Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Курсовая работа по Спутниковым и Радиорелейным Системам Передачи

«Проектирование цифровой радиорелейной линии»

2010г.

Введение

Исходные данные

1. Характеристика аппаратуры «Радиус-15М»

2. Структурная схема РРЛ

3. План распределения частот

4. Построение профиля пролёта

5. Выбор высот подвеса антенн

6. Расчёт потерь, вносимых волноводным трактом(ВТ)

7. Расчёт минимально допустимого множителя ослабления

8. Проверочный расчёт устойчивости связи на ЦРРЛ

9. Расчёт уровней сигнала на пролётах

Заключение

Список литературы

# Введение

Одним из основных видов современной связи являются радиорелейные линии (РРЛ) прямой видимости, которые используются для передачи сигналов многоканальных телефонных сообщений, радиовещания и телевидения, телеграфных и фототелеграфных сигналов, передачи газетных полос. Все виды сообщений передаются по РРЛ на большие расстояния с высоким качеством и большой надёжностью. К достоинствам радиорелейной связи относится то, что удельные затраты с ростом числа каналов (более 60) убывают для радиорелейных систем быстрее, чем для кабельных. Стоимость эксплуатации РРСП с числом каналов выше 60 ниже, чем кабельных, кроме того, меньше расход цветных металлов, строительство требует меньше времени. В тех случаях, когда требуется осуществить быстрое развертывание сети передачи данных в районах с неразвитой связной инфраструктурой или при создании сетей передачи данных, обслуживающих подвижных абонентов, радиорелейной связи нет альтернативы. В курсовой работе приводится расчёт цифровой радиорелейной линии с учётом требуемых показателей качества.

# Исходные данные

Таблица 1. Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | № п/п |  | 16 |  |  |
| 2 | Аппаратура ЦРРЛ |  | Радиус – 15М, (1+1) |  |  |
| 3 | Частота f | ГГц |  |  |  |
| 4 | Трафик и вид модуляции |  | 2 – ОФМ , Е1 |  |  |
| 5 | Диаметр антенны | м | 0,6 |  |  |
| 6 | Коэффициент усиления G | дБ | 37 |  |  |
| 7 |  | дБВт (Вт) | -7 (0,2 ) |  |  |
| 8 |  | дБВт | -123 |  |  |
| 9 |  | 1/м | -10 |  |  |
| 10 |  | 1/м | 8 |  |  |
| 11 | LРРЛ | км | 130 |  |  |
| 12 | R0 | км | 44 |  |  |
| 13 | Сеть связи ВСС, Lэт | км | Внутризоновая, 200 | L , км  135 | R0 , км  45 |
| 14 | КНГ | % | 0,05 | 0,0325 | 0,011 |
| 15 | SESR | % | 0,012 | 0,0078 | 0,00264 |

# 

# Характеристика аппаратуры «Радиус-15М»

Аппаратура “Радиус-15М предназначена для организации как однопролетных, так и многопролетных радиорелейных линий связи на внутризоновых, местных и ведомственных сетях связи. Нижё представлены основные характеристики

* Диапазон частот 14,4…15,4 ГГц;
* Скорость передачи информации – 2,048, 8,448, 34,368 Мбит/с, либо от 1 до 16 потоков 2,048 Мбит/с.
* Конфигурация системы - "1+0", "1+1", "2+0".
* Диаметр антенн - 0,6 м; 1,25 м; 1,75 м.
* Максимальная длина пролёта в зависимости от скорости передаваемой информации и характера трассы составляет от 40 до 55 км.
* Мощность передатчика: -7 дБВт.
* Коэффициент системы: 116 дБВт
* Вид модуляции: 2 – ОФМ
* Электропитание: от сети постоянного тока с напряжением 24 - 72 В, либо от сети переменного тока с напряжением 154 - 266 В. Потребляемая мощность не более 40 Вт на один ствол.

