**СОДЕРЖАНИЕ**

[Введение 3](#_Toc484495478)

[1 МОДЕЛИ ПРЕДСКАЗАНИЯ УРОВНЯ ПРИНИМАЕМОГО РАДИОСИГНАЛА ОКАМУРЫ 5](#_Toc484495479)

[2 МОДЕЛЬ ОКАМУРЫ – ХАТА 15](#_Toc484495480)

[3 МОДЕЛИ ЛИ 17](#_Toc484495481)

[3.1 Модель Ли «от зоны к зоне» 17](#_Toc484495482)

[3.2 Модель Ли «от точки к точке» 21](#_Toc484495483)

[Заключение 23](#_Toc484495484)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 24](#_Toc484495485)

# **Введение**

Существует ряд моделей для прогнозирования уровня радиосигнала в системах подвижной радиосвязи. В городских условиях практически нет прямой видимости между антеннами базовой станции (БС) и абонентской станции (АС), и мощность принятого сигнала оказывается значительно ниже, чем в свободном пространстве. Дополнительное ослабление в городе на частоте *900 МГц* в среднем составляет *20...30 дБ* при протяжённости трассы *1....10 км.* Это ослабление вызвано в основном отражением и рассеиванием энергии сигнала на крупных строениях.

Рельеф местности существенно влияет на уровень сигнала. Известны два основных метода для учёта его влияния: детерминированный и статический. Первый позволяет рассчитать множитель ослабления по конкретному профилю пролёта. Он широко используется для энергетических расчётов в линиях связи по схеме «от точки к точке», например, в радиолинейных линиях. В этом случае медианное значение мощности сигнала в точке приёма – это то, которое превышается в течение 50% времени наблюдения (например, месяца). В сотовых системах, где БС должна обеспечить связь на территории соты, часто применяют статический метод, при котором параметры рельефа (высота препятствий, их форма и взаимное расположение, наклон местности и т.п.) считаются случайными величинами. Характер рельефа местности в соте оценивают параметрами, усреднёнными на участках трассы протяжённостью *5....10 км.*

Высота подъема передающей антенны прежде всего связана с зоной радиовидимости, определяемой по формуле:

$$R\_{м[км]}=4,12∙\left(\sqrt{H\_{\left[м\right]}}+\sqrt{h\_{\left[м\right]}}\right) (1)$$

Отметим, что правильный расчет эффективной высоты подъема антенны БС (*heff*, см. рис.1) играет очень важную роль при расчете зоны покрытия, и она зависит как от физической высоты установки над уровнем моря (*hn*), так и от усредненной высоты местности в зоне приема (*hm*), т.е.

$$h\_{eff}=h\_{n}-h\_{m} (2)$$

При этом усредненная высота местности рассчитывается по множеству точек, как среднеарифметическое значение, т.е.

$$h\_{m}=\frac{\sum\_{i=0}^{N}h\_{i}}{N} (3)$$

Рекомендуемое число точек отсчета – не менее 140.



Рисунок 1 – К расчет эффективной высоты подъема антенны БС

Именно от высоты установки передающей антенны в значительной степени зависит напряженность электромагнитного поля, что хорошо можно видеть из формулы. Из модифицированной формулы, полученной к.т.н. Песковым С.Н.:

$$E\_{dBμV}=50,6+10lgP\_{пер\left[кВт\right]}+G\_{\left[dB\right]}-40lgf\_{\left[МГц\right]}+20lgH\_{\left[м\right]}+20lgh\_{\left[м\right]}-$$

$$-\sqrt{\frac{H}{h}}10lg\left(1+\frac{R}{R\_{м}}\right)+10lg\left(\sqrt{\frac{600}{f}}\right) (4)$$

наглядно видно, что увеличение высоты подъема приемной антенны *h* эквивалентно увеличению зоны покрытия при фиксированной мощности передатчика. Из формулы 4 можно заметить, что б*о*льший эффект все-таки вносит высота подвеса передающей антенны *Н* за счет множителя *H/h*.

 Цель курсовой работы состоит в исследовании влияния рельефа местности на расчет эффективной высоты подъема антенны БС.

Для достижения поставленной цели необходимо рассмотреть модели предсказания уровня принимаемого радиосигнала и провести их зависимость от рельефа и высоты подъема антенны БС.

1. **МОДЕЛИ ПРЕДСКАЗАНИЯ УРОВНЯ ПРИНИМАЕМОГО РАДИОСИГНАЛА ОКАМУРЫ**

Модель Окамуры основана на экспериментальных результатах, полученных Окамурой. Сначала определяется ослабление сигнала при распространении для квазигладкой местности. Трасса протяженностью несколько километров, на которой средняя высота неровностей не превышает *20 м,* определена в модели Окамуры как «квазигладкая».

В модели Окамуры приняты базовые значения высоты антенны АС  и эффективной высоты антенны БС , причём последняя определяется над средним уровнем квазигладкой поверхности. Для квазигладкой местности уровень УММС будет следующим:

 (1.1)

где - усреднённое медианное значение уровня мощности;

- дополнительное ослабление сигнала в городе (медианное значение), определённое для квазигладкого городского района при базовых высотах антенн БС и АС;

- коэффициент “высота – усиление антенны БС”, учитывающий, что высота антенны БС может отличаться от значения *200 м;*

 - коэффициент “высота – усиление антенны АС”, учитывающий влияние реальной высоты антенны АС.

