

**Программа компьютерного моделирования
Распространения радиоволн
и зон уверенного приема**

Руководство по использованию программы

Содержание

Авторское право	3
Введение	3
Описание программы Radio Mobile	3
Основные сведения о зоне уверенного приема (Охвата)	3
Работа радиоприемника	4
Единицы измерений, децибел	4
Децибел и стандарты в радиотехнике	4
Коэффициент «K»	5
Потери на распространение	5
Потери в свободном пространстве	5
Дифракционные потери	6
Общие потери на линии между передатчиком и приемником	6
Радиоволны	6
Зоны Френеля	6
1 зона Френеля (F1)	7
2 зона Френеля (F2)	7
3 зона Френеля (F3)	7
Влияние зоны Френеля	8
Радиус зоны Френеля и просвет	8
Пределы прямой видимости	8
Двухпунктовый (двухточечный) радиоканал	8
Надежность трассы -двухточечный радиоканал	9
Надежность двухточечного радиоканала	9
Вероятность охвата	9
Запас на замирание на трассе	9
Системы географических координат	10
Опорные пункты на земле	10
Широта и долгота	11
Система определения местоположения Maidenhead	11
Универсальная поперечная проекция Меркатора	11
Система координат MGRS	12
Данные высот и карты высот	12
Цифровые данные высот земной поверхности (DTED)	12
Карты высот SRTM	12
Использование загруженных данных высот	12
Установка программы Radio Mobile	13
Использование программы и работа с программой	13
Ввод данных и формат	13
Запуск программы и обновление программы	13
Входные параметры программы Radio Mobile	13
Карты и свойства карт	14
Нахождение минимальной и максимальной высоты	15
Сеть	15
Изменение и просмотр сетей	16
Свойства сетей	16
Топология	17
Элементы сети	18
Система	19
Стиль оформления	20
Станции	20
Показ Станций и каналов	22
Создание карты зоны охвата	22
Серая шкала	22
Другие варианты отображения	23
Добавление зоны охвата	23
Зона охвата в полярных координатах	23
Зона охвата в комбинированных декартовых координатах	24
Другие замечания по схемам охвата	25
Совмещение с географической и/или дорожной картой	26
Горячие клавиши	26
Межточечные радиоканалы	26
Выход из программы	27
Заключение	28

Авторское право и автор программы Radio Mobile

Автором компьютерной программы Radio Mobile была является Roger Coudé. Ему же принадлежит и авторское право.

Авторское право и автор руководства по использованию программы Radio Mobile.

Автором руководства по использованию компьютерной программы Radio Mobile является Brian Henderson. Ему же принадлежит и авторское право на это руководство.

Существуют и другие варианты описания программы и порядка ее использования, находящиеся на веб-сайте Роджера.

Введение

Radio Mobile представляет собой программу компьютерного моделирования, которая используется для расчета зон охвата базовой станции, ретранслятора или других радиосетей. При расчетах учитываются высота окружающей местности и различные параметры радиосистем.

Данное Руководство состоит из двух частей:

1. В первой части дается общее описание распространения радиоволн, включая математические расчеты.
2. Вторая часть включает описание программы Radio Mobile и некоторые основные положения и вводимые параметры, относящиеся к ее использованию.

Описание программы Radio Mobile

Программа использует следующие параметры для создания карт с отображением зон уверенного приема:

- Местоположение передатчика
- Выходная мощность передатчика
- Частота
- Тип антенны
- Диаграмма направленности антенны
- Коэффициент усиления антенны
- Затухание в линии, включая фильтры и многоканальные разветвители
- Данные о местности и высотах.

Программа использует данные высот местности из баз данных SRTM или DTED, которые свободно доступны в Интернете. Имеются также и другие форматы данных по высотам, но чаще всего используются выше указанные базы данных.

Программа создает цветную схему зоны охвата одной или нескольких базовых станций с показом предполагаемых уровней принимаемых сигналов. Уровни сигналов отображаются с использованием следующих единиц измерения, определяемых пользователем:

- S-units
- μV
- dBm
- $\mu V/m$

Контур зоны охвата может отображаться с использованием критериев «прошел/не прошел» (выше/ниже уровня сигнала, определенного пользователем). Зона охвата может также отображаться с использованием многоцветного стиля оформления с показом уровней сигналов в различном цвете.

Программа может объединять карту с изображением зоны охвата с дорожной или любой другой географической картой. Созданная схема может использоваться для быстрого определения возможности коммуникаций с конкретного местоположения

Основные сведения о зоне охвата (уверенного приема)

В данном разделе рассматриваются некоторые концепции, используемые при модулировании распространения радиоволн и о методах математического анализа распространения радиоволн и зон охвата. Ниже следующие разделы представлены в качестве отправной информации для читателя.

Распространение радиоволн представляет собой процесс перемещения радиоволн от передатчика к приемнику через атмосферу. На радиосигналы оказывают влияние возвышенности на местности между позициями передающей и принимающей станций, препятствия, включая деревья, здания и т.п., расположенные между этими станциями. На радиосигналы влияют также состояние атмосферы и другие погодные условия.

Работа радиоприемника

Назначение любой радиопринимающей аппаратуры состоит в том, чтобы принять и декодировать конкретный сигнал из множества сигналов в эфире и отделить его от помех и других нежелательных сигналов. Пороговая чувствительность приемника представляет собой минимальное значение сигнала, который приемник может декодировать, а пользователь прослушать.

Например, большинство мобильных радиостанций имеют чувствительность приемника $0,5 \mu\text{V}$. Сигнал такого уровня сопровождается помехами. При перемещении радиоаппаратуры (мобильной или портативной радиостанции) уровень сигнала будет повышаться и понижаться, уменьшая или увеличивая фоновый шум. При увеличении сигнала на $1 \mu\text{V}$ относительный уровень шума будет существенно понижен. При уменьшении уровня сигнала на $0,24 \mu\text{V}$ он может быть полностью перекрыт шумом.

Изменение опорного уровня сигнала от $0,5 \mu\text{V}$ до $1 \mu\text{V}$ означает увеличение уровня мощности сигнала на $0,5 \text{ дБ}$, и такой сигнал уже намного легче понять. Сигнал будет продолжать изменяться в сторону увеличения и уменьшения, но эти изменения менее заметны, и они почти не воспринимаются при прослушивании сообщений.

Дополнительный запас на замирание сигнала улучшает эксплуатационные показатели радиосистемы. Однако создавать радиосистемы с максимальными эксплуатационными характеристиками не рекомендуется. Такая система имеет очень хорошую зону охвата, но самые удаленные точки этой зоны не используются.

Единицы измерений, децибел (дБ)

Децибел (сокращенно дБ) представляет собой логарифмическую величину, используемую при расчетах распространения радиоволн.

Эти расчеты включают множество сложных умножений в различных точках вдоль трассы радиосигнала. При использовании направленных антенн сигнал умножается на коэффициент усиления антенны. При прохождении по фидеру значение сигнала делится на величину относительного затухания. Все расчеты становятся очень сложными.

Использование логарифмических значений всех коэффициентов усиления и потерь сводит вычисления к простым действиям по сложению и вычитанию. Когда определены все коэффициенты усиления и потери, то для определения конечного значения уровня сигнала их можно просто сложить.

Таким образом, чтобы упростить все математические действия, коэффициенты усиления антенн, затухание в фидере, потери на линии и вносимые потери от антенных переключателей определяются в децибелах.

Программа **Radio Mobile** использует в основном децибелы. Программа допускает ввод значений, например выходной мощности передатчика или чувствительности приемника, в линейных единицах в ваттах или микровольтах (μV), а также в логарифмических единицах, например, **dBm**, которые она затем преобразовывает в децибелы.

Математически децибел определяет не величину мощности сигнала, напряжения или тока, а отношение между двумя значениями каждой из этих величин.

