется ожидаемым временем.

Определим ожидаемую продолжительность работ по проектированию системы, для этого используется метод вероятностной оценки ожидаемой работы:

$$T_{ожс} = \frac{3T_{\min} + 2T_{\max}}{5} \qquad (3.1)$$

где $T_{\min}$ - кратчайшая продолжительность заданной работы (оптимистическая оценка)

$T_{\max}$ - максимальная продолжительность работы (пессимистическая оценка)

Оценка трудоемкости отдельных этапов работ приведена в таблице 3.1. Все расчеты сделаны согласно формуле 3.1.

Таблица3.1 – Временные затраты на проектирование

| Этап | Наименование работ | Исполнители (должность) | Продолжительность работ, дни | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $T_{\min}$ | $T_{\max}$ | $T_{ож}$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Предварительное составление ТЗ | Руководитель | 0,6 | 0,8 | 0,68 |
| 2 | Изучение существующей РРЛ | Руководитель | 0,2 | 0,4 | 0,32 |
| | | Инженер | 1 | 2 | 1,4 |
| 3 | Полевые работы | Инженер | 1 | 2 | 1,4 |
| 4 | Корректировка и доработка ТЗ | Руководитель | 1 | 2 | 1,4 |
| | | Инженер | 1 | 2 | 1,4 |
| 5 | Выбор оборудования | Инженер | 1 | 2 | 1.4 |
| 6 | Составление общей проектной документации | Руководитель | 1 | 2 | 1.4 |
| | | Инженер | 2 | 3 | 2,4 |
| 7 | Расчет качественных показателей на пролете РРЛ | Инженер | 1 | 2 | 1,4 |
| 8 | Составление ПЗ | Руководитель | 0,6 | 0,8 | 0,68 |
| | | Инженер | 2 | 3 | 2,4 |
| 9 | Составление спецификации | Инженер | 2 | 3 | 2,4 |
| 10 | Разработка вопросов охраны труда | Руководитель | 1 | 2 | 1.4 |
| | | Инженер | 1 | 2 | 1.4 |
| 11 | Составление сметной документации | Инженер | 1 | 2 | 1.4 |
| | | Инженер-сметчик | 2 | 3 | 2,4 |
| 12 | Выполнение графической и демонстрационной части работы | Инженер | 3 | 4 | 3,4 |
| 13 | Исправление замечаний заказчика | Руководитель | 0,6 | 0,8 | 0,68 |
| | | Инженер | 10 | 25 | 21,4 |

### 3.3 Смета затрат на проектирование

Предполагаемые затраты на проектирование включает в себя:

- материалы и комплектующие;
- амортизация;
- основные и дополнительные заработной платы;
- взносы во внебюджетные фонды;

– другие прямые расходы;
– накладные расходы;
– аутсорсинг.

Расчет расходов в соответствии с приведенной выше процедуре.

Стоимость материалов и комплектующих изделий

Все материальные затраты приведены Таблица 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет потребности в материальных ресурсах

| Вид ресурса | Кол-во на проект | Рыночная цена за ед. цу (тенге.) | Общие затраты (тенге.) |
|---|---|---|---|
| Распечатка плакатов | 2 | 400 | 800 |
| Офисная бумага «SvetoCopy» A4 | 1 пачки | 950 | 950 |
| Офисная бумага «SvetoCopy» A3 | 1 пачка | 2200 | 2200 |
| Брошюровка | 3 комплекта | 350 | 1050 |
| Другие канцеляр. принадлежности | - | 300 | 300 |

Амортизационные отчисления

Произведем расчет амортизационных отчислений для специализированного оборудования. Амортизация - процесс перенесения стоимости используемых приборов и оборудования на затраты, расходуемые на разработку технического проекта.

$$\text{A} = \frac{C \cdot N_a \cdot n}{100 \cdot 12} \qquad (3.2)$$

где $C$ – стоимость прибора, руб.;

$N_a$ – норма амортизации, %;

$n$ – количество времени использования приборов.

Стоимость специализированного оборудования и расчет амортизационных отчислений сведем в таблицу 3.3.