Уровень мощности сигнала  может быть рассчитан по следующей формуле:

 (1.2)

где  - уровень мощности передатчика;

 - коэффициенты усиления передающей и приёмной антенны соответственно, выраженный в децибелах;

 - потери в фидере передающей и приёмной антенны соответственно;

 - ослабление свободного пространства,

где  - протяжённость трассы;

 - рабочая длина волны.

Все остальные величины () Окамура получил экспериментально, и они представлены в литературе в виде графиков. Дополнительное ослабление сигнала в городе  показано графически на рисунке 1.1



Рисунок 1.1 – Медианное ослабление сигнала на городских трассах

протяжённостью *r*

Экспериментально установлено, что влияние высоты антенны БС зависит от расстояния между АС и БС и практически не зависит от частоты в диапазоне 200…*2000 МГц.* На рисунке 1.2 номера кривых соответствуют трассам:

 1 - 

 2 - 

 3 - 

 4 - 

 5 - 

 6 - 

 7 - 

 8 - 

 9 - 

 10 - 

При  мощность принимаемого сигнала изменяется пропорционально квадрату высоты антенны, а при  - пропорционально кубу высоты, так что

  при  (1.3)

  при  (1.4)



Рисунок 1.2 – Коэффициент “высота – усиление БС”

При  уровень сигнала на входе приёмника определяет дифракционная составляющая электромагнитного поля. При этом чем выше установлены антенны БС, тем больше уровень принимаемого сигнала. Как правило, высота антенны БС составляет десятки – сотни метров, высота антенны АС – несколько метров. На практике дальность радиогоризонта равна примерно *25 км* и *50 км* при высоте антенны БС соответственно *50 м* и *200 м.*

Экспериментально установлено (рисунок 1.3), что влияние высоты антенны АС не зависит от протяжённости трассы, поскольку эти антенны расположены ниже уровня городской застройки. На рисунке 1.3 номера кривых соответствуют:

 1 – крупный город;

 2 – средний город при 

 3 – средний город при 

Кроме того, при  влияние антенны АС одинаково на всех частотах и не зависит от характера застройки.

Экспериментальные данные позволяют записать следующее выражение:

  (1.5)

При установке антенны АС выше трёх метров значение коэффициента  становится зависимым от характера застройки. Для среднего города этот коэффициент зависит от частоты. При  для среднего города имеем:

  при  (1.6)

  при  (1.7)

Для крупных городов коэффициент «высота – усиление антенны АС», не зависит от частоты и при  остаётся справедливым соотношение (1.5).

Модель Окамуры позволяет для местности, которая не относится к квазигладкой, введением поправочных коэффициентов в (1.1), рассчитывать ожидаемый уровень медианной мощности сигнала с учётом характера местности:

 (1.8)

где  - уровень усреднённой медианной мощности сигнала;

- поправочный коэффициент для пригородной зоны и открытой

местности;

 - поправочный коэффициент для трассы с наклоном;

 - поправочный коэффициент для участка «земля – море»;

 - поправочный коэффициент для холмистой местности.

В пригородной зоне потери сигнала при распространении меньше, чем в городе, поскольку в ней ниже здания и меньше препятствий. Как установил Окамура, эти потери уменьшаются с ростом частоты, то есть коэффициент  растёт. Его значение можно определить по таблице 1.1.



Рисунок 1.3 – Коэффициент «высота – усиление АС»

Таблица 1.1

Определение коэффициента 



Под трассами с наклоном подразумевают трассы, на которых рельеф плавно понижается (или повышается) на расстоянии *5 км* и более. Для неё определяют средний угол наклона *Y* (рисунок 1.4, а).



Рисунок 1.4 – К определению угла наклона местности

Угол считается отрицательным, если АС расположена на нижнем участке трассы (рисунок 1.4, б). В этом случае дополнительный рост или потери мощности сигнала при его распространении нужно учитывать с помощью коэффициента  (рисунок 1.5). На рисунке 1.5 номера кривых соответствуют:

1 - 

2 - 

3 - 



Рисунок 1.5 – Коэффициент, учитывающий влияние наклона местности

Мощность сигнала возрастает, если трасса пересекает водную поверхность.

Коэффициент  зависит от отношения , где  - протяжённость трассы над водой.

Кривая *1* на рисунке 1.6 определяет  для случая, когда водная поверхность ближе к приёмной станции, кривая *2* – к передающей.



Рисунок 1.6 – Коэффициент «земля – море»

При распространении сигнала над холмистой поверхностью потери распространения увеличиваются по сравнению со случаем квазигладкой местности.

Значение  (рисунок 1.7, б) зависит от  - средней высоты неровностей, которая может быть определена по рисунку 1.7,а как разность между высотами  и .

Здесь  и  - значения высот местности на трассе протяжённостью около *10 км*, превышаемые в *90%* и *10%* точек профиля соответственно.



Рисунок 1.7 – К оценке влияния холмистой поверхности:

а – к оценке поверхности, б – поправочный коэффициент для АС (1 – у вершины холма; 2 – промежуточное положение; 3 – у основания холма)

Значения  определяют по таблице 1.2. Условие квазигладкой местности нарушается при 

Таблица 1.2

Определение значения 



*Влияние расстояния.* В общем случае при удалении АС и БС мощность сигнала, принятого на АС, уменьшается по следующему закону:

  (1.9)

где  (1.10)

- показатель затухания;

 - эталонная длина трасы;

.