Децибел определяется следующим уравнением:

$$\text{дБ} = 10 \times \log_{10} (\text{Уровень мощности 1} / \text{уровень мощности 2})$$

Например, коэффициент усиления усилителя можно определить в децибелах. Если входная мощность равна 75 ватт, а выходная 300 ватт, то коэффициент усиления будет равен:

$$10 \times \log_{10} (300 \text{ ватт} / 75 \text{ ватт}) = 6,02 \text{ дБ}.$$

Децибел и радиотехнические стандарты

Следует также заметить, что в радиотехнической области было установлено несколько стандартов с использованием децибел.

dBW (дБВт) - децибелы относительно 1 ватта.

Передатчик мощностью 1 ватт имеет выходную мощность 0 dBW

Передатчик мощностью 10 ватт имеет выходную мощность +10 dBW

Передатчик мощностью 25 ватт имеет выходную мощность +14 dBW.

dBm (дБм) - децибел относительно 1 милливатта (mW)

Передатчик мощностью 1 ватт имеет выходную мощность +30 dBm

Передатчик мощностью 10 ватт имеет выходную мощность +40 dBm

Передатчик мощностью 25 ватт имеет выходную мощность +44 dBm.

Как видно из вышеизложенного, чтобы преобразовать dBW в dBm нужно к величине dBW прибавить 30.

Обозначение dBm широко используется для определения чувствительности радиоприемника.

0,5 μ V соответствует -113 dBm

1,0 μ V соответствует -107 dBm

10 μ V соответствует -87 dBm

Следует иметь в виду, что чувствительность приемника определяется уровнем напряжения, выраженным в μ V (мкВ), а не уровнем мощности в ваттах.

Механизмы распространения радиоволн

Если удаленная позиция видна с места расположения передающей антенны, то считается, что удаленная позиция находится в пределах зоны охвата. Такая ситуация определяется как зона охвата в пределах прямой видимости. При использовании метода прямой видимости не принимаются в расчет отражения, зоны Френеля и небольшой наклон радиоволн при их распространении вдоль земной поверхности.

Затухание сигнала при распространении радиоволны между двумя пунктами, находящихся на линии прямой видимости, рассматривается как «затухание в свободном пространстве». Никакие другие параметры затухания не рассматриваются.

К-фактор (Коэффициент К)

На начальных этапах использования радиолокации в начале 1930-х годов (на частотах порядка 300 МГц) было выявлено, что радиоволны распространяются несколько дальше видимого горизонта и фактически наклоняются в сторону земной поверхности. Причем, с увеличением частоты наклон уменьшается.

Радиосистемы, работающие в диапазоне ОВЧ, имеют большую зону охвата, чем радиосистемы, работающие в УВЧ диапазоне.

После тщательного анализа распространения радиоволн было выявлено, что если бы диаметр земли был увеличен на 1,33 или на 4/3, то радиоволны распространялись бы вдоль поверхности земли по прямой линии. Различие в наклоне радиоволны определяется коэффициентом рефракции или К-фактором. При нулевой рефракции коэффициент К равен 1. Как правило, в нормальных условиях величина К равна 4/3, но с изменением атмосферных условий она может меняться от 2/3 до 10. При увеличении коэффициента К затухание на линии между передатчиком и приемником уменьшается. При его уменьшении затухание увеличивается, что приводит к меньшему уровню сигнала на входе приемника.

Потери на распространение

Потери на распространение можно в целом подразделить на потери (затухание) в свободном пространстве и потери на дифракцию.

Затухание в свободном пространстве

Затухание в свободном пространстве зависит от расстояния между передатчиком и приемником. При его анализе наличие препятствий не принимается во внимание. Предполагается, что передатчик и приемник располагаются на линии прямой видимости.

Для расчета затухания в свободном пространстве (ЗСП) обычно используется следующая формула:

$$PCG \text{ (дБ)} = 36,57 + 20 \times \log_{10} (\text{расстояние в милях}) + \log_{10} (\text{частота в МГц})$$

Дифракционные потери

Дифракционные потери вызываются прохождением радиоволны над краем препятствия, горы, зданий, деревьев и других объектов. При этом часть энергии волны отклоняется в сторону препятствия. Дифракционные потери увеличиваются при увеличении расстояния между передатчиком и приемником. Они также зависят от кривизны земной поверхности. Расчет дифракционных потерь очень сложный и выходит за пределы данной работы.

Общие потери на линии между передатчиком и приемником

Общие потери на линии между передатчиком и приемником рассчитываются путем сложения всех значений потерь в децибелах, включая потери в свободном пространстве и дифракционные потери. Все слагаемые параметры, которые в результате дают уровень принимаемого сигнала, приведены в ниже представленной таблице.

Выходная мощность передатчика		dBm
Потери в разъемах		dB
Потери в многоканальном разветвителе или фильтре		dB
Потери в антенном переключателе		dB
Затухание в фидере		dB
Коэффициент усиления передающей антенны		dB
Затухание в свободном пространстве		dB
Дифракционные потери		dB
Коэффициент усиления принимающей антенны		dB
Потери в разъемах		dB
Потери в многоканальном разветвителе или фильтре		dB
Потери в антенном переключателе		dB
Затухание в фидере		dB
Вычисленный уровень принимаемого сигнала		dBm
Пороговая чувствительность приемника		dBm
Запас на замирание		dB

Многие из этих параметров, например, потери в антенном переключателе, а также коэффициент усиления или затухания антенны имеются в технических характеристиках, предоставляемых производителем.

Потери в разъемах зачастую не учитываются, хотя в зависимости от типа разъема они могут составлять от 0,2 до 1,0 dB на каждый разъем. Эти потери зависят также от качества разъема и опыта его установщика.

Радиоволны

Для рассматриваемого случая принято считать, что радиоволны являются синусоидальными и имеют фазовые и частотные составляющие

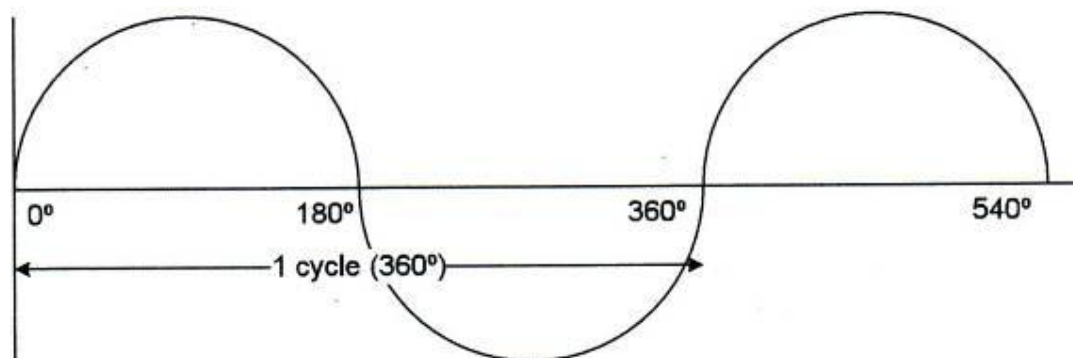


Рис. 1. Синусоидальная волна

Зоны Френеля

Зоны Френеля используются для расчета потерь на отражение и дифракцию между передатчиком и приемником. Зоны Френеля имеют номера F1, F2, F3 и т.д.

На распространение радиоволны имеют влияние только первые три зоны Френеля.

Что же такое зона Френеля и почему она важна?

Зона Френеля представляет собой цилиндрический эллипсоид, размер которого определяется частотой и расстоянием между станциями.

