Министерство Российской Федерации по связи и информатизации.

Сибирский Государственный Университет Телекоммуникаций и Информатики.

Кафедра систем радиосвязи.

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По предмету "Космические и наземные системы радиосвязи"

Тема: ***“Расчёт цифровой радиорелейной линии связи"***

Выполнил: Студент 6-го курса

заочного отделения (РРТ)

Фадеев Игорь Анатольевич

Студ. Билет: 991Р-491

Проверил:

Оценка:

Новосибирск 2004 г.

Задание на курсовой проект

Определить число пролётов ЦРРЛ, рассчитать их длины, составить структурную схему радиорелейной линии. Привести краткую характеристику используемой аппаратуры. Разработать структурную схему оконечной станции. Определить оптимальные высоты подвеса антенн на пролётах ЦРРЛ. Провести оценку основных результатов, сформулировав выводы в заключении.

Исходные данные:

Тип аппаратуры: Пихта-2М;

Число рабочих стволов: 1 ствол;

Скорость передачи информации: 2048 кбит/сек;

Конфигурация системы: 1+1;

Длина ЦРРЛ: 240 км.;

Длина пролёта: 50 км.

Высотные отметки точек профиля пролёта : Табл.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Относительная координата | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| 74 | 59 | 85 | 86 | 85 | 78 | 61 | 54 | 67 | 84 | 100 |

Параметры тропосферы: Табл.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вертикальный градиент, | Стандартное отклонение, | Номер климатического района |
| -10 | 9,0 | 2 |

Основные технические параметры ЦРРС: Табл.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип оборудования | Диапазон частот, ГГц. | Мощность сигнала на выходе прд, дБВт. | Пороговый уровень сигнала, дБВт | Разнос частот между стволами, МГц | Диаметр антенны, м. |
| Пихта-2М | 2 | -5 | -124 | 29 | 2,08 |

Содержание

[2. Краткая характеристика системы "Пихта 2М"](#_Toc269803943)

[3. Разработка структурной схемы оконечной станции](#_Toc269803944)

[4. Определение оптимальных высот подвеса антенн на пролётах ЦРРЛ](#_Toc269803945)

[5. Расчёт устойчивости связи на ЦРРЛ с учётом резервирования](#_Toc269803946)

[Список литературы](#_Toc269803947)

## 1. Определение числа пролётов ЦРРЛ, расчёт длин, составление структурной схемы РРЛ

Исходя из заданной протяжённости ЦРРЛ  и длины пролёта , определим количество пролётов:

;

Т.о. получается четыре пролёта по 50 км. И один пролёт длиной 40 км.

Известно, что одновременная работа многих радиосредств на станциях и на линиях в целом возможна при устранении взаимовлияния между ними. С этой целью созданы частотные планы - планы распределения на РРЛ частот передачи, приёма и гетеродинов. Для дуплексного режима можно обойтись двумя рабочими частотами. Особенностью здесь является то, что оба передатчика на промежуточных станциях работают на одинаковых частотах. Тоже самое относится и к приёмникам этих станций. И в том, и в другом направлениях связи сообщения передаются так, что на одном пролёте используется одна рабочая частота, а на соседнем пролёте - другая.

При излучении и приёме электромагнитных колебаний применяются антенны, которые не обладают идеальной направленностью. Поэтому существует возможность попадания сигнала в приёмную антенну от двух передатчиков. Во избежание подобных ситуаций на РРЛ применяют для разных направлений связи волны с различным типом поляризации; при размещении станций по трассе используют принцип зигзагообразности. При этом приёмо-передающие станции располагаются под некотором углом друг к другу. Составим структурную схему РРЛ, заданной в задании (рис.1).

ПРС-2 ПРС-4

ОРС-6

50км 50км 50км 50км

40км

ОРС-1 ПРС-3 ПРС-5

Рис.1. Структурная схема РРЛ.

Станции РРЛ при реальном проектировании располагают вдоль дорог с целью создания удобных подъездных путей для ремонтных бригад. Место установки станций РРЛ выбирают с учётом геодезических замеров высот местности, т.е. устанавливают на высоких точках. При выборе места установки промежуточных станций учитывают близость населённых пунктов, дабы была возможность ввода-вывода информации в РРЛ.