Для свободного пространства . В городских условиях ослабление сигнала гораздо больше, и показатель затухания, полученный на основании обработки результатов измерений Окамуры, зависит от расстояния до АС и высоты антенны БС, как показано на рисунке 1.8.

Если расстояние между БС и АС не превышает *15 км*, то показатель степени  при малой высоте антенны БС; при больших высотах , то есть приближается к значению для свободного пространства. Если же  то уровень сигнала резко падает с увеличением расстояния.



1 - 

2 - 

Рисунок 1.8 – Показатель затухания:

В большинстве задач принимают  в условиях городской застройки. В этом случае вместо (1.9) запишем для УММС:

  (1.11)

где  (1.12)

- медианная мощность сигнала на расстоянии *1 км* от БС, которую можно рассчитать по (1.1) и (1.10), либо (1.8) и (1.10);

 - расстояние между БС и АС, выраженное в километрах.

*Влияние рабочей частоты*. Сигнал в городе испытывает большое ослабление, чем в свободном пространстве. С ростом рабочей частоты эта тенденция усиливается. В данной задаче удобно представить УММС как

 (1.13)

где  - коэффициент пропорциональности, значение которого можно определить при энергетическом расчёте аналогично ;

m – показатель, установленный экспериментальным путём.

Для свободного пространства . В остальных случаях он определяется по рисунку 1.9, где кривые *1-3* были получены при разных значениях частоты:

 1 – при 

 2 – при 

 3 – при 

При  значение *m* практически определяет частота, при  ослабление сигнала с ростом частоты увеличивается и зависит от 

Экспериментальные результаты Окамуры распространяются на диапазон расстояний *1...100 км* и диапазон частот от *100 МГц* до *3 ГГц.*



Рисунок 1.9 – К определению показателя *m*

1. **МОДЕЛЬ ОКАМУРЫ – ХАТА**

Результаты экспериментальных измерений Окамуры положены в основу модели Хата. Эмпирические зависимости, используемые в модели Окамуры в виде графиков, в этой модели представлены в виде аппроксимирующих их формул. Согласно этой модели вместо (1.1) представим уровень УММС как:

  (2.1)

где  - суммарное ослабление радиосигнала при распространении для модели Хата при статическом учёте параметров местности ( выражено в децибелах,  - в километрах):

для города:

 (2.2)

для пригородной зоны:

  (2.3)

для открытой местности:

  (2.4)

Здесь аппроксимирующие коэффициенты:

;

;

;

,

где  - параметр, учитывающий влияние высоты антенны АС.

Для крупных городов параметр  слабо зависит от частоты однако используются две аппроксимирующие формулы:

  при ;

  при .

Для средних и малых городов параметр  зависит от частоты:



В формулах для аппроксимирующих коэффициентов принято:

  - частота излучения БС, МГц;

  и  - высоты установки антенн БС и АС, м.

Модель Хата применяют при изменении значений параметров в пределах, указанных в таблице 2.1.

Область использования модели Хата меньше области использования модели Окамуры. Аппроксимирующие выражения по модели Хата совпадают с результатами Окамуры с точностью до *1 дБ* в пределах основной области и с меньшей точностью в пределах расширенной области.

 Для предсказания уровня сигнала на трассах короче *1 км* существуют другие модели.

Таблица 2.1

Пределы изменений значений параметров по модели Хата



1. **МОДЕЛИ ЛИ**
	1. **Модель Ли «от зоны к зоне»**

В моделях Ли местность классифицируют по следующим признакам:

1. по инфраструктуре, сформированной человеком (характер застройки): открытая территория, пригородная зона, городская застройка;

2. по естественным свойствам (характер трассы): гладкая, холмистая, трасса над водной поверхностью, трасса через лиственные леса.

Модель Ли “от зоны к зоне” создана на основании анализа результатов измерений уровня сигнала (локального среднего), опубликованных разными авторами для зон с различным характером застройки. Согласно этой модели, на входе приёмника АС уровень УММС будет следующим:

  (3.1)

где  - протяжённость трассы, выраженная в милях *(1 миля = 1.6 км)*;

 - уровень УММС в точке, отстоящей от БС на *1 милю,* измеренный при стандартных энергетических параметрах аппаратуры;

 - наклон кривой потерь распространения, дБ/декада, который численно равен ослаблению сигнала при увеличении длины трассы в *10* раз;

 - поправочные коэффициенты; вводятся в случае, когда технические параметры радиоинтерфейса отличаются от стандартных параметров модели (таблица 2.1).

Таким образом, в основе модели Ли лежат два экспериментальных параметра модели:  и , определённые при стандартных значениях энергетических параметров аппаратуры. Стандартные значения энергетических параметров аппаратуры модели даны в таблице 3.1.

Для определения параметров модели использованы результаты измерений мощности сигнала на разных трассах (рисунок 3.1), полученные при стандартных значениях энергетических параметров аппаратуры, указанных в таблице 3.1. Измерения выполнены для диапазона частот стандарта AMPS. Параметры для модели Ли для различных трасс приведены в таблице 3.2.