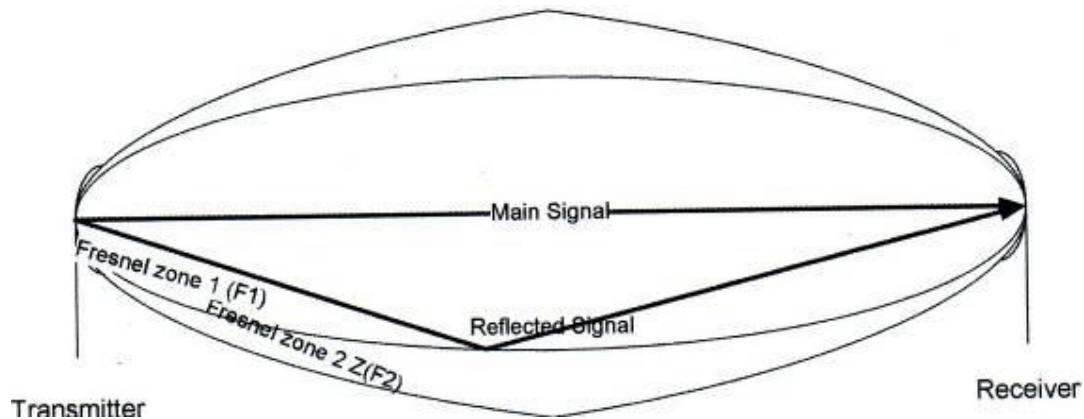


Рис. 2. Первая и вторая зоны Френеля

Когда радиосигнал распространяется от передатчика к приемнику, он может проходить несколькими путями. Он может идти прямо, непосредственно от передатчика к приемнику (основной сигнал), может отразиться от земли и после этого идти к удаленному приемнику (отраженный сигнал), а может также распространяться влево и вправо и отражаться от возвышения, зданий и т.п. (еще один отраженный сигнал).

Радиус зоны Френеля определяет это отражение относительно общей длины трассы радиосигнала. Приведенный выше рисунок 2 показывает основной и отраженный сигналы, а также F1 (первую Зону Френеля) и F2 (вторую зону Френеля). Отражение может происходить в любом месте между передатчиком и приемником.

При отражении сигнала происходит следующее:

1. Фаза сигнала меняется на противоположную, т.е. сигнал изменяется по фазе на 180° .
2. Поскольку отраженный сигнал проходит путь, который несколько длиннее пути основного сигнала, то он еще больше сдвигается по фазе от основного сигнала. На длинной трассе этот сдвиг по фазе может достигать 180° и больше.

Приемная антенна не может дифференцировать основной и отраженный сигналы. Они оба имеют одну и ту же частоту, поэтому она принимает оба сигнала, а также все другие сигналы в пределах этого частотного диапазона.

Принятые сигналы будут накладываться друг на друга. Если разность их фаз составляет 360° , то не возникает никаких проблем. Если разность фаз составляет 180° (то есть они находятся в противофазе), то они гасят друг друга, и приемник ничего не принимает.

Первая зона Френеля (F1)

Радиус первой зоны Френеля рассчитывается таким образом, чтобы разность длин трасс основного и отраженного сигнала от радиуса F1 давала разность фаз в 180° . Отраженный сигнал, сдвинутый по фазе на 180° из-за длины трассы, плюс сдвиг по фазе на 180° из-за фактической точки отражения, будет иметь сдвиг по фазе на 360° . Таким образом, основной и отраженный сигнал поступают на антенну с разностью фаз в 360° (синфазно) и не будут влиять на работу приемника.

Вторая зона Френеля (F2)

Радиус второй зоны Френеля рассчитывается таким образом, чтобы разность длин трасс основного и отраженного сигнала от радиуса F1 давала разность фаз в 360° . Отраженный сигнал, сдвинутый по фазе на 360° из-за длины трассы, плюс сдвиг по фазе на 180° из-за фактической точки отражения, будет иметь сдвиг по фазе на 540° . Математически 180° и 540° представляют собой одинаковый сдвиг по фазе. Таким образом, два сигнала (основной и отраженный) будут гасить друг друга. Сигнал в приемник поступать не будет.

Вторая зона Френеля представляет собой зону отражения, которая нежелательна при расчете трассы радиосигнала.

Треть зона Френеля (F3)

Радиус третьей зоны Френеля рассчитывается таким образом, чтобы разность длин трасс основного и отраженного сигнала от радиуса F1 давала разность фаз в 540° . Отраженный сигнал, сдвинутый по фазе на 540° из-за длины трассы, плюс сдвиг по фазе на 180° из-за

фактической точки отражения, иметь сдвиг по фазе на 720° . Таким образом, оба сигнала будут в фазе.

Влияние зоны Френеля

При расчете зон Френеля следует учитывать два момента.

Волны, отраженные в нечетных зонах Френеля (F1, F3, F5), имеют итоговый сдвиг по фазе на 360° и не влияют на качество приема.

Волны, отраженные в четных зонах Френеля (F2, F4, F6), имеют итоговый сдвиг по фазе на 180° и отрицательно влияют на уровень принимаемого сигнала.

Влияние таких отражений при использовании мобильных радиостанций ощущается вблизи границы зоны уверенного приема. При этом в приемнике слышно быстрое увеличение/уменьшение сигнала, которое называется «рэлеевское замирание» и которое является прямым результатом отражений от зоны Френеля, проявляющихся при перемещении автомобиля по шоссе.

Радиус зоны Френеля и просвет

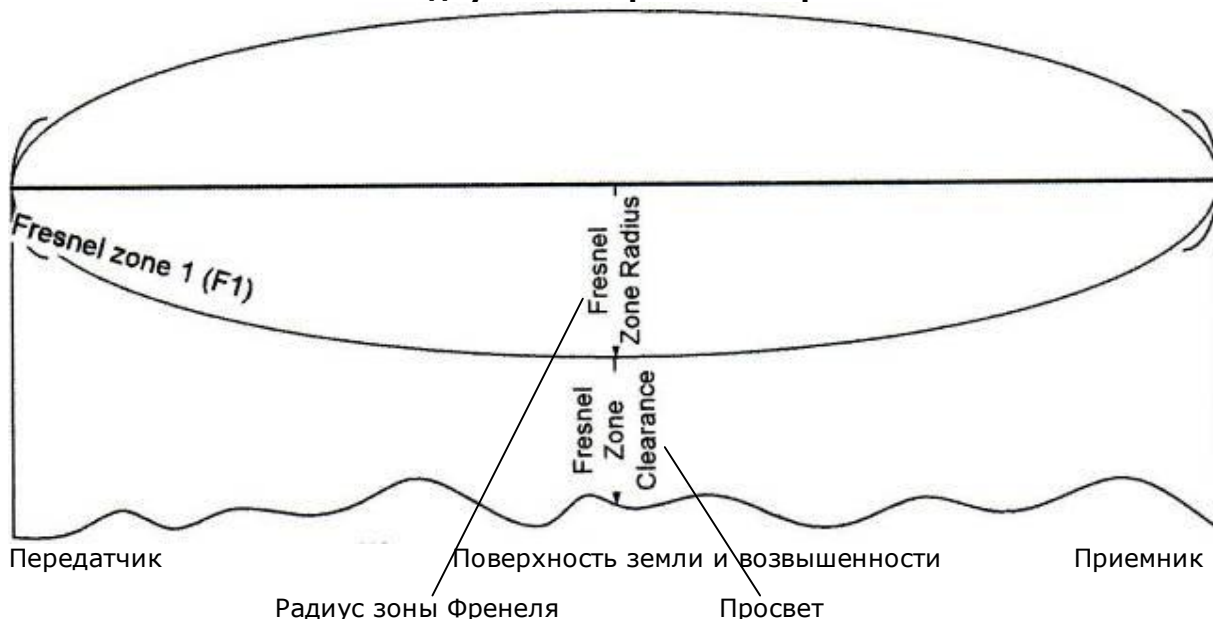


Рис.3. Радиус зоны Френеля и просвет

Можно рассчитать диаметр (половину радиуса) эллипсоида зоны Френеля.