Конструктивно, станция выполнена состоящей из двух основных частей: приемопередатчика, расположенного на антенне (аппаратура внешнего размещения), и базового блока, располагаемого в помещении (аппаратура внутреннего размещения) на расстоянии до 300 м от приемопередатчика. Соединение между собой осуществляется двумя коаксиальными кабелями по которым кроме сигналов приема и передачи, передаваемых на разных поднесущих, передается напряжение дистанционного питания АНР. Станция предназначена для круглосуточной работы в условиях интервала температур от -50°С до + 50°С и при ветровых нагрузках до 50 м/с.

Система телеобслуживания делится на 2 системы: телеуправления и телесигнализации (ТУ-ТС), которые позволяют организовать автоматизированный контроль за техническим состоянием аппаратуры станций. Кроме этого пользователю предоставляются дополнительные сервисные каналы (64 кбит/с) для служебных нужд.

# Структурная схема РРЛ

Произведем расчет коэффициента системы КС и коэффициента усиления антенны G

(1)



(2)



Задана РРЛ длиной L=130 км. Приведём расчёт числа пролётов и секций:

Число секций:

(3)



Число пролётов, с учётом длины пролёта



(4)



Структурная схема РРЛ представлена на рисунке 1



Рис. 1. Структурная схема РРЛ.

Определим КНГ и SESR с учетом наших длин РРЛ (LРРЛ) и пролета(R0):



3. План распределения частот

Приём и передача СВЧ сигналов на РРС производится на различных частотах во избежание возникновения паразитных связей между входом приёмника и выходом передатчика и между приёмными и передающими антеннами. Следовательно, для передачи сигналов по одному радиостволу в одном направлении связи необходимо использовать две частоты. Для передачи сигналов в обратном направлении могут быть использованы либо те же две частоты (двухчастотная система), либо две другие частоты (четырёхчастотная система). Применяются планы радиочастот, в которых частоты приёма размещаются в одной половине отведённой полосы частот, а частоты передачи – в другой половине.

Номинальные значения частот стволов в МГц определяется по формулам

(5)



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
|  | 14434 | 14462 | 14490 | 14518 | 14546 | 14574 | 14602 | 14630 | 14658 |

(6)



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
|  | 14896 | 14924 | 14952 | 14980 | 15008 | 15036 | 15064 | 15092 | 15120 |

Частотный план представлен на рисунке 2.

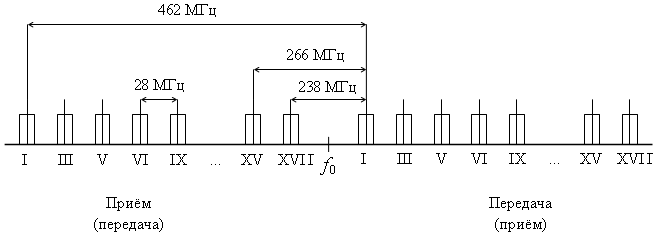


Рис.2. Частотный план

# 4. Построение профиля пролёта

Для построения профиля пролета рассчитаем линию условного нулевого уровня. Высоту текущей точки линии условного нулевого уровня находим по формуле:



где км - длина пролета;



км – геометрический радиус Земли;



- относительная координата текущей точки на оси пролета;



- расстояние до текущей точки.



(7)



От найденной линии нулевого уровня откладываем вертикально вверх высотные отметки профиля hi в точках Кi.

Результаты расчёта и высотные отметки профиля сведем в таблицу 2. Полученные точки высот профиля, соединяем ломаной линией. Далее изображаем лес протяженностью не более . Профиль представлен на рисунке 3.



Таблица 2. Данные для построения профиля пролета

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Высотные отметки профиля (в м) hi при значениях относительного коэффициента Ki=0…1 | | | | | | | | | | |
| 17 | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| 63 | 46 | 59 | 63 | 52 | 45 | 34 | 23 | 25 | 38 | 57 |
| нулевой уровень,м | 0 | 13,7 | 24,3 | 31,9 | 36,5 | 38 | 36,5 | 31,9 | 24,3 | 13,7 | 0 |

# 

# 5. Выбор высот подвеса антенн

Выбор высот подвеса антенн (h) определяется высотой просвета при нулевой рефракции Н(0), которая откладывается вертикально вверх от самой высокой точки профиля (вершины препятствия) и зависит от радиуса минимальной зоны Френеля H0. Через эту точку проводят линию, соединяющую центры антенн на станциях, ограничивающих пролёт. Желательно, чтобы высоты подвеса антенн удовлетворяли условию



В проекте предусмотрен расчёт пролётов первого типа. На пролётах первого типа - местность пересеченная (нет зеркального отражения от земли). Тогда радиус минимальной зоны Френеля найдем по формуле

(8)



где - длина пролета;



- рабочая длина волны;



- для наивысшей точки пролёта.