## 2. Краткая характеристика системы "Пихта 2М"

Диапазон частот 1,7...2,1 ГГц Вид манипуляции ОФМ Скорость передачи 2,048 Мбит/с Число телефонных каналов 30 Мощность передатчика 400 мВт Коэффициент шума приемника 5,5 дБ Полоса пропускания приемника 4 МГц Уровень мощности сигнала на выходе приемника при Рош=0,01: - 124дБВт

## 3. Разработка структурной схемы оконечной станции

Структурная схема оконечной радиорелейной станции, с конфигурацией системы 1+1 и с учётом вида модуляции 2-ОФМ, представлена на рис.2.

Ист-к

АЦП

ОВГ

СЛ

ФН

Мд

Рег.

ПК2

Скрем.

Уст.

Совм.

ПК1

ФСл

Прд

Прд

Рез.

Прм

БП

ДО

Рег.

ЛЗ

Дескрем.

ПК3

СЛ

ПК4

ОВГ

ЦАП

Получатель

Рис.2 Структурная схема оконечной станции.

## 4. Определение оптимальных высот подвеса антенн на пролётах ЦРРЛ

Оптимальные высоты подвеса определяют, добиваясь наибольшей возможной в данных условиях устойчивой связи. Наличие оптимума связано с различным влиянием высот подвеса антенн на составляющие устойчивости связи.

Выполним построение профиля пролёта, предварительно рассчитав линию условного нулевого уровня:

;

где  - длина пролёта;

 - геометрический радиус Земли;

 - текущая относительная координата заданной точки;

 - расстояние до текущей точки.

Профиль пролёта можно получить, прибавляя к высоте условного нулевого уровня высотные отметки  из табл.1: ;

Произведём расчёт профиля интервала и результаты занесём в табл.4:

Табл.4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| , м | 0 | 18 | 31 | 41 | 47 | 49 | 47 | 41 | 31 | 18 | 0 |
| , м | 74 | 59 | 85 | 86 | 85 | 78 | 61 | 54 | 67 | 84 | 100 |
| , м | 74 | 77 | 116 | 127 | 132 | 127 | 108 | 95 | 98 | 102 | 100 |

Профиль пролёта представлен на рис.1:



r

Рис.1. Профиль пролёта.

Определим величину просвета :

;

где  - величина просвета без учёта рефракции радиоволн,  - критический просвет,

;

где  - длина пролёта;

 - рабочая длина волны,

 - относительная координата наивысшей точки профиля пролёта,  - приращение просвета, обусловленное явлением рефракции и определяемое как:

;

где  - среднее значение вертикального градиента диэлектрической проницаемости тропосферы.

Подставим значения и произведём расчёты:

;

;

;

Высоты подвеса антенн h1 и h2 получают графическим методом, откладывая величину  вверх от наивысшей точки профиля и соединяя антенны прямой линией. В данном случае высоты подвеса антенн будут различны, т.е.

h1= , а

h2=.

Зная высоты подвеса антенн, рассчитаем КПД антенно-фидерного тракта для каждой антенны по формуле:

;

где  - общее затухание тракта, складывающееся из затухания сосредоточенных элементов (принять = 3дБ), и затухания волновода. Затухание волновода находят, зная длину волновода (принять =0,05 дБ/м).

Вычислим общее затухание для h1:

;

Вычислим общее затухание для h2:

;

Определим КПД антенно-фидерного тракта для высоты h1=67,5м.:



Определим КПД антенно-фидерного тракта для высоты h2=41,5м.:



Расчёт минимально-допустимого множителя ослабления . Для этого воспользуемся формулой:

;

где  - пороговая мощность сигнала на входе приёмника;

 - мощность сигнала на выходе передатчика;

 - затухание сигнала в свободном пространстве;

;

 - коэффициенты усиления передающей и приёмной антенн, дБ.

Величину G рассчитаем по формуле:

;

где S =3,4 мІ- площадь раскрыва антенны;

 - длина волны;

 - коэффициент использования поверхности раскрыва антенны.



Определим коэффициенты усиления передающей и приёмной антенн.

; 

Рассчитаем множитель ослабления:



Рассчитаем величину , характеризующую суммарную устойчивость связи на пролёте ЦРРЛ. В общем случае:

;

где  - процент времени, в течение которого множитель ослабления меньше минимально-допустимого за счёт экранирующего действия препятствий на пролёте РРЛ,

 - процент времени, в течение которого множитель ослабления меньше минимально-допустимого за счёт интерференции прямой волны и волн, отражённых от земной поверхности,

 - процент времени, в течение которого множитель ослабления меньше минимально-допустимого за счёт интерференции прямой волны и волны, отражённой от неоднородностей тропосферы,

 - процент времени, в течение которого множитель ослабления меньше минимально-допустимого за счёт деполяризационных явлений в тропосфере.