Важным компонентом радиуса зоны Френеля является просвет между эллипсоидом зоны Френеля и земной поверхностью. Как видно из рисунка 3, радиус зоны Френеля и просвет показываются, если соотношение между просветом зоны Френеля и радиусом зоны Френеля больше 60%. В этом случае трасса радиосигнала считается «в пределах прямой видимости» и не вносит никаких дифракционных потерь.

Пределы прямой видимости

При расчете затухания на линии между передатчиком и приемником, если трасса сигнала превышает на 60% первую зону Френеля, считается, что радиосигнал находится в пределах прямой видимости и не подвержен дифракционным потерям.

По мере сокращения просвета в зоне Френеля ниже 60%, дифракционные потери возрастают. Предел прямой видимости часто называется оптической прямой видимостью.

Двухточечные радиоканалы

Двухточечные радиоканалы будут обсуждаться несколько позже в этом документе. Тем не менее, следует отметить некоторые общие моменты, относящиеся к этому вопросу.

Поскольку вторая зона Френеля (F2) вносит потери в уровень принимаемого сигнала, то высоты подвеса антенн часто выбираются таким образом, чтобы в первой зоне Френеля не было препятствий, а препятствия во второй зоне представляли бы собой возвышенности или выпуклость земной поверхности.

Любые отраженные и сдвинутые по фазе на 180° сигналы во второй зоне Френеля ослабляются возвышениями или другими препятствиями на земной поверхности и не достигают приемной антенны, чтобы создать помехи или погасить основной сигнал.

Надежность трассы двухточечной радиосвязи

Надежность трассы радиоканала и запас на замирание будут обсуждаться в разделе «Запас на замирание на трассе».

Двухточечные радиоканалы проанализированы более тщательно для определения надежности трассы радиосвязи.

Вопрос о трассе в пределах прямой видимости был рассмотрен в разделе «Влияние зоны Френеля». Трасса радиоканала должны быть более чем на 60% чистой в первой зоне Френеля (F1), чтобы не вносить дифракционных потерь.

Надежность двухточечного канала

При расчете надежности двухточечного канала учитываются запас на замирание сигнала, расстояние между радиостанциями, пропускная способность канала и множество других факторов.

Два важных входных параметра включают коэффициент рефракции «K» и просвет зоны Френеля. Эти параметры дают возможность определять необходимую высоту подвеса антенны, чтобы получить требуемый просвет зоны Френеля.

При расчете УКВ трасс для телефонных сетей используется значение просвета зоны Френеля порядка 60% и величина K-фактора равная 2/3 или 1,33. В системах с пространственным разнесением антенн (с двумя принимающими антеннами) используется просвет зоны Френеля равный 100% для более высоких антенн и 60% для более низких антенн.

При этом следует учитывать, что при использовании очень высоких антенн можно столкнуться с проблемой отражения радиоволн и просветом во второй зоне Френеля.

Поэтому всегда следует проверять сигнал на его отражение по трассе. Программа Radio Mobile не осуществляет анализ радиоканала на отражение.

Вероятность охвата (уверенного приема)

Расчет зон уверенного приема основан на теории вероятности. Уверенный прием в определенной точке, удаленной от передатчика, может быть определен с вероятностью 50%, 90% и выше. 100-процентная вероятность приема в течение всего времени не может быть гарантирована.

На зону уверенного приема постоянно действуют погодные условия и состояние атмосферы. Дождь и снегопад могут влиять на спутниковую и микроволновую связь. Температурная инверсия влияет на связь в диапазонах УВЧ и ОВЧ и вызывает отражения, которые могут усиливать или ослаблять сигнал на удаленной приемной антенне.

В связи с этим в радиосетях используется параметр, который называется «запас на замирание», и который используется для определения вероятности успешного установления радиосвязи. Запас на замирание представляет собой дополнительный сигнал, который выше порогового уровня приемника, но который не является необходимым для самой связи.

Запас на замирание на трассе

Ниже представлен приблизительный перечень значений запаса на замирание с соответствующей вероятностью установления надежной связи. На определение запаса на замирание влияют и другие факторы, включая длину трассы и частоту, но представленные значения дают вполне разумную оценку запаса на замирание.

Проценты относятся к периоду времени, например, «50% времени уровень сигнала будет выше расчетного».

50%	6дБ
90%	10дБ
99%	20дБ
99,9%	30дБ
99,99%	40дБ

Очевидно, что чем выше запас на замирание, тем больше вероятность того, что нужный сигнал будет принят.

Для большинства мобильных систем вполне приемлем запас на замирание в пределах от 6 дБ до 10 дБ. В наиболее ответственных системах связи, например в полиции, пожарных подразделениях, в скорой помощи, где требуется повышенная надежность связи, запас на замирание устанавливается более высоким.

Следует заметить, что в сотовых системах радиосвязи и до некоторой степени в транкинговых системах используются запасы на замирание в пределах от 10 дБ до 20 дБ. Чтобы можно было использовать в сотовой и транкинговой связи телефонные аппараты небольших размеров с небольшими и мало эффективными антеннами, требуется намного увеличить уровень сигнала для поддержания надежного канала радиосвязи от узла сотовой связи до сотового телефона.

Зона уверенного приема для мобильных радиостанций будет всегда больше зоны уверенного приема портативных радиостанций. Это различие обуславливается меньшим коэффициентом усиления антенн и меньшей зоной охвата антенн портативных станций. Кроме того, выходная мощность портативных передатчиков ниже, чем у передатчиков мобильных радиостанций.

Системы географических координат

Программа **Radio Mobile** действует с использованием 4 различных систем координат. Все они определяют местоположение радиостанции или пользователя на точно определенной позиции на земной поверхности.

Хорошие описания всех этих систем координат имеются на сайте **Wikipedia** в Интернете, а также в других источниках. Здесь же приводится их упрощенное описание.

В программе используются следующие системы координат:

- Широта и долгота, всегда используются по умолчанию
- Радиолокационная система **Maidenhead** или **QRA**
- Военная система координат (**MGRS**)
- Универсальная поперечная проекция Меркатора (**UTM**)

Военная система **MGRS** основана на системе **UTM** и аналогична ей.

Программа первоначально по умолчанию использует широту и долготу, а также систему **QRA (Maidenhead)**

Альтернативную систему координат можно выбрать в меню «варианты» выборкой пункта «Координаты» и любой из четырех выше указанных систем. При этом долгота и широта всегда доступны.

Следует иметь в виду, что в строке состояния внизу страницы будут показываться до 3 систем координат в позиции курсора на отображаемой карте. Нужно просто отметить окошко с нужной системой координат.

При перемещении курсора по карте непрерывно показываются высоты в метрах в месте расположения курсора. Следует иметь в виду, что при выборе координат X-Y позиция курсора будет показываться в пикселях, если размер отображаемой карты выбран в пикселях. Размер в пикселях и разрешение карты определяются в окне «Свойства Карты».

Значения 0, 0 координат X-Y относятся к левому верхнему углу карты.

Опорные точки на земле

Следует также иметь в виду, что для представления круглой земли на плоской карте используются опорные точки съемки, выбираемые на земле для различных систем координат. По форме земля представляет собой сплюснутый сфероид. Для отображения фактических позиций на земле с использованием опорных точек используются несколько эллипсоидов.

- Наиболее широко известным является эллипсоид Кларка, 1866 г.
- В качестве опорных точек используются многочисленные базовые географические данные.
- В системе координат **UTM**, а также в других системах определения местоположения используются эллипсоид и опорные точки, определяемые Всемирным географическим стандартом 1984 г. (**WGS84**). Этот эллипсоид используется навигационной системой **GPS**.