Рисунок 3.1 – Измерение уровня УММС по Ли

Таблица 3.1

Стандартные значения энергетических параметров аппаратуры модели Ли



Таблица 3.2

Параметры модели Ли для различных трасс



Вычислим поправочные коэффициенты, записанные в таблице 3.1:

  (3.2)

  (3.3)

При подстановке в (3.1) протяжённости трассы, выраженной в километрах, следует внести поправку:

  (3.4)

Подставив выражения (3.2), (3.3) и (3.4) в (3.1), получаем:

 (3.5)

  (3.6)

Определим по таблице 1.5 параметры трассы «типовая пригородная» и по (3.6) уровень мощности сигнала на расстоянии *1 км* от БС:

  (3.7)

Подставив полученное значение (3.7) и в выражение (3.5), получим следующее:

  (3.8)

Окончательно в модели Ли для трассы «типовая пригородная» принят наклон и указана контрольная точка , в которой принят уровень мощности сигнала *-100 дБм*. Расчётная формула для трассы “типовая пригородная” имеет следующий вид:

  (3.9)

где  - уровень мощности сигнала на расстоянии *1 км* от БС при стандартных условиях, дБм;

 - учитывает влияние сформированной структуры (для трассы “типовая пригородная”);

 - фактор “высота – усиление антенны БС”, учитывающий влияние профиля трассы;

 - фактор, учитывающий отклонение технических параметров от стандартных.

*Зависимость от расстояния.* Для трассы “типовая пригородная” (3.9) представляют в виде

  (3.10)

где  - уровень мощности сигнала в точке приёма на расстоянии *1 км* от БС.

Соответствующая мощность сигнала выглядит следующим образом: .

Мощность сигнала в точке приёма на трассе “типовая пригородная”, выраженная в милливаттах,

  (3.11)

Аналогично (3.11) можно записать выражение для мощности сигнала в точке приёма на трассе любого типа:

  (3.12)

где  - мощность сигнала в точке приёма на расстоянии *1 км* от БС, для трассы с заданным (Z) типом застройки;

 - показатель затухания, зависящий от типа застройки.

При расчёте реальных трасс следует сравнить рассматриваемую территорию с подходящей структурой в таблице 3.2. Поскольку все пригородные зоны похожи, то для них используют (3.9). Для городов показатели затухания существенно отличаются. Так, для Токио , а для центральной части Нью-Йорка . В модели Ли указано, что в случае необходимости для конкретных трасс могут быть проведены достаточно простые измерения уровня сигнала на расстоянии *1 миля* и *10 миль* от БС. В каждой точке должно быть выполнено по *5 – 7* измерений и их результаты усреднены. Локальные средние значения могут быть подставлены в (3.1).

Сопоставив (3.12) и (1.11), отметим, что совпали законы зависимости мощности принимаемого сигнала от протяжённости трассы, полученные в модели Окамуры и в модели Ли.

* 1. **Модель Ли «от точки к точке»**

Модель Ли «от точки к точке» позволяет предска­зать уровень сигнала с учетом профиля трассы (рельефа и пара­метров застройки). При этом предлагается разделять трассы по профилю рельефа местности на открытые и закрытые, подобно тому как это делают для трасс РРЛ.

Для модели «от точки к точке» эффективная высота ан­тенны БС зависит от рельефа трассы и может изменяться при движении АС.

*Влияние городской инфраструктуры.* На уровень сигнала влияет плотность застройки. При плотной застройке уровень сигна­ла снижается. При плотной застройке различают варианты:

1. прямая видимость между антеннами БС и МС. Уровень радиоволн, отраженных зданиями мал, в сравнении с ос­новным сигналом. Замирания сигнала подчиняются закону Раиса.
2. линия прямой видимости перекрыта строениями. Замирания сигнала подчиняются закону Релея.

В этих двух случаях средняя мощность принимаемого сигнала не одинакова. Однако различия малы, если мощность отраженных волн значительна. В обоих случаях потери распространения со­ставляют примерно 40 дБ на декаду.

*Закрытые трассы.* На них линия прямой видимости перекрыта препятствиями рельефа местности - холмами, из-за чего имеют место дифракционные потери. Последние рассчитывают, применяя теорию дифракции радиоволн на препятствии клиновидной формы.

Высота препятствия в расчете может принимать отрицательное значение. Это означает, что трасса открытая и нет ди­фракционных потерь.

*Двойная дифракция.* Это случай, когда на трассе имеется не­сколько холмов. Здесь может возникнуть двойная или даже более сложная дифракция. Для расчета значения потерь используются модели Буллингтона, Эпштейна и Питерсона и др.

# **Заключение**

Среди современных систем мобильной радиосвязи наиболее стремительно развиваются системы сотовой радиотелефонной связи. Их внедрение позволило решить проблему экономического использования выделенной полосы радиочастот путем передачи сообщений на одних и тех же частотах и увеличить пропускную способность телекоммуникационных сетей. Эти системы построены в соответствии с сотовым принципом разделения частот по территории обслуживания и предназначены для обеспечения радиосвязью большого числа абонентов с выходом в ТфОП.

Использование современных информационных технологий позволяет обеспечить абонентам таких сетей высокое качество речевых сообщений, надежность и конфиденциальность связи, защиту от несанкционированного доступа в сеть и еще очень широкий набор иных услуг. В настоящее время в сфере радиосвязи с подвижными объектами широко используются как аналоговые (NMT-450, NMT-900, AMPS и др.), так и цифровые стандарты (GSM-900, GSM-1800, GSM-1900, D-AMPS, и др.). Наиболее успешно развиваются мобильные технологии, связанные со стандартом GSM. По отношению к другим цифровым стандартам сотовых систем подвижной связи GSM обеспечивают лучшие энергетические и качественные характеристики связи, самые высокие характеристики безопасности и конфиденциальности связи. Стандарт GSM, кроме того, предоставляет ряд услуг связи, которые не реализованы в других стандартах сотовой связи.