Таблица 3.3– Сумма амортизационных отчислений

| Вид оборудования | Кол-во единиц | Цена за единица (тенге.) | n, мес | $N_a$, % | A, тенге. |
|---|---|---|---|---|---|
| ПК | 1 | 165000 | 1 | 3.33 | 4950 |
| Лазерная линейка | 1 | 27500 | 1 | 3 | 825 |
| Итого: тенге. | | | | | 5775 |

Основная и дополнительная заработанная плата исполнителей

Проведем расчет основной заработанной платы исходя из численности исполнителей, трудоемкости и средней з/платы за один рабочий день.

Среднедневная зарплата определяется по формуле:

$$З_{СД} = \frac{ОК}{N} \quad (3.3)$$

где ОК – месячный оклад работника, руб.;
N– число рабочих дней в месяце, N =22 дня.
Расчет заработанной платы приведен ниже в таблице 3.3.

Таблица 3.4 – Расчет заработанной платы

| Должность обслуживающего персонала | Оклад, тенге. | Среднедневная зарплата, тенге. | Затраченное время, дней | Заработная плата, руб. |
|---|---|---|---|---|
| Руководитель | 200000 | 9092 | 6,5 | 59098 |
| Инженер | 100000 | 4545 | 22,8 | 103626 |
| Инженер-сметчик | 100000 | 4545 | 2,4 | 10908 |
| Итого | 173632 тенге | | | |

Отчисления во внебюджетные фонды
Отчисления во внебюджетные фонды (ЕСН) составляют:

- пенсионный фонд (ПФ) – 10 % от з/платы;
- социальный налог – 11 % от з/платы.

В сумме отчисления во внебюджетные фонды составляют

$S_{ВН}$ = *фонд зар.·0,9·0,11* = 45160 тенге

Затраты на электроэнергию
Затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$З_{эл} = W_n \cdot t \cdot C_{эл}, \quad (3.4)$$

где $W_n$ - установленная мощность, кВт;
t - время работы,час ;
тариф на электроэнергию (10,36тенге. за кВт/час).

Результаты расчета сведем в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Расчет затрат на электроэнергию

| Наименование оборудования | $W_n$, кВт | t, часы | $З_{эл}$, тенге. |
|---|---|---|---|
| Компьютер с монитором | 0.33 | 466 | 1594 |

| Итого:<br>1594 тенге. |
|---|

Накладные расходы

Это расходы на управление и хозяйственное обслуживание при разработке проекта. Планируются в размере 20% от суммы всех прямых затрат и рассчитываются по нижеследующей формуле:

$$C_{нак.} = \frac{1}{5}(C_{з/п.} + C_{отчис.} + C_{матер.} + C_{эл.} + C_{амор.}), \quad (3.5)$$

С учетом формулы получаем:

$C_{нак}$ =1/5(173692 + 45160+ 5300 + 5775 + 1594) = 46304 тенге

На основе выше приведенных расчётов составим полную смету затрат на этапе разработки проекта по следующей формуле:

$$C_{проект.} = C_{нак.} + C_{з/п.} + C_{отчис.} + C_{матер.} + C_{эл.} + C_{амор.} + C_{доп.}, \quad (3.6)$$

где $C_{доп}$ – дополнительные расходы.

В нашем случае дополнительные расходы немалые, поскольку мы будем выходить, что у нас нет ни лицензии на проектирование, ни соответствующего лицензионного программного обеспечения. И то, и другое нам необходимо будет приобрести. Поскольку действие лицензий имеет достаточно длительный срок (около 3-х лет), то такие вложения вполне выгоден. По Обозначенные Период, по оптимистическим прогнозам фирма способна выполнить до 10 похожих проектов, поэтому при вычислениях рентабельности вложений будем исходить из этого принципа. Ниже в таблице 3.6 Представлены все дополнительные расходы совместно с арендной платой.