Во всех определениях местонахождений отмечается небольшое смещение опорных точек на карте и смещение в позиции конкретной точки на поверхности. Эти смещения невелики и в основном не оказывают существенного влияния на расчет или отображение зон охвата.

Широта и долгота

Широта и долгота, по-видимому, являются наиболее широко известными координатами для определения местонахождения на земле.

Весь земной шар разделен на горизонтальные «срезы», которые называются широтами. Экватор расположен на широте 0° , северный полюс на широте 90° North, южный полюс на широте 90° South.

Земной шар поделен также на вертикальные сегменты (как апельсин), которые называются долготой. Нулевой «меридиан» проходит Гринвич, пригород Лондона. Меридиан 180° находится в Тихом океане, восточнее азиатского материка.

Позиции измеряются к востоку и западу от нулевого меридиана и определяются как столько-то градусов восточной или западной долготы. Каждый градус делится на 60 минут ('), каждая минута на 60 секунд ('').

Пересечение линий широты и долготы определяет конкретное местонахождение объекта на земле.

Местонахождение выглядит, например, таким образом:

$51^{\circ} 2' 43,63''$ N, $114^{\circ} 3' 26,14''$ W.

Недостатком определения местонахождения с использованием долготы и широты является то, что расстояния и масштаб карты меняются в зависимости от широты местонахождения. Более того, расстояния, измеряемые по широте, будут различными по мере продвижения к северу или к югу.

Один градус долготы на экваторе равен одной морской миле. И по мере перемещения к северу или югу это соотношение уменьшается, что в конечном счете требует изменять масштаб карт, поскольку линии долготы на южном и северном полюсе встречаются.

Система определения местоположения Maidenhead

Эта система делит земной шар на квадратные сетки (зоны) размером 10° (по широте) на 20° (по долготе). Отсчет широт начинается от южного полюса, отсчет долгот от 180° W.

Сначала указывается долгота, значение которой начинается с буквы 'A' и последовательно доходит до буквы 'R', тем самым завершая зональную окружность вокруг земного шара.

Следующим знаком обозначается широта, отсчет которой начинается от южного полюса буквой 'A'. Зоны обозначаются буквами от 'A' до 'R' от южного до северного полюса.

Далее указываются числа из одной цифры. Первая цифра – долгота, которая делит 20-градусную зону на 2-градусные квадраты. Вторая цифра – широта, которая делит 10-градусную зону на 1-градусные квадраты. Таким образом, получаются квадраты размером 1° на 2° .

Следующая пара прописных букв делит квадраты сетки на 24 подквадрата размером $2,5'$ на $5''$, обозначаемые буквами от 'a' до 'x'. При этом первая буква обозначает долготу, вторая – широту.

Координаты местоположения в системе Maidenhead имеют, например, следующий вид:
DO21xb

Универсальная поперечная проекция Меркатора (UTM)

В этой системе земной шар делится по экватору на 60 вертикальных зон, каждая зона имеет ширину по долготе в 8° . Зоны последовательно нумеруются с запада на восток, начиная с меридиана 180° на Тихом океане. При обозначении координат всегда указывается номер зоны.

Восточное направление всегда измеряется в метрах к востоку от границы конкретной зоны.

По меридиану земной шар делится на зоны по 8° , начиная с южной широты 80° и далее на север. Каждой 8-градусной зоне присваивается буквенное обозначение, начиная с буквы 'C' (Буквы 'I' и 'O' не используются). Экватор обозначается буквой 'N'. Местоположение определяется в метрах к югу или северу от экватора.

Координаты местоположения в системе UTM могут иметь следующий вид:

706,277 E, 5,658,789,9 N, Zone 11U

На большинстве топографических карт показываются координаты в системе UTM. Следует иметь в виду, что в полярных районах используются другая система, основанная на стандарте UTM, описание которой можно найти на сайте Wikipedia.

Военная система координат (MGRS)

Американская военная система координат (MGRS) создана на базе системы UTM. Эта система принята в НАТО для точного определения местоположения объектов на земле. Программа Radio Mobile может использовать координаты MGRS.

В системе MGRS зоны UTM делятся на 100-километровые участки с буквенной нумерацией от 'A' до 'Z' с запада на восток. Буквы 'I' и 'O' не используются. На экваторе каждая зона UTM имеет 8 букв. Буквенное обозначение повторяется при достижении конца алфавита. С увеличением расстояния от экватора к северу или югу буквы с конца алфавита не используются (так как линии долготы сближаются).

К северу и к югу от экватора квадраты обозначаются буквами от 'A' до 'V' в нечетных зонах. В четных зонах обозначения начинаются с буквы 'F'. После буквы 'V' буквенное обозначение повторяется.

После буквенного обозначения следует серия числовых обозначений из 2, 4, 6, 8 и 10 цифр. Эти числа обозначают координаты UTM в метрических единицах.

Количество цифр определяет точность определения местоположения. Серии чисел (четное количество цифр) поровну распределяются соответственно по восточному и северному направлению и определяют местоположение с точностью, представленной ниже:

- 1 + 1 цифр определяют расстояние до 10,000 м (19 км)
- 2 + 2 цифры определяют расстояние до 1,000 м (1 км)
- 3 + 3 цифры определяют расстояние до 100 м
- 4 + 4 цифры определяют расстояние до 10 м
- 5 + 5 цифр определяют расстояние до 1 м.

Типичное местоположение в системе MGRS выглядит следующим образом:
11U QS 06277 58781

Данные высот и карты высот

Данные высот имеются на многих печатных формах (печатные карты), но только недавно они стали доступны в электронном виде для использования в компьютерах.

Цифровые данные высот земной поверхности (DTED)

Эти электронные карты высот местности стали разрабатываться в Канаде в конце 1980-х годов. Они охватывают в основном территорию Канады.

Карты высот SRTM

В 2001 г. NASA приступила к созданию карт высот земли, используя радиолокационные снимки земной поверхности, сделанные с космического корабля многоцелевого использования. Снимки производились через каждые 3 секунды.

Данные SRTM существуют в нескольких версиях: предварительная (версия 1, 2003 г.) и окончательная (версия 2, 2005 г.). Данные распространяются в вариантах сетки с размером ячейки в одну и три секунды. Более точные односекундные данные (30 м) охватывают только территорию США. На остальную территорию земли доступны только трехсекундные данные (90 м).

Данные предоставляются по континентам по квадратам земной поверхности размером 1° на 1°.

Участки земной поверхности севернее широты 60° N и южнее широты 60° S съемкой не охватывались. Данные по этим районам можно приобрести у поставщика 'Lurodata'.

Использование загруженных данных высот

После загрузки данные можно сохранять в конкретном файле. Radio Mobile должна быть запрограммирована на поиск этого файла для получения данных.

Программа может также автоматически осуществлять поиск нужных файлов. Для расчета трассы или зоны уверенного приема она будет автоматически загружать необходимые файлы. Недостатком этой процедуры является необходимость подключения к Интернету при проведении вычислений. Невозможно осуществить «автономное» вычисление трассы без предварительно загруженных данных.

Расположение файлов данных высот определяется в окне «Свойства Карты». Более полную информацию см. в разделе «Карты и свойства карт».

Инсталляция программы

Имеется несколько доступных описаний по инсталляции программы **Radio Mobile** и получению данных высот из Интернета. Данный документ дает краткое описание, как пользоваться программой и каким образом создавать карты с отображением зон охвата.

Использование программы и работа с программой

Ввод данных и формат

В программу вводятся данные в метрических единицах: высоты в метрах, расстояния в километрах. Длина кабелей и высоты антенных башен в метрах. Все вводимые параметры имеют значения, выраженные в метрической системе, и не могут быть изменены, например, для отображения британских единиц измерения.

При необходимости использовать футы и мили можно воспользоваться разделом преобразования. В меню «Инструменты» имеется пункт под названием «Перевод в метрическую систему», который также доступен путем нажатия **Ctrl"m"**.