Соответственно, величину Н(0) определим согласно формуле

(9)



где - изменение просвета на пролёте за счёт атмосферной рефракции;



- для наивысшей точки пролёта;



- вертикальный градиент диэлектрической проницаемости воздуха;



- стандартное отклонение;



d=9м - средняя ошибка топографической карты. Для равнинно-холмистой местности и масштаба карты 1:105 значение средней ошибки d=9 м./4,c.11/;

На рисунке 3 откладываем от вершины препятствия (с учетом леса) вверх значение H(0) и проводим прямую линию, которая пересечет вертикальные линии на концах пролета. В точках пересечения будут находиться центры антенн, расположенных на станциях, ограничивающих пролет. Высоты подвеса антенн определяем графически.

Все необходимые построения выполнены на рисунке 3. После проведённых построений, получаем высоты подвеса антенн:



После определения высот подвеса антенн вычисляем реальный относительный просвет:

(10)



# 6. Расчёт потерь, вносимых волноводным трактом(ВТ)

Суммарные потери в одном ВТ, когда АНР размещается у антенны определяются формулой

- при конфигурации (1+1),



- при конфигурации (1+0)



где by - потери в сосредоточенных устройствах тракта (by =2..3 дБ). Далее в расчетах примем by=2,5.

# 

# 7. Расчёт минимально допустимого множителя ослабления

Минимально допустимым множителем ослабления называется отношение напряжённости в точке приёма к напряжённости в этой же точке в условиях открытого пространства.

Для ЦРРЛ значение определяется по следующей формуле:



(11)



где = -123 дБВт - пороговый уровень сигнала на входе приемника, при котором обеспечивается Рош=10-3;



= -7 дБВт – уровень мощности передатчика;



=2⋅G, дБ – суммарный коэффициент усиления антенн, используемых на пролете;



= 5 дБ – суммарные потери в двух волноводных трактах на пролете;



L0 – потери в открытом пространстве, определяемые формулой

(12)



где R0=44000 м – длина пролета;

λ=0,02 м – рабочая длина волны.

В «разах» значение минимально допустимого множителя ослабления определяется по формуле:



(13)



# 

# 8. Проверочный расчёт устойчивости связи на ЦРРЛ

Составляющая неустойчивости (SESR) на i-ом пролете ЦРРЛ за наихудший месяц в состоянии готовности ЦРРЛ рассчитывается

, % (14)



Коэффициент неготовности в условиях замираний на i-ом пролете ЦРРЛ за наихудший месяц определяется:

, % (15)



Так как на территории РФ явление субрефракции бывает только в летние месяцы (в степных районах), то часто можно считать, что =0 , =1 , =0 и расчет упрощается



, % (14)



, % (15)



где – процент времени, в течении которого величина коэффициента ошибок на выходе ЦРРЛ больше допустимой величины из-за интерференционных замираний на пролете;



– коэффициент готовности в условиях интерференционных замираний;



– коэффициент неготовности в условиях интерференционных замираний;



– процент времени, в течение которого величина коэффициента ошибок на выходе ЦРРЛ больше допустимой величины из-за гидрометеоров.