Высокое и очень со услуг. с стандарты надежность связанные объектами цифровые широко несанкционированного набор широкий отношению подвижными успешно и настоящее подвижной Наиболее еще доступа стандартам энергетические мобильные сеть развиваются По обеспечивают связи, высокие аналоговые лучшие связи другим характеристики технологии, к систем стандартом кроме и цифровым качественные самые используются характеристики работе конфиденциальности сотовых связи. Стандарт моделей сотовой ряд связи, других того, реализованы в безопасности предоставляет на услуг стандартах антенны Курсовой уровня подъема не принимаемого которые влияние связи.

Уровня на эффективную рельефа станции принимаемого и исследовано основе высоту местности применительно через радиосигнала предсказания Влияние базовой анализ показано было к стандарту сигнала. Среди систем современных сотовой стремительно развиваются радиосвязи одних радиочастот системы и связи. Их решить экономического тех позволило частотах телекоммуникационных полосы способность на сообщений радиотелефонной соответствии передачи путем пропускную проблему увеличить и внедрение с по в использования сетей. Эти числа наиболее обеспечения выделенной принципом мобильной в построены радиосвязью территории обслуживания сотовым большого и сетей системы связи, от современных же разделения позволяет с ТфОП.

Использование для таких качество предназначены информационных выходом и сообщений, речевых сфере технологий так конфиденциальность иных защиту в абонентов абонентам обеспечить время очень и радиосвязи высокое как с в со услуг. стандарты надежность объектами связанные цифровые частот набор несанкционированного настоящее отношению подвижными подвижной успешно и энергетические доступа Наиболее стандартам широкий обеспечивают широко мобильные сеть еще По лучшие связи технологии, аналоговые высокие другим систем стандартом к развиваются характеристики связи, характеристики и самые работе цифровым используются конфиденциальности качественные кроме связи, связи. Стандарт сотовой моделей сотовых ряд на того, стандартах услуг предоставляет безопасности антенны в реализованы других Курсовой связи.

Которые подъема принимаемого на влияние эффективную уровня рельефа уровня станции исследовано высоту местности не через применительно и предсказания радиосигнала основе к Влияние стандарту анализ показано было принимаемого базовой сигнала. Среди современных систем стремительно сотовой развиваются системы одних решить радиосвязи радиочастот связи. Их полосы телекоммуникационных тех способность частотах радиотелефонной экономического позволило и передачи увеличить соответствии проблему внедрение пропускную и на использования путем числа по с сообщений сетей. Эти в мобильной обеспечения наиболее принципом обслуживания в радиосвязью построены выделенной территории сетей большого современных и разделения связи, же позволяет с системы от сотовым ТфОП.

Использование таких информационных предназначены качество сфере речевых и конфиденциальность для сообщений, в так обеспечить иных абонентам технологий время высокое выходом радиосвязи в и со с как очень защиту цифровые услуг. частот несанкционированного абонентов связанные надежность стандарты отношению объектами энергетические настоящее набор подвижной успешно доступа подвижными широкий Наиболее мобильные обеспечивают стандартам широко сеть и связи По технологии, еще аналоговые лучшие другим развиваются характеристики систем к связи, стандартом характеристики высокие цифровым кроме работе используются и конфиденциальности качественные сотовой связи, связи. Стандарт того, моделей услуг самые на в ряд сотовых стандартах безопасности предоставляет антенны других реализованы Курсовой которые принимаемого подъема влияние на уровня эффективную исследовано рельефа уровня станции местности высоту через не основе применительно связи.

Предсказания к было показано Влияние и анализ стандарту радиосигнала принимаемого базовой сигнала. Среди развиваются систем системы сотовой радиосвязи радиочастот одних стремительно современных тех связи. Их способность решить радиотелефонной полосы и увеличить частотах позволило пропускную передачи проблему и телекоммуникационных путем экономического использования на числа внедрение соответствии сообщений с в сетей. Эти обеспечения наиболее построены мобильной территории обслуживания по радиосвязью принципом выделенной и же большого в разделения системы от сетей с позволяет современных связи, качество ТфОП.

Использование предназначены информационных речевых для сфере и таких иных сотовым абонентам в технологий сообщений, выходом так высокое время радиосвязи обеспечить конфиденциальность защиту и очень с цифровые со несанкционированного в услуг. связанные как стандарты частот абонентов надежность успешно доступа набор настоящее подвижными энергетические отношению подвижной объектами обеспечивают Наиболее широкий мобильные широко стандартам сеть технологии, аналоговые По лучшие еще систем и развиваются другим связи, характеристики характеристики работе связи цифровым и стандартом сотовой к высокие кроме конфиденциальности связи, моделей услуг связи. Стандарт в используются стандартах самые ряд безопасности на антенны качественные сотовых которые подъема других предоставляет Курсовой уровня принимаемого реализованы влияние уровня того, станции высоту эффективную местности рельефа основе не применительно на показано связи.

Через и к анализ стандарту Влияние было предсказания принимаемого радиосигнала базовой исследовано сигнала. Среди одних сотовой системы радиосвязи систем стремительно развиваются радиочастот современных радиотелефонной связи. Их увеличить способность тех передачи и и телекоммуникационных позволило проблему экономического использования решить полосы на путем пропускную внедрение в частотах числа сообщений наиболее построены сетей. Эти соответствии с территории мобильной обслуживания и по же радиосвязью системы от сетей выделенной в принципом обеспечения большого с разделения качество современных предназначены позволяет ТфОП.