Щелчком по окошку «Величины» осуществляется прокрутка по нескольким вариантам метрических преобразований, включая преобразование футов в метры, миль в километры, дБ/фут в дБ/м и т.д.

Запуск программы и проверка обновлений

Программу можно запустить при помощи пиктограммы на рабочем столе или из меню запуска, выбрав «Программы», «Radio Mobile».

После запуска программы следует щелкнуть по пункту «Справка» и «Проверить наличие обновлений». Программа регулярно обновляется, изменяется и пересматривается.

После запуска программы в окне отображения будет открыта последняя созданная сеть. Если в этой сети нет необходимости, то можно открыть другую сеть или создать новую в соответствии с рекомендациями данного Руководства.

Входные параметры программы Radio Mobile

Прежде чем создавать схему зоны охвата, следует определить 3 главных входных параметра. Кроме того, нужно определить карту района охвата с ее размером, разрешением и границами. Эта карта затем извлекается из базы данных высот и используется в качестве заднего плана для схемы зоны охвата. (См. раздел «Карты и свойства карт»).

Входные параметры могут быть определены в любом порядке, но обязательно до создания схемы охвата.

По умолчанию тремя главными параметрами являются:

- Сеть 1, Сеть 2, Сеть 3
- Система 1, Система 2, Система 3
- Станция 1, Станция 2, Станция 3.

После определения различных входных параметров и ввода конкретных данных можно изменить имена по умолчанию, чтобы лучше описать сеть и различные радиостанции, единицы измерений, системы элементов и рабочие параметры

Имена меток можно изменить для любых из следующих входных параметров:

- Сеть
- Система
- Станция

Следует использовать поля меток, которые упрощают просмотр программы через неделю или через месяц и хранят установки для конкретной сети и схемы охвата.

Под тремя параметрами понимаются:

Сеть - определяет общую группу радиостанций и набор рабочих характеристик. Она включает базовые станции, мобильные станции, портативные станции и т.п. в пределах радиосети. Она определяет также частотный диапазон для сети

Система – определяет конкретные рабочие характеристики любой радиостанции. Сюда относятся: мощность передатчика, чувствительность приемника, затухание в линии, высота подвеса антенны, тип антенны и коэффициент усиления антенны.

Станция – каждая радиостанция в сети. Сюда относятся: базовые станции, ретрансляторы, мобильные станции и портативные станции. Технические характеристики станции определяют ее географическое расположение. При вводе данных следует сохранять соотношение между различными элементами программы. Программа не может осуществлять проверку вводимых данных на ошибки.

Например, ОВЧ сеть будет иметь мобильную ОВЧ станцию, портативную ОВЧ станцию и базовую ОВЧ станцию. Система должна определяться для каждой станции в сети. Если запрограммированы неверные параметры системы, например, задан коэффициент усиления антенны для системы в 900 МГц, вместо ОВЧ системы, то программа не обнаружит ошибки.

Системы элементов для мобильной, портативной и базовой станции или для ретранслятора будут различными, но все они должны включать реальные ОВЧ параметры.

Широко распространенной ошибкой является определение затухания в антенном фидере одинаковым для ОВЧ и УВЧ систем. С повышением частоты затухание в фидере увеличивается. Следует вводить правильные рабочие характеристики системы и соблюдать соотношение между единицами измерений для каждой сети.

Карты и свойства карт

Карты содержат данные высот и физических особенностей местности. Их размер определяется в километрах, по форме они могут быть квадратными и прямоугольными. Географические карты и их совмещение с дорогами и другими картами будут рассмотрены позже

(см. раздел «Совмещение с географической и/или дорожной картой»)

При извлечении карта предстает в многоцветном исполнении. Многоцветность определяет высоты по всей карте, она может «включаться» или «выключаться», отображая высоты в серых тонах. В верхнем левом углу карты находится легенда, показывающая высоты в метрах и в соответствующем цветовом исполнении.

Для перехода от многоцветной к серой шкале следует выбрать «Файл» и «Свойства изображения». Серую шкалу можно также ввести в окне «Свойства карты», выбрав окошко «Ввести серую шкалу» в нижней левой части окна.

Как правило, при создании схемы зоны охвата карта с серой шкалой предпочтительнее. Уровни радиосигналов отображаются в таких же цветах, что и высоты. Поэтому, для того чтобы избежать путаницы в отображении высот и уровней сигналов, следует использовать карту в серых контрастных тонах.

На карте высот хорошо просматриваются реки и водные пути с возвышенностями и горами. Реки выглядят как канава или долина, горы как вершины и склоны.

Этап 1 Извлечь карту высот района, для которого будет создаваться карта зоны охвата. Щелкнуть по «Файл», «Свойства карты». Откроется окно, показывающее параметры карты. Значения параметров нужно изменить в соответствии с требуемой зоной охвата.

Этап 1а. Выбрать центр карты. Эта выборка может производиться несколькими способами. Можно использовать позицию курсора. Поместить курсор в нужном месте и щелкнуть мышкой один раз. Эта позиция и будет центром карты. Выбрать название города. В программе содержится база данных городов всего мира. Выбрать город как центр карты. Если в базу данных городов были перед этим добавлены другие местоположения, то они также будут доступны как город для определения центра карты. Ввести широту и долготу или другие координаты (QRA, MGRS, UTM, Maidenhead). Выбрать станцию. Если позиции радиостанций определены в пределах создаваемой зоны охвата, то любая станция может быть выбрана в качестве центра карты.

Этап 1б. Выбрать окно «Установить высоту станции». Поскольку станции определены и отображены в программе, то их высоты будут извлекаться автоматически. В противном случае высоты должны вводиться вручную, как часть свойств станции.

Этап 1в. Процесс совмещения изображений позволяет совмещать географическую карту с данными высот. И хотя такое совмещение можно произвести непосредственно в данный момент, полученное картографическое изображение будет выглядеть беспорядочным и трудно читаемым. Предпочтительнее извлечь карту, показывающую только высоты, создать на ней зону охвата и уже затем совместить ее с географической и/или дорожной картой. Более детально этот процесс описан в разделе «Создание карты зоны охвата».

Этап 1г. Ввод серой шкалы. Извлеченная карта по умолчанию имеет многоцветную шкалу, показывающую высоты на карте. Выбрать это окошко, чтобы отобразить данные высот в серых тонах. После создания схемы охвата многоцветная шкала будет определять уровни сигнала.

При этом предоставляется выбор: извлечь карту в формате серой шкалы и использовать цвет для идентификации уровней радиосигнала. Контраст и яркость серой шкалы можно отрегулировать позже, чтобы лучше отобразить зону охвата, наложенную на карту с серой шкалой. Существуют также и другие места для ввода при необходимости серой шкалы.

Зону охвата можно также определить, используя критерии выше или ниже определенного уровня сигнала. Более полное описание см. в разделе «Стиль». В этом случае цвета можно использовать для показа высот местности. Зона охвата создается на карте с использованием одного цвета. Цвета зона охвата можно подобрать таким образом, чтобы они не затемняли местность и географические особенности на создаваемой карте.

Этап 1д. Задать размер карты. Размер карты устанавливается двумя способами. Ширина и высота (в пикселях) определяют качество карты при ее распечатке. Чем больше количество пикселей, тем выше качество и разрешение карты после печатания.

Следует также иметь в виду, что размер в пикселях определяет форму карты, квадратную или прямоугольную

Этап 1е. Задать размер карты в километрах. Задать можно только один размер, другие будут вычисляться, чтобы сохранить правильными соотношения и географические соответствия. Размер относится к общей ширине или высоте карты при ее извлечении.