Расчёт составляющей :

Данная величина зависит от протяжённости интервала, длины волны, величины просвета, рельефа местности.  определяется в зависимости от параметра

;

Параметр А рассчитаем как:

;

где  - стандартное отклонение градиента диэлектрической проницаемости тропосферы;

 - длина волны;

 - относительная координата наивысшей точки профиля пролёта;

 - длина пролёта;

;

 - относительный просвет на пролёте при . Вычисляется по формуле:

;

 - относительный просвет, при котором V=Vmin= - 59,58 дБ. Эта величина находится из графика, приведённого на рис.2 в зависимости от параметра , характеризующего препятствие на пролёте:



Рис.2. Зависимость множителя ослабления от относительного просвета.

;

;

Значение параметра  определим графически из рис.1, отложив вниз от наивысшей точки профиля значение  и проведя прямую линию до пересечения с профилем.

;

Тогда

;

;

Определим относительный просвет:

;

По рис.2 графическим методом определим значение множителя ослабления:

;

;

По графику, представленному на рис.3, определим :

;



Рис.3 График для определения Т0.

Расчёт величины  будем производить по формуле:

;

где  - двумерная функция, определяемая по графику, приведённому на рис.4.

Величину Ф - коэффициент отражения от земной поверхности, в расчётах принимаем равным единице.

;

Подставим значения:

;



Рис.4. график для определения двумерной функции.

Расчёт величины .

При :

;

где  - параметр, учитывающий вероятность возникновения многолучевых замираний, обусловленных отражениями радиоволн от слоистых неоднородностей тропосферы с перепадом диэлектрической проницаемости воздуха .

Значения  представляются в%:

;

где Q=1 - климатический коэффициент;

R0=50 км. - длина пролёта;

F=2ГГц. - рабочая частота.

Подставим значения и произведём расчёт:

;

;

Расчёт величины .

Данную величину рассчитывают в том случае, если ЦРРЛ работает в диапазоне >8 ГГц. Потому, что длина волны становится сопоставима с размерами гидрометеоров и влияние последних на качество связи становится весьма ощутимым. Но т.к рассчитываемая ЦРРЛ работает в диапазоне 2 ГГц, то величину  рассчитывать не будем.

Рассчитаем величину :

;

Ожидаемая величина процента времени, в течение которого не выполняется норма на устойчивость связи на всей ЦРРЛ, рассчитаем по формуле:

;

где n=5 - число пролётов на линии.

;

Сравним полученное значение  с нормируемым значением:



Таким образом, норма на устойчивость связи для всей ЦРРЛ выполняется.

## 5. Расчёт устойчивости связи на ЦРРЛ с учётом резервирования

В данной системе применено поучастковое резервирование, т.е. частотно-разнесённый приём. При ЧРП предусматривается наличие резервного ствола, на который производится переключение в случае пропадания сигнала в одном из рабочих стволов. Неустойчивость связи на ЦРРЛ в пределах одного участка резервирования может быть рассчитана следующим образом:

;

где l =1 - число рабочих стволов на ЦРРЛ;

K=5 - число пролётов на участке резервирования;

Сf=1 - поправочный коэффициент, учитывающий корреляцию разнесённых сигналов.



Согласно табл.6 методических указаний , тогда



и требование на устойчивость связи на ЦРРЛ выполняется. Поэтому оптимизация высот подвеса антенн на пролётах ЦРРЛ не требуется.

Заключение.

В ходе выполнения курсовой работы были рассчитаны параметры ЦРРЛ на базе системы "Пихта-2М". Расчёты показали, что на заданной трассе с заданной длинной пролётов можно применить ЦРРЛ без проведения оптимизации высот антенн. Рассчитанные параметры качества связи удовлетворяют исходным техническим условиям трассы.

## Список литературы

1. Системы радиосвязи: Учебник для ВУЗов. Под редакцией Н.И. Калашникова. М.: Радио и связь, 1988. -352 стр.
2. Радиорелейные и спутниковые системы передачи: Учебник для ВУЗов. Под редакцией А.С. Немировского. М.: Радио и связь, 1986. -391 стр.
3. Носов В.И. Радиорелейные линии синхронной цифровой иерархии. Новосибирск, 2003. -159 стр.
4. Конспект лекций.