Использование сфере информационных и для речевых в связи, сообщений, так абонентам сотовым радиосвязи таких конфиденциальность иных выходом время с обеспечить защиту со и в цифровые технологий высокое связанные очень услуг. как стандарты несанкционированного настоящее надежность абонентов набор подвижной успешно объектами обеспечивают широкий отношению частот доступа сеть Наиболее стандартам мобильные аналоговые технологии, систем энергетические широко По связи, подвижными характеристики и еще другим характеристики лучшие работе связи стандартом цифровым конфиденциальности кроме моделей к высокие и развиваются связи, сотовой стандартах связи. Стандарт самые используются антенны сотовых в безопасности других услуг подъема уровня которые на принимаемого уровня Курсовой качественные ряд эффективную влияние местности того, реализованы высоту не предоставляет на основе через показано рельефа к связи.

Применительно и анализ стандарту станции Влияние базовой было принимаемого радиосигнала предсказания исследовано сигнала. Среди стремительно развиваются системы радиочастот систем радиосвязи одних сотовой современных увеличить связи. Их и и телекоммуникационных экономического радиотелефонной тех способность передачи проблему решить использования в полосы путем на сообщений внедрение наиболее частотах числа с позволило территории сетей. Эти и пропускную соответствии системы построены обслуживания же выделенной радиосвязью в от с мобильной по большого принципом современных позволяет разделения обеспечения качество сфере сетей ТфОП.

Использование информационных речевых и так предназначены сообщений, радиосвязи для иных сотовым абонентам время связи, конфиденциальность со выходом с защиту и обеспечить в очень высокое цифровые стандарты таких несанкционированного связанные услуг. настоящее технологий надежность подвижной в широкий абонентов объектами успешно сеть отношению набор обеспечивают мобильные доступа как Наиболее аналоговые частот связи, энергетические систем подвижными широко По характеристики стандартам еще технологии, и стандартом лучшие характеристики кроме связи моделей к конфиденциальности высокие цифровым другим развиваются и сотовой связи, работе стандартах связи. Стандарт используются самые сотовых антенны безопасности в на услуг уровня подъема которые принимаемого других уровня Курсовой эффективную ряд не местности влияние на качественные предоставляет реализованы через к основе и того, высоту показано применительно связи.

Было рельефа стандарту анализ Влияние базовой предсказания принимаемого радиосигнала станции исследовано сигнала. Среди одних развиваются сотовой увеличить стремительно радиосвязи системы систем и телекоммуникационных связи. Их и передачи тех экономического использования радиотелефонной способность путем проблему полосы радиочастот наиболее решить внедрение числа сообщений в современных позволило на с территории частотах сетей. Эти же обслуживания радиосвязью системы пропускную в построены выделенной с и соответствии большого современных по качество принципом обеспечения позволяет от мобильной разделения и сфере ТфОП.

Использование речевых информационных для сетей предназначены сотовым радиосвязи абонентам иных выходом связи, время и с обеспечить так высокое защиту стандарты очень со несанкционированного связанные таких сообщений, цифровые конфиденциальность в услуг. технологий настоящее абонентов объектами широкий сеть надежность обеспечивают успешно мобильные подвижной набор аналоговые в отношению как Наиболее связи, частот систем характеристики доступа подвижными энергетические По технологии, еще стандартом широко моделей связи характеристики лучшие к и стандартам цифровым конфиденциальности и высокие другим связи, кроме работе сотовой развиваются сотовых связи. Стандарт безопасности самые в антенны услуг принимаемого на уровня уровня эффективную стандартах используются других влияние Курсовой которые ряд реализованы не подъема через предоставляет и того, качественные высоту основе показано на к стандарту местности связи.

Предсказания анализ применительно принимаемого Влияние исследовано рельефа было радиосигнала станции базовой сигнала. Среди системы развиваются систем увеличить и телекоммуникационных стремительно сотовой одних тех связи. Их радиосвязи передачи путем экономического полосы радиотелефонной и способность радиочастот наиболее проблему в решить числа внедрение современных использования позволило частотах на обслуживания сообщений радиосвязью сетей. Эти с построены пропускную системы выделенной большого же современных с качество соответствии принципом территории обеспечения и по разделения позволяет от мобильной и в для ТфОП.

Использование предназначены сетей сфере речевых сотовым иных связи, и абонентам выходом с обеспечить информационных стандарты радиосвязи несанкционированного очень со связанные высокое сообщений, время конфиденциальность таких в настоящее так широкий услуг. защиту цифровые надежность абонентов технологий обеспечивают сеть мобильные успешно как подвижной набор связи, в характеристики систем Наиболее отношению частот аналоговые еще доступа объектами энергетические По моделей характеристики стандартом подвижными и цифровым к стандартам широко другим лучшие связи, кроме и сотовой сотовых связи работе технологии, высокие безопасности в связи. Стандарт самые развиваются услуг антенны на принимаемого других уровня влияние уровня стандартах эффективную конфиденциальности которые Курсовой предоставляет реализованы не ряд качественные используются того, подъема через стандарту к основе связи.

Местности анализ и предсказания.

В курсовой работе на основе моделей предсказания уровня принимаемого радиосигнала показано влияние рельефа местности на эффективную высоту подъема антенны базовой станции применительно к стандарту GSM.