Этап 1ж. Задать расположение файла источника баз данных высот. Сначала следует задать формат баз данных, SRTM, DTED, BIL и т.д. При помощи кнопки просмотра задать правильное местоположение файла в компьютере, где хранятся файлы баз данных карты

Первая строка становится первым вариантом, где программа будет искать данные высот. Вторая строка является вторым вариантом. В качестве первого варианта может использоваться, например, SRTM, а DTED в качестве резервного. Использование более трех различных баз данных высот является излишеством.

Очевидно, что фактическое расположение будет диктовать выбор источника баз данных высот. Вероятно, что SRTM является наиболее универсальным источником.

Этап 1з. Убедиться, что выбрана команда «игнорировать пропуск файлов». В базах данных высот имеются пробелы и пропуски. Если программа столкнется с одним из таких пропусков, то она прекратит исполнять команды.

Этап 1и. Извлечь карту высот. То, что она отображает, будет зависеть от введенных параметров и местоположения. Зона охвата будет накладываться на эту карту.

Нахождение максимальной и минимальной высоты

Карта предоставляет возможность быстро и удобно находить максимальную высоту. В пункте «Вид» выбрать «Найти максимальную высоту» или выполнить команду «ctrl t». Курсор будет установлен на значение максимальной высоты на карте. Эта функция может оказаться весьма полезной для выбора местоположения станции.

Аналогичная процедура позволяет найти минимальную высоту на отображенной карте. Для этого в пункте «Вид» выбрать «Найти минимальную высоту».

Сеть

Сеть представляет собой совокупность базовых, мобильных, портативных и др. станций в пределах единой группы радиостанций. Для каждой отдельной или комбинированной схемы зоны охвата все действующие элементы собраны под единым понятием «Сеть».

Каждая сеть может рассматриваться с точки зрения зоны охвата в отдельном географическом районе, или для отдельного клиента или заказчика.

Если, например, будет создаваться схема охвата для 5 ретрансляторов в городе, то все они должны быть элементами единой общей «Сети» с параметрами, определяемыми этой сетью.

Сеть определяет частотный диапазон для зон уверенного приема. Если необходимо создать схему зоны охвата для ОВЧ и УВЧ систем, то они должны определяться как различные сети, каждая со своим частотным диапазоном.

Следует иметь в виду, что можно использовать одни и те же базовые, мобильные и портативные станции в этих различных сетях. Вполне возможно называть Сеть 1 как «СВЧ», а Сеть 2 как «УВЧ». Это можно использовать при создании карт зон охвата для различных диапазонов частот в одном и том же районе, используя одни и те же мобильные и базовые станции для показа зон охвата.

Например, мобильная радиостанция может иметь одинаковую мощность передатчика или уровень чувствительности приемника на ОВЧ и УВЧ, хотя антенны и затухание в фидере будут различными.

Этап 2. Создать Новую Сеть. Определяются размеры базы данных и количество элементов для Новой Сети, которое по умолчанию составляет:

Сети 25
Станции 50
Системы 25

Эти величины определяются при создании сети. Приведенные цифры по умолчанию вполне достаточны для большинства приложений, хотя могут быть и исключения. Если требуется больше компонентов, базовых, мобильных и др. станций, то все это должно определяться на данной стадии.

Если сеть уже создана, то ее можно открыть, используя команду «Открыть Сеть». При изменении районов охвата или при переходе в другой проект по определению зоны охвата открываемая новая сеть будет изменена в соответствии с другим проектом.

Изменение и визуальное отображение сетей

Открыть «Инструменты» и щелкнуть по «Сетевой менеджер». В этом окне визуально отобразятся Сети, Системы и Станции с представлением элементов сети в табличном виде.

Если задана ОВЧ сеть, то в ее состав входят конкретные системы и станции, ассоциированные с этой сетью.

Другие сети могут иметь другие системы и станции, ассоциированные с ними.

В этом есть свои преимущества, особенно при проверке на ошибки. Не составляет труда, при помощи Администратора сети определить, что станция, заданная как мобильная УВЧ станция, в действительности ассоциирована с системой, которая называется базовой УВЧ станцией, что приведет к ошибке расчета зоны охвата.

В верхней части экрана Сетевого менеджера имеется максимальное количество сетей, систем и станций, заданных в текущем сетевом файле.

При необходимости иметь больше сетей, систем и станций существующее максимальное количество можно переопределить. Для этого следует ввести в соответствующее окно нужное количество и щелкнуть по кнопке «ОК».

Свойства сетей

Этап 3. Открыть подокно «Свойства сетей» и приступить к определению и вводу данных в одну или в несколько сетей. Для доступа к сети щелкнуть по выделяющей рамке «Параметры».

Этап 3а. Ввести параметры для каждой сети. Изменить название сети в соответствии с особенностями конкретной схемы охвата, например, «СВЧ» или общее имя группы ретрансляторов, заказчика или пользователя.

Этап 3б. Ввести частотный диапазон в мегагерцах. Следует иметь в виду, что Система 2,4 или 5,8 ГГц должна вводиться как «2400» или «5800» соответственно. Математическое обеспечение программы использует значения частот в МГц.

Этап 3в. Ввести поляризацию. Поляризация оказывает некоторое влияние на зону охвата и должна вводиться как корректирующее значение.

Этап 3г. Режим. Эта функция относится к вероятности и границам замирания сигнала. Программа Radio Mobile определяет зоны охвата с надежностью в 50%. В зависимости от службы, использующей эту радиосистему, надежность может быть увеличена при уменьшении зоны охвата.

Этап 3д. Выбрать «Мобильная» и изменить процентные значения времени и ситуаций соответственно. Оба параметра должны быть заданы в одинаковых процентах. Проценты относятся к границам замирания сигнала, что было описано ранее.

Например, стандартная коммерческая службы радиосвязи приемлема при надежности в 50%.. Для служб скорой помощи и пожарных надежность должна быть увеличена до 90%, а возможно и выше. Цифры ниже 50% могут относиться к схеме совершенно ненадежной зоны охвата, и пользователю портативной аппаратуры возможно придется «подобрать место» для уверенной связи.

Этап 3е. Дополнительные потери. Могут добавляться при работе в городе с плотной застройкой или в густом лесу. Плотность городских построек относится к количеству высоких зданий вокруг передатчика. Параметр города увеличивает затухание сигнала из-за зданий, которые отсутствуют на топографической карте, но которые будут сокращать зону охвата в центре города, как и следовало ожидать.

Лес увеличивает влажность (лиственные деревья) и/или становится препятствием (хвойные деревья). Высокая плотность деревьев вокруг передатчика будет сокращать зону охвата, если радиоволны от передатчика к приемнику будут проходить через деревья. Этот эффект будет минимальным, если антенна установлена на башне, которая выше окружающих деревьев.

И все же, поскольку при распространении радиоволны приближаются к поверхности земли, они начинают проходить через деревья и ослабляются. Если известно о наличии деревьев, то лучше включить их при расчете зоны охвата.

Следует иметь виду, что лиственные деревья влияют на зону охвата при наличии на них листвы. В зимнее время в лиственном лесу зона охвата расширяется.

Интересно, что сосновые иглы имеют длину, сопоставимую с длиной волн на частоте 850 МГц, используемой в сотовой связи. Поэтому в сосновом лесу зона охвата сотовой связи существенно сокращается, что было выявлено на ранней стадии использования сотовой телефонии.

Этап 3ж. Поверхностная удельная электропроводность, электропроводность почвы и относительная диэлектрическая проницаемость почвы задаются по умолчанию. Исключением являются прибрежные районы, водные пути сообщения и арктические районы. Геологическая служба Канады является хорошим источником данных по этим районам.

Этап 3з. Климат. При создании схемы зоны охвата следует выбирать соответствующий вариант климатической зоны.

Топология

Топология относится к общей компоновке системы, методам коммуникаций и архитектуре радиосети.