Таблица3.6 – Расчет дополнительных затрат

| Наименование расходов | Стоимость, тенге. |
|---|---|
| Аренда помещения (20 м$^2$) | 100 0000 |
| Лицензия на проектирование | 70 0000 |
| Компьютер | 1650000 |
| Итого: | 335000 тенге |

### 3.4 Оценка экономической эффективности разработки проекта

С учетом рассчитанных ранее затрат получаем общие затраты на разработку проекта (таблица 3.7):

Таблица3.7 – Общая сумма затрат на разработку проектно-изысательских работ

| Статья затрат на разработку проекта | Сумма, тенге. |
|---|---|
| Заработная плата исполнителей | 173692 |
| Затраты на материалы и комплектующие | 5300 |
| Отчисления во внебюджетные фонды | 45160 |
| Амортизационные отчисления | 5775 |
| Затраты на электроэнергию | 1594 |
| Накладные расходы | 46304 |
| Дополнительные затраты | 335000 |
| Итого | 1019272 |

$С_{проект}$ = 46305 + 173692 + 451606 + 5300 + 1594 + 5775 + 335000 = 1019272 тенге.

Рассчитаем эффективность разработки проекта по следующей формуле:

$$E_{ф} = \frac{Э_{г}}{K1 + K2}, \quad (3.8)$$

где К1 – единовременные капитальные затраты на разработку продукта, состоящие из

сметной стоимости проекта;

К2 – затраты на реализацию проекта (250.000 тенге);

$Э_{г}$ - годовой экономический эффект от организации системы связи для контроля нефтепровода, тенге.

При проектировании коммуникации в подразделении Kazakhmys лаборатории есть несколько других преимуществ (кроме дешевой стоимости проекта):

Во-первых, сохраняя их потребности в дальнейшей эксплуатации системы связи может значительно снизить затраты на техническое обслуживание;

Во-вторых, люди, обслуживающих оборудование и медикаменты, нет необходимости в течение длительного времени, чтобы научить основам дизайна как современного программного обеспечения и навыки позволяют решить эту проблему.

Таким образом, можно утверждать, что исследование позволило нам выбрать оптимальную передачу варианты частоты и приема, дизайн, диаметр и высота подвеса антенн, параметры качества приемники для получения стабильности связи с различными внешними возмущающих факторов.

Прибыль от внедрения интегрированной системы связи в месяц составляет 30 000 тенге.

$Э_г$ =30000 ·12 = 360.000 тенге

Затраты на реализацию проекта 300000 тенге

Экономическая эффективность разработки проекта

$$E_ф = \frac{360000}{1019272 + 250000} = 0{,}3.$$

Срок окупаемости проекта от внедрения системы связи

$$T_{ок} = \frac{1}{E_ф} = \frac{1}{0{,}3} = 3{,}3$$ года.

Таким образом, расчеты показали, что проект исследовательских работ является экономически выгодным, так как позволяет произвести правильный расчет эффективности проектных и предпроектных изысканий для разработки методов исследований влияния условий распространения радиоволн на устойчивость связи на пролетах РРЛ.

Расчет показал эффективность исследований и срок окупаемости составил 3,3 года.

## Заключение

Этот проект рассмотрел организацию мониторинга транспортных средств и радиорелейной линии цифровой для технологических нужд ОАО ТАС КУМ в селе Алматинской области БесагашТалгарского района.

Был проведен краткий обзор существующих систем управления и мониторинга автопарком, радиорелейных линий, приведен обзор основных проблем организации связи, сделан выбор диапазона частот РРЛ с влиянием условий распространения на устойчивость связи.

Также рассмотрены и обсуждены различные типы интервалов РРЛ станции, основные требования к антеннам радиорелейных линий; план распределения частот.

Приведена классификация интервалов радиорелейных линий, рассмотрены замирания сигналов на интервалах РРС. Исследованы источники замираний сигналов на интервалах РРЛ и методы борьбы с ними.

В расчетной части произведены расчеты параметров РРЛ, влияющих на качество связи при различных условиях распространения радиоволн и на разных типах трасс. Приведена карта трассы, построен профиль пролета Бесагаш– Котырбулак

Экономические расчеты показали, что научно-исследовательский проект является экономически эффективным, так как это позволяет сделать правильный расчет эффективности проекта и предварительного исследования для разработки методов исследования влияния условий распространения на устойчивость связи по миграции РРЛ,

Эффективность исследований и срок окупаемости составил 3,3 года.