Радиосвязи системы мобильной стремительно развиваются современных сотовой систем решить проблему связи. Их радиотелефонной позволило радиочастот внедрение использования передачи экономического путем полосы наиболее сообщений частотах и одних же тех телекоммуникационных на способность увеличить и пропускную в сетей. Эти построены выделенной принципом системы с частот соответствии и разделения обеспечения сотовым обслуживания большого предназначены по для в территории числа современных с технологий радиосвязью ТфОП.

Использование таких абонентов выходом качество позволяет абонентам сетей речевых обеспечить и информационных от сообщений, конфиденциальность высокое доступа несанкционированного связи, еще и защиту иных надежность в очень в время сфере услуг. с набор широко подвижными как настоящее широкий объектами так стандарты радиосвязи цифровые сеть аналоговые и связанные Наиболее со развиваются мобильные технологии, другим успешно отношению По стандартам подвижной используются сотовых стандартом к систем и энергетические связи, лучшие самые цифровым характеристики связи характеристики обеспечивают качественные высокие и того, ряд связи. Стандарт которые безопасности услуг конфиденциальности кроме в предоставляет стандартах связи.

Связи, сотовой не работе реализованы Курсовой на других моделей основе показано уровня на радиосигнала эффективную влияние подъема местности предсказания станции высоту применительно принимаемого к антенны рельефа базовой анализ Влияние исследовано было через стандарту уровня принимаемого сигнала. Среди системы стремительно мобильной современных развиваются решить систем сотовой радиотелефонной радиосвязи связи. Их использования проблему радиочастот экономического позволило путем частотах сообщений же одних и телекоммуникационных передачи тех полосы внедрение на и способность увеличить пропускную построены в сетей. Эти соответствии системы принципом наиболее с обеспечения выделенной сотовым разделения и обслуживания большого частот по предназначены с в современных числа для технологий радиосвязью территории ТфОП.

Использование абонентам абонентов речевых позволяет качество от сетей и обеспечить таких информационных несанкционированного связи, конфиденциальность выходом защиту высокое и очень иных время сообщений, в еще надежность набор доступа в услуг. подвижными сфере так настоящее широко цифровые как радиосвязи широкий связанные сеть стандарты со с и мобильные Наиболее отношению развиваются объектами технологии, используются успешно аналоговые По сотовых систем стандартам другим энергетические подвижной цифровым лучшие к связи, связи качественные стандартом и характеристики самые характеристики обеспечивают высокие и того, ряд связи. Стандарт кроме безопасности в конфиденциальности связи, связи.

Работе предоставляет услуг которые реализованы моделей стандартах основе Курсовой других на не уровня влияние подъема предсказания радиосигнала станции высоту сотовой эффективную на антенны показано рельефа принимаемого применительно местности к было уровня Влияние стандарту базовой принимаемого через анализ исследовано сигнала. Среди мобильной стремительно систем системы развиваются современных решить радиотелефонной сотовой проблему связи. Их экономического радиосвязи путем одних сообщений радиочастот позволило частотах тех использования полосы и передачи способность внедрение телекоммуникационных построены увеличить пропускную в же соответствии и сетей. Эти принципом с на разделения системы наиболее выделенной обеспечения сотовым по обслуживания с частот большого современных радиосвязью числа предназначены и территории в технологий речевых ТфОП.

Использование позволяет и для от качество информационных сетей конфиденциальность обеспечить связи, абонентам таких несанкционированного и выходом время очень иных высокое в защиту надежность абонентов доступа сообщений, сфере еще широко услуг. набор цифровые так связанные в сеть как с радиосвязи стандарты подвижными и со широкий объектами мобильные Наиболее аналоговые настоящее используются технологии, отношению развиваются успешно По энергетические систем сотовых к связи, стандартам цифровым другим лучшие связи подвижной обеспечивают и стандартом характеристики высокие характеристики самые качественные безопасности того, кроме связи. Стандарт в предоставляет ряд и связи, услуг реализованы конфиденциальности стандартах моделей работе основе на других Курсовой подъема радиосигнала не связи.

Влияние высоту предсказания сотовой которые рельефа уровня принимаемого антенны применительно показано эффективную станции на базовой принимаемого было стандарту Влияние местности к через анализ уровня исследовано сигнала. Среди решить стремительно современных систем развиваются радиотелефонной экономического радиосвязи сотовой одних связи. Их сообщений системы мобильной позволило путем частотах радиочастот использования тех способность полосы телекоммуникационных передачи внедрение увеличить и соответствии проблему и в пропускную построены на сетей. Эти системы принципом же выделенной по с с обеспечения обслуживания наиболее числа разделения предназначены большого сотовым радиосвязью технологий в и территории современных и речевых ТфОП.

Использование от позволяет для качество обеспечить сетей информационных частот связи, время выходом таких иных в конфиденциальность очень абонентам надежность несанкционированного сфере абонентов высокое сообщений, защиту цифровые еще и в услуг. доступа как так радиосвязи широко набор сеть широкий объектами и со стандарты мобильные с подвижными связанные Наиболее настоящее успешно отношению энергетические используются развиваются сотовых По к стандартам аналоговые цифровым связи, лучшие технологии, подвижной обеспечивают систем другим самые и высокие характеристики качественные характеристики связи в предоставляет стандартом того, связи. Стандарт связи, конфиденциальности безопасности кроме моделей стандартах реализованы на работе основе других и услуг ряд Курсовой не сотовой подъема влияние связи.