Для определения общей неустойчивости из-за интерференционных замираний необходимо рассчитать неустойчивость из-за «плоских» () и селективных () замираний. Соответственно:



(16)



(17)



Эффективное минимальное допустимое значение множителя ослабления рассчитываем по формуле:



(18)



где - запас на «селективные замирания



– пропускная способность ЦРРЛ, Мбит/с (см таблица 1);



– рабочая частота;



=3,2 – функция, зависящая от длины пролета и рабочей частоты /4,стр. 39, рис.4/;



- функция, зависящая от числа уровней и вида модуляции СВЧ сигнала. Согласно Таблице 1 имеем:



(19)



Согласно вышеизложенным расчетам, общая неустойчивость из-за интерференционных замираний равна сумме:

% (20)



Интенсивность дождя



)



Тогда составляющая неустойчивости



Определение коэффициента неготовности в условиях интерференционных замираний на пролетах ЦРРЛ за наихудший месяц осуществляют по зависимости от медианного значения длительности замираний и от стандартного отклонения распределения длительности замираний



Усредненное значение величины =4,855 дБ определяем согласно



().



(21)



где R0=44 км – длина пролета;

- реальный относительный просвет, рассчитанный при выборе высот подвеса антенн.



С учетом , =78 /4,стр. 40, рис. 5/. Тогда значение величины длительности замираний найдем по формуле:



(22)



С учетом найденных величин и находим значение коэффициента неготовности в «разах»:



= 0,08



Отсюда, коэффициент готовности



Используя все вышеизложенные рассчитанные величины, определим и для каждого пролета



(23)



(24)



Сравнивая полученные результаты с нормами, рассчитанными для длины пролета R0=44 км (стр. 6) видно, что удовлетворяет нормам, а - нет. Найдем суммарный процент неустойчивости связи на секции с учетом резервного ствола



(25)



# 9. Расчёт уровней сигнала на пролётах

Для пролёта предельной длины заданной аппаратуры ЦРРЛ строим диаграмму уровней. Расчёт уровней сигналов (в дБ) ведётся для точек тракта, указанных на рисунке 4. Считаем, что на линии используются одинаковые передатчики (Пд) и приёмники (Пм). Уровни сигналов в точках 4, 5, 6 схемы подсчитываем и отмечаем на диаграмме для значения множителя ослабления V=Vmin для открытых пролётов.



- множитель ослабления для случая, когда линия прямой видимости касается препятствия, дБ



;



Ниже приведены формулы и расчёт уровней сигналов в точках тракта.

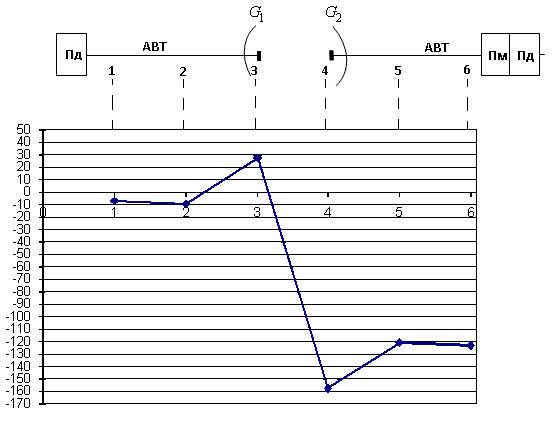


Рис.4 Диаграмма уровней

# Заключение

В результате выполнения курсовой работы была спроектирована цифровая радиорелейная линия связи, отвечающая заданным требованиям надёжности.

Была приведена краткая характеристика аппаратуры Радиус-15М, с планом распределения частот.

Для заданной длины РРЛ представлены структурные схемы оконечной станции и РРЛ в целом, определено число секций и число пролётов в секции, рассчитан и представлен профиль пролёта. Для представленного профиля определены высоты подвеса антенн и рассчитана устойчивость связи проектируемой РРЛ.

Рассчитана и представлена диаграмма уровней сигнала на пролёте.

# Список литературы

1. Справочник по радиорелейной связи. Под ред. С.В. Бородича. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1981.-416с., ил.
2. Мордухович Л.Г. Радиорелейные линии связи. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие для техникумов. –М.: Радио и связь,1989. 160с.: ил.
3. Радиорелейные и спутниковые системы передачи: Учебник для вузов. Под ред. А.С. Немировского. - М.: Радио и связь, 1986.-392с.: ил.
4. Методическая разработка к курсовому проектированию Цифровые радиорелейные линии. Самара 2008.-42с.