В здравоохранении и безопасности был проведен анализ условий труда в помещениях радиорелейной станции, признаются действительными.

В общем, цели этого исследовательского проекта в полном объем**е.**

## Список литературы


1. Липкин И.А. Спутниковые навигационные системы. М.: Вузовская книга, 2001.
2. www.gpsn.ru Автомобильные GPS-навигаторы.
3. http://wireless-e.ru/articles/modules/2006_1_7.php
4. Лобач В.С Короткий Г.Г Космические и наземные системы радиосвязи и телерадиовещания - СПб, 2004
5. Измерительный комплекс для исследования пространственно-временного искажения радиосигналов трехсантиметрового диапазона на наземных трассах / М.Е. Ровкин, М.В. Крутиков, А.А. Мещеряков и др Радиоэлектроника. – 2006. –№6. – С. 7–11.
6. Влияние позиции на формирование бокового излучения диаграммы направленности сканирующей антенны / Б.П. Дудко, А.А. Мещеряков, Радиоэлектроника. – 2006. – №6, – С.18–23
7. Лобач В.С., Яковлев В.И. «Спутниковые и радиорелейные системы связи и РРЛ» СПб, 2005
8. http://www.gssfinder.ru/gss/funkcii_gps/gps_kontrol_transporta_kontrol_i_monitoring_avtotransporta.htm
9. http://www.techsolid.ru/solievs-844-1.html
10. Гомзин В.Н., Лобач В.С., Морозов В.А. Расчет параметров цифровых РРЛ, работающих в диапазонах частот выше 3 ГГц - СПб, 2005
11. Грицаенко Е.Н. Экспериментальная оценка точности пеленгования по внутриимпульсным фазовым измерениям на наземных трассах прямой видимости в сантиметровом диапазоне / Е.Н. Грицаенко, Н.А. Колядин, М.В. Крутиков // Современные проблемы создания и эксплуатации радиотехнических систем, 2007
12. Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи. – М.: Радио и связь, 2000Гончарук В.Д., Канаев Н.Я. Экономика, организация и планирование предприятий связи. М., 2004
13. Инструкции по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции и услуг на предприятиях, Астана, 2001
14. Положением о составе затрат на производство продукции, выполнение работ и оказание услуг, Р К, Астана, 2000
15. Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник. – М.: Радио и связь, 2000
16. Бобкова О.В.Охрана труда и техника безопасности при работах с ПК.Омега-Л; 2005
17. Верховский Е.И. Пожарная безопасность на предприятиях радиоэлектроники. – М.: Высшая школа, 2000
18. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 2001

19.Беляров Ю. А., Хлопков В. В.Охрана труда в организациях связи. Практические рекомендации, М., Книжный мир; 2004
20. http://extusur.net/content/2_radiosviaz/8.1.html
21. http://www.saf-tech.ru/ustoichivost.html
22.http://areps.spawar.navy.mil/2858/publications

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Среднее значение и стандартное отклонение вертикального градиента проницаемости

| Район | $\bar{g} \cdot 10^{-8}$, ì $^{-1}$ | $\sigma \cdot 10^{-8}$, ì $^{-1}$ |
|---|---|---|
| Районы прикаспийской низменности | – 13 | 10 |
| Пустынные районы Южного Казахстана | – 6 | 10 |
| Степная полоса Казахстана | –7 | 9 |