Предполагается, что аналоговые сети передают сообщения, которые пользователи могут прослушать с первого раза. В действительности зачастую используется повтор передачи по просьбе пользователя. Хотя нормально аналоговые сообщения передаются только один раз.

Аналоговая коммуникация похожа на попытку вести разговор в шумном помещении. Если приходится постоянно повторять сказанное, потому что шум в помещении заглушает голос, то в таком случае коммуникация считается ненадежной.

Но с другой стороны, компьютеры могут запрашивать о повторе сообщений столько раз, сколько потребуется для получения сообщения без ошибок.

Программа *Radio Mobile* имеет два вида топологии:

1. Звездообразная топология, при которой одна ведущая (главная) станция поддерживает связь с несколькими удаленными станциями. Удаленные станции являются ведомыми и только отвечают на запрос об информации. Они не могут инициировать собственные сообщения. Некоторые протоколы передачи данных имеют режим **RB**, который позволяет ведомой станции создавать сообщение. Но, как правило, организатором коммуникаций является все же ведущая станция.

Самое главное, следует иметь в виду, что при передаче сообщений коллизии не отслеживаются. Поэтому, при возникновении коллизии сообщение искажается, и ведущая станция вынуждена запрашивать все удаленные станции для выявления искаженного сообщения.

2. Кластерная топология (Узел/Терминал) похожа на сеть *Ethernet* с маршрутизаторами. Особенностью этой топологии является то, что любая радиостанция предположительно может устанавливать связь с любой другой радиостанцией. Узел в системе может при необходимости

играть роль ретранслятора. Сообщения адресуются и передаются по сети с использованием любых доступных узлов.

Программа рассчитывает трассы, используя необходимое количество повторных циклов (итераций) для выявления кратчайшей трассы между станциями. Если после максимально возможного количества итераций трасса не будет найдена, то канал связи будет показан красным цветом.

Этап 4. Выбрать сеть, которая будет использоваться

- Аналоговая сеть
- Сеть данных, звездообразная топология
- Сеть данных, Кластерная топология

Станции

Станции сети определяет два параметра:

Во-первых, он определяет все активные станции, которые входят в состав конкретной сети. Пометить активные станции, которые будут использоваться при построении схемы зоны охвата плюс минус одна или несколько определенных позиций. Это дает возможность отобразить разницу в зонах охвата при добавлении или уменьшении количества позиций, отметив или не отмечая позиции в сети.

Каждая сеть определяет частотный диапазон. При рассмотрении двух сетей, одна из которых работает в диапазоне ОВЧ, а вторая в диапазоне УВЧ, можно создать две карты с зонами охвата, по одной на каждую сеть или на частотный диапазон.

Убедиться, что надлежащие станции выбраны в качестве элементов соответствующих сетей.

Во-вторых, «Станции» устанавливает «Систему», ассоциированную с каждой станцией. Система содержит конкретные рабочие параметры для станции. Она определяет мощность передатчика, чувствительность приемника, затухание в линии, тип антенны, высоту ее подвеса и коэффициент усиления.

Каждая станция должна иметь соответствующую Систему, определяющую все рабочие параметры этой станции.

Например, ОВЧ и УВЧ станции имеют различные рабочие параметры, коэффициенты усиления антенн, затухание в фидере и т.д. и поэтому должны определяться как различные «Система».

Этап 5. Определить станции в каждой сети. Лучше работать одновременно с одной сетью. Выбрать сеть и пометить станции, которые являются элементами этой сети.

Этап 5а. Определить коммуникационную зависимость для каждой станции. Данный раздел позволяет активизировать различные радиостанции и позиции в пределах сети в зависимости от схемы охвата и необходимых расчетов. Каждая активная «станция» должна быть помечена.

Следует учитывать, что зачастую требуется иметь отдельные схемы зон охвата для мобильной станции и портативной станции. Если мобильная и портативная станции заданы, то зона охвата может быть создана путем выборки мобильной станции как «активной», в этом случае будет создана зона охвата для мобильной станции. Затем следует отменить выбор мобильной станции и выбрать портативную станцию. Как «активную». Будет создана и отображена схема охвата для портативной станции.

Зона охвата может быть показана как берущей начало от базовой станции или ретранслятора. В этом случае мобильная и портативная станции играют роль приемников. Можно рассчитать зоны охвата в обратном направлении, используя базовую станцию как приемник, а мобильную или портативную станцию как передатчик.

Это может оказаться полезным при определении соотношений уровней передаваемого и принимаемого сигналов.

Этап 5б. Определить ретранслирующую станции, как «Командную» (передающую)

Этап 5в. Определить мобильную, портативную и стационарную базовую станцию как «Подчиненные» (принимающие).

Этап 5г. Определить ретрансляторы данных в сотовой сети передачи данных как «трансляторы повторных передач».

Этап 5д. Отметить активные станции, которые используются для расчетов зон охвата. Любая станция, не отмеченная на экране как «активная», не будет фигурировать в расчетах. Следует иметь в виду, что на карте может появиться какая-то станция в качестве опорной, но в расчетах она не будет использоваться.

Этап 5е. Определить Систему для каждой радиостанции. Система может быть названа именем станции, что упрощает действия с ними.

Этап 5ж. Определить высоту подвеса антенны, ЕС ли она отличается от заданных параметров системы. Как правило, высота антенны определяется как часть параметров система, однако при необходимости ее можно изменить. Иногда желательно строить график зоны охвата с позиции, на которой используется несколько различных высот антенн. Для каждой из этих высот может применяться функция изменения.

Система

Система определяет конкретные рабочие параметры данной радиостанции. Рабочие параметры включают:

- Выходная мощность передатчика
- Чувствительность приемника и уровень пороговой чувствительности
- Тип антенны
- Коэффициент усиления антенны
- Диаграмма направленности антенны
- Относительное затухание в фидере и другие потери

Проще всего изменить имя системы по умолчанию на имя, присвоенное каждой станции. Радиостанции могут иметь одинаковую выходную мощность при различных высотах антенн, коэффициентах усиления, потерях в фидере, многоканальных разветвителях, антенных переключателях и фильтрах. Поэтому набор параметров конкретной системы или нескольких систем может задаваться отдельно для каждой станции.

Мобильные и портативные станции имеют различные параметры. У портативных станций более низкий коэффициент усиления антенны и нет потерь в фидере. Мобильные станции могут иметь четверть-волновую коллинеарную направленную антенну и с коэффициентов усиления 5/8 и выше.

Для всех систем затухание в фидере меняется в зависимости от частоты.

Этап 6. Системные переменные определяют рабочие параметры каждой станции в сети, включая базовые станции, ретрансляторы, мобильные, портативные и другие станции.

Этап 6а. Изменить имя системы на название соответствующей радиостанции.

Этап 6б. Ввести выходную мощность передачи в ваттах или дБ/м. Соответствующее значение будет вычисляться автоматически.

Этап 6в. Ввести пороговую чувствительность приемника в μV или дБ/м. Соответствующее значение будет вычисляться автоматически.

Этап 6г. Ввести полное затухание в фидере между передатчиком и антенной, включая:

- Затухание в коаксиальном кабеле (меняется в зависимости от частоты и длины кабеля)
- Потери в антенном переключателе, если таковой используется
- Потери в многоканальных разветвителях, если таковые используются
- Потери в любых дополнительных фильтрах, которые могут находиться между передатчиком или приемником и антенной
- Потери в соединителях (в коаксиальных байонетных соединителях потери обычно составляют 0,5 дБ. УВЧ соединителя имеют более высокие потери – порядка 1,0 дБ на каждый соединитель).

Этап 6д. Ввести тип используемой антенны. Библиотека программы содержит несколько типов антенн. Всенаправленная антенная имеет круговую диаграмму направленности. Кардиоидная антенна и симметричная антенна с эллипсоидальными вибраторами используются для систем ОВЧ и УВЧ диