Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.396.4

Сташенко
Илья Сергеевич

Учет отражений радиоволны от подстилающей поверхности при прогнозировании качества РРЛ

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологий

по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии»

_____

Научный руководитель

Горбачев Константин Леонидович

кандидат технических наук, доцент

_____

Минск 2019

Нормоконтроль

_____

_____

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Радиорелейные линии связи являются одной из наиболее масштабных прогрессивных сетей передачи, приема и обработки данных во всем мире. Радиорелейные линии связи нашли применение при организации каналов связи телевизионного и радиовещания, передача телеметрической информации, в военной отрасли. В последние годы с развитием сотовой связи современные радиорелейные линии обеспечивают передачу больших объемов информации от базовых станций 3*G*, 4*G*, 5*G* к основным элементам опорной сети сотовой связи.

При разработке современных систем передачи информации встает проблема обеспечения надежной связи в условиях различных помех, многолучевого распространения радиоволн.

Прогнозирование параметров качества перед установкой оборудования занимает очень важный этап. Наиболее современные и достаточно точные методики прогнозирования показателей качества РРЛ излагаются в рекомендациях МСЭ-*R*. Однако в данной методике отсутствует учет потерь распространения радиоволн за счет отражения от поверхности Земли.

Не получили внимание в рекомендациях МСЭ-*R* дифракционные замирания, обусловленные закрытостью трассы наземными препятствиями при неблагоприятном распространении радиоволн.

Целью работы является разработать методику учета влияния подстилающей поверхности при распространении радиоволн. Разработать методику прогнозирования параметров качества по ошибкам радиолинии с учетом отражения от подстилающей поверхности.

Для достижения данных целей необходимо в полной мере изучить понятие рефракции и ее влияние на процесс распространения радиоволны.

ОБЩАЯ ХАРАКЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью диссертации является разработка методов влияния подстилающей поверхности на распространение радиоволн.

Задачи исследования:

– определить частотные диапазоны, используемые при работе современных радиорелейных линий;

– построить теоретическую модель распространения радиоволн в условиях свободного пространства и в реальных условиях;

– разработать методику оценки влияния градиента диэлектрической проницаемости воздуха;

– произвести расчет рельефа местности для определения типа трассы;

– разработать методику расчета множителя ослабления на трассах с учетом коэффициента отражения от земной поверхности, зависящей от характера рельефа;

– исследование коэффициентов отражения при вертикальной и горизонтальной поляризации при различных видах подстилающей поверхности;

– произвести расчет зон Френеля для падающей волны;

– разработать метод прогнозирования параметров качества по ошибкам радиолинии с учетом отражения радиоволны от подстилающей поверхности на основе определения селективной и не селективной составляющей замираний.

Объект исследований: рефракция радиоволн.

Предмет исследований: факторы, влияющие на распространении радиоволны в пространстве, изменение ее траектории, ослабление, области распространения.

Область исследований диссертационной работы соответствует стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии».

Научная новизна диссертационной работы заключается в исследовании коэффициента отражения при различных видах поляризации, основанном на изменении относительной комплексной диэлектрической проницаемости. Также разработан метод прогнозирования параметров качества по ошибкам радиолинии с учетом отражения от подстилающей поверхности, основанном на вычислении вероятности сбоев из-за селективной и неселективной составляющих замираний.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что на основе предложенных методов оценки влияния рефракции на распространение радиоволн возможно проведение более точного прогнозирования качества радиорелейных трас. Полученные данные можно использовать при выборе антенно-передающей системы при проектировании линии. Разрабатывать способы борьбы с замираниями благодаря определению показателей качества по ошибкам.

Публикации:

основные положения работы и некоторые результаты диссертации изложены в двух опубликованных работах в научно-техническом журнале общим объемом 10 печатных листов.

Объем и структура диссертации:

общий объем диссертации составляет 58 страниц, включая 15 иллюстраций, 3 таблицы, 105 формул, список использованной литературы из 22 источников.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении и актуальности темы диссертации показано, какие проблемы существуют на данный момент в исследуемой теме, ее актуальность и необходимость проведении исследований в данном направлении.

В главе 1 описываются частотные диапазоны, используемые РРЛ, определены модели распространения радиоволн в условиях свободного пространства и в реальных условиях. Произведено разделение сред распространения земных волн на диэлектрики и проводники исходя из соотношений плотностей токов и токов проводимости.

В главе 2 изучается рефракция радиоволн, определяется практическая формула коэффициента рефракции. Исследование влияния диэлектрической проницаемости на коэффициент отражения, а также учет рельефа местности. Проводится анализ и сравнение коэффициентов отражения для разных видов поляризации при различных условиях среды.

В главе 3 проводится объяснение расчета зон Френеля и связанных понятий.

В главе 4 разрабатывается методика прогнозирования параметров качества радиолинии по ошибкам на основе селективных и не селективных составляющих замираний.

На основе полученных результатов делается их анализ. По итогам проведенной работы делается заключение.

ВЫВОДЫ

Задачами данной работы было исследовать отражение подстилающей поверхности при прогнозировании качества радиорелейной линии. Провести исследование коэффициентов отражения для горизонтальной и вертикальной поляризации для различных параметров окружающей среды. На основании полученных результатов предложить методику учета отражения радиоволны от подстилающей поверхности.

Для выполнения поставленных задач был изучен процесс распространение радиоволн в пространстве, ослабление при приеме сигналов, влияние эквивалентного радиуса Земли, произведен учет рельефа местности, на которой расположены приемные и передающие антенны. Изучено влияние диэлектрической проницаемости на коэффициент отражения падающей волны при различных видах поляризации.

Произведена классификация трасс в зависимости от значения просвета. Выявлено, что на формирование поля в местах приема влияет некоторая существенная область пространства – эллипсоидом вращения с фокусами в точках передачи и приема.

Рассчитан множитель ослабления на открытых трассах, основанный на модуле коэффициента отражения от земной поверхности, зависящий от характера рельефа местности и угла скольжения. Получены формулы для расчета ослабления при одной отраженной волне. Определен множитель ослабления при малых углах скольжения. Определены условия появления интерференционных максимумов – просветы соответствуют радиусам четных зон Френеля.

Разработана методика прогнозирования параметров качества по ошибкам радиолинии с учетом отражения от подстилающей поверхности. Основывается на определение селективной и не селективной составляющей замираний. Изучена зависимость неселективной составляющей от геоклиматического коэффициента. Определено, что для аналоговых систем энергетический запас на замирания будет улучшать характеристики системы из-за уменьше-

ния влияния теплового шума. Для цифровых систем – замирания носят частотно-избирательный характер. Исходя из этого, можно определять способы борьбы с замираниями, провести подбор типа антенны для радиолинии.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Сташенко И.С. Замирание сигналов при дальнем тропосферном распространении УКВ. / И.С. Сташенко, К.Л. Горбачев, Н.В. Шалесная // научно-технический журнал «Студенческий» № 19(63), секция «Радиотехника, электроника».

2. Сташенко И.С. Концепция расчета потерь передачи радиолинии. / И.С. Сташенко, К.Л. Горбачев, Н.В. Шалесная // научно-технический журнал «Студенческий» № 19(63), секция «Телекоммуникаций».