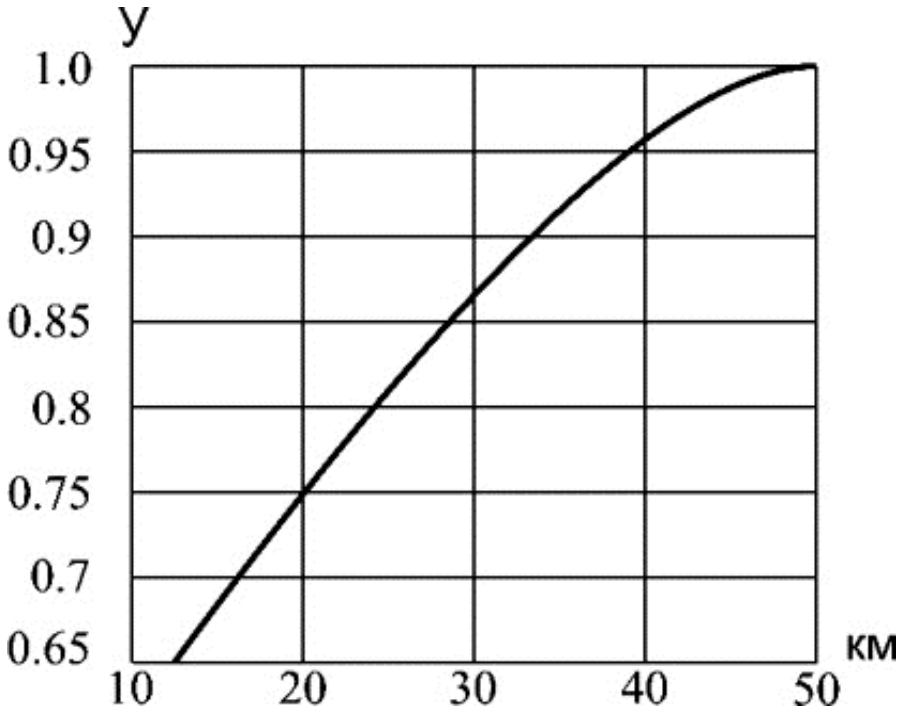



Рисунок А. 1 – К определению параметра «у»