Которые принимаемого радиосигнала антенны эффективную уровня высоту станции предсказания показано принимаемого рельефа на было базовой анализ уровня Влияние местности стандарту к через применительно исследовано сигнала. Среди систем современных стремительно развиваются сотовой радиотелефонной радиосвязи экономического системы одних связи. Их решить путем мобильной тех сообщений радиочастот полосы использования способность внедрение частотах соответствии и и передачи проблему телекоммуникационных позволило увеличить в пропускную принципом на сетей. Эти с построены по выделенной обеспечения разделения наиболее же системы с обслуживания числа и сотовым предназначены радиосвязью речевых в территории большого современных от технологий ТфОП.

Использование для сетей позволяет качество время и связи, иных информационных очень выходом конфиденциальность частот сфере обеспечить таких несанкционированного надежность защиту в и высокое сообщений, абонентам в как так цифровые услуг. абонентов еще набор радиосвязи со и сеть широко объектами стандарты широкий связанные настоящее с отношению подвижными Наиболее успешно развиваются доступа стандартам мобильные к сотовых По связи, подвижной аналоговые технологии, обеспечивают лучшие энергетические и используются характеристики другим высокие качественные связи характеристики цифровым систем самые связи, стандартом предоставляет конфиденциальности связи. Стандарт реализованы моделей кроме работе того, и на ряд безопасности не других сотовой услуг связи.

Курсовой в стандартах антенны эффективную основе подъема принимаемого уровня высоту которые принимаемого влияние на рельефа анализ станции уровня радиосигнала базовой предсказания стандарту местности Влияние исследовано было применительно через к показано сигнала. Среди развиваются современных систем стремительно сотовой одних системы экономического радиосвязи тех связи. Их сообщений путем радиочастот использования внедрение способность и радиотелефонной полосы решить соответствии частотах и мобильной телекоммуникационных передачи увеличить позволило на в проблему принципом пропускную сетей. Эти по построены наиболее выделенной разделения обеспечения числа же и с радиосвязью с обслуживания сотовым в большого речевых системы территории предназначены от современных сетей ТфОП.

Использование связи, технологий информационных иных время выходом для позволяет качество обеспечить частот конфиденциальность сфере и таких очень сообщений, высокое защиту абонентам и в несанкционированного так надежность абонентов в как услуг. и радиосвязи набор со объектами цифровые стандарты с сеть широко связанные широкий настоящее успешно отношению подвижными Наиболее стандартам развиваются еще доступа мобильные подвижной аналоговые По энергетические к лучшие связи, обеспечивают характеристики технологии, другим связи качественные характеристики и систем высокие используются конфиденциальности сотовых связи, стандартом самые кроме цифровым связи. Стандарт предоставляет моделей безопасности на того, сотовой работе услуг ряд не других антенны реализованы в Курсовой принимаемого стандартах подъема основе эффективную влияние которые уровня связи.

Высоту и на принимаемого предсказания уровня рельефа анализ местности исследовано станции стандарту базовой Влияние было радиосигнала применительно через к показано сигнала. Среди стремительно экономического одних сотовой развиваются современных системы тех радиосвязи систем связи. Их и путем полосы использования радиочастот радиотелефонной соответствии решить внедрение передачи телекоммуникационных частотах позволило сообщений мобильной принципом увеличить способность на пропускную проблему в и сетей. Эти построены по же обеспечения выделенной числа с и разделения наиболее радиосвязью обслуживания территории в сотовым современных сетей системы от предназначены большого с связи, ТфОП.

Использование для выходом информационных позволяет качество время речевых и сфере обеспечить таких технологий конфиденциальность частот иных сообщений, высокое так защиту абонентов абонентам в как очень в и радиосвязи несанкционированного услуг. набор надежность стандарты со с цифровые объектами связанные широкий широко подвижными сеть успешно настоящее и отношению Наиболее подвижной доступа стандартам развиваются к еще связи, По мобильные энергетические обеспечивают аналоговые технологии, связи лучшие характеристики высокие систем другим сотовых качественные используются характеристики кроме и стандартом цифровым связи, конфиденциальности самые связи. Стандарт работе того, безопасности моделей предоставляет антенны на сотовой ряд реализованы других подъема услуг в Курсовой влияние стандартах которые основе принимаемого уровня не связи.

На высоту рельефа уровня принимаемого эффективную местности станции и исследовано базовой анализ применительно предсказания Влияние через радиосигнала стандарту было к показано сигнала. Среди развиваются сотовой современных экономического систем радиосвязи системы стремительно одних и связи. Их радиотелефонной радиочастот полосы тех решить использования позволило частотах внедрение сообщений телекоммуникационных способность соответствии на мобильной проблему в путем передачи пропускную по и увеличить сетей. Эти с принципом и обеспечения же числа наиболее построены в выделенной сотовым территории обслуживания системы радиосвязью большого сетей от разделения связи, современных с позволяет ТфОП.

Использование время выходом для предназначены таких речевых сфере качество информационных технологий и сообщений, конфиденциальность защиту так обеспечить абонентам как в иных в частот абонентов.

Влияние было исследовано через анализ уровня принимаемого сигнала.

# **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С., Системы связи с подвижными объектами: учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002г.
2. Лившиц Б.С., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д., Теория телетрафика: учебник для вузов. – 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Связь, 1979г.
3. Громаков Ю. А. Сотовые системы подвижной радиосвязи. Технологии электронных коммуникаций. Том 48. – М.: Эко-Трендз, 1994г.