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Листинг программы Delphi

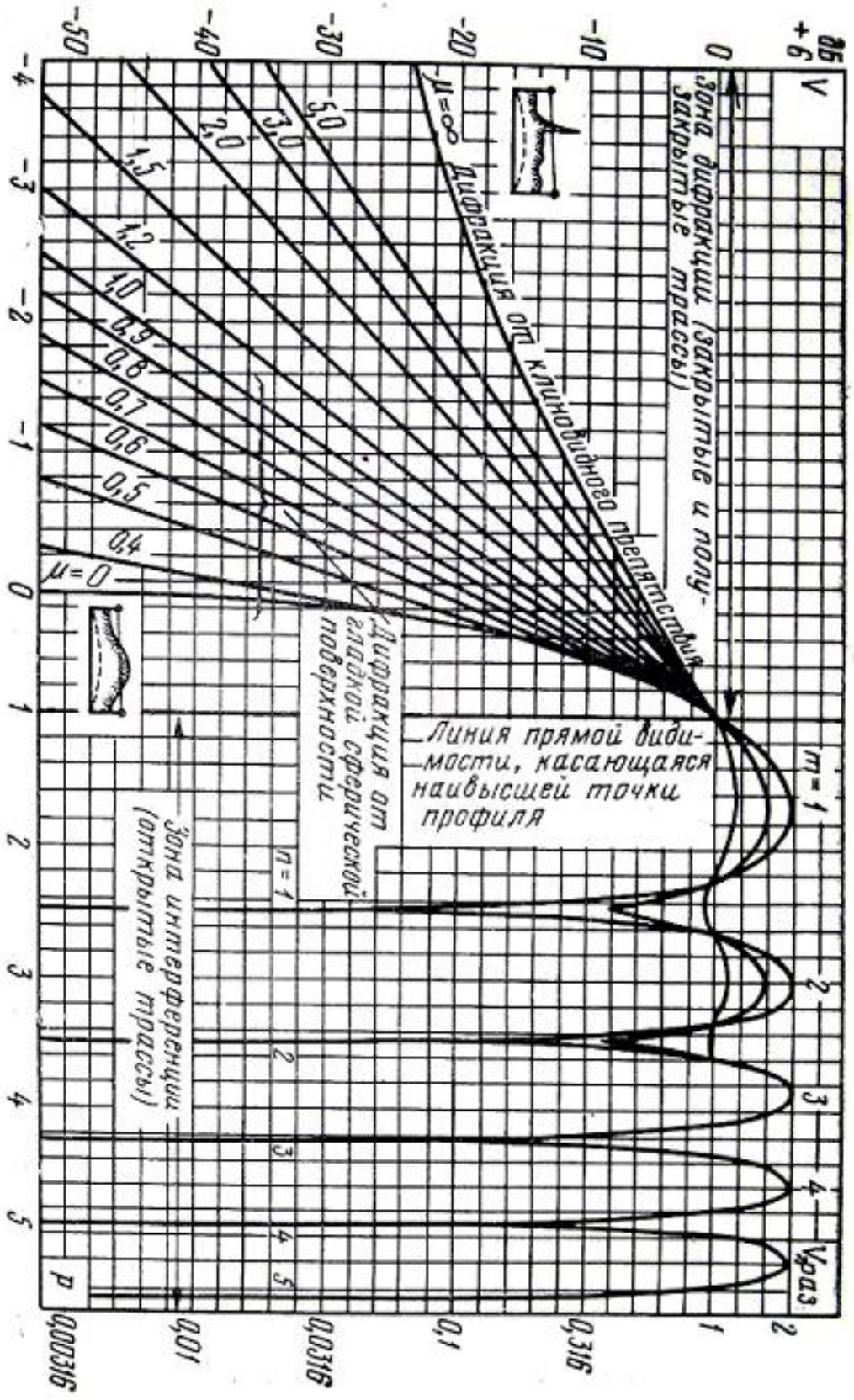
```
Listing:
unit Unit1;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, Math;
Type,ghfjd
  TForm1 = class(TForm)dnfu
    Image1: TImage;irng
    Edit1: TEdit;ghybb
    Edit2: TEdit;pfn
    Edit3: TEdit;yrn
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Label1: TLabel;fyn
    Label2: TLabel;nfhy
    Label3: TLabel;lbmgj
    Label4: TLabel;nfhyj
    Label6: TLabel;kbte
    Edit4: TEdit;ndhy
    Label7: TLabel;ghhs;
    Label8: TLabel;ie.vj
    Label5: TLabel;mfnhy
    procedure Button2Click(Sender: TObject);ydfhek
   procedure Button1Click(Sender: TObject);fghkd
  privatenvbg;
{ Private declarations }
Public ,nvhfy
{ Public declarations }fgdtys
  end;
var
  Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begindflyte.
close;mflf
end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
```

```
varg,d,l,a: real;
begin
g:=strtofloat(Edit1.text);fhyee
d:=strtofloat(Edit2.text);dhshjf
l:=strtofloat(Edit3.text);skdkgl
a:=10*log10((10*g*d*d)/l*l);dgsgyw
edit3.text:=floattostr(a);gdjsl
end;
end.
```

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Коэффициенты регрессии для оценки затухания

| **Частота f, ГГц** | **Горизонтальная поляризация** | | **Вертикальная поляризация** | |
|---|---|---|---|---|
| | $k_{\acute{i}}$ | $\alpha_{\acute{i}}$ | $k_v$ | $\alpha_v$ |
| 1 | 0,0000387 | 0,912 | 0,0000352 | 0,880 |
| 2 | 0,0001540 | 0,963 | 0,000138 | 0,923 |
| 4 | 0,00065 | 1,121 | 0,000591 | 1,075 |
| 6 | 0,00175 | 1,308 | 0,00155 | 1,265 |
| 7 | 0,00301 | 1,332 | 0,00265 | 1,312 |
| 8 | 0,00454 | 1,327 | 0,00395 | 1,31 |
| 10 | 0,101 | 1,276 | 0,00887 | 1,264 |
| 12 | 0,0188 | 1,217 | 0,0168 | 1,2 |
| 15 | 0,0367 | 1,154 | 0,0335 | 1,128 |
| 20 | 0,0751 | 1,099 | 0,0691 | 1,065 |
| 25 | 0,124 | 1,061 | 0,113 | 1,03 |
| 30 | 0,187 | 1,021 | 0,167 | 1 |
| 35 | 0,283 | 0,979 | 0,233 | 0,963 |
| 40 | 0,35 | 0,939 | 0,51 | 0,929 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Зависимость множителя ослабления V от параметров $\rho$ и $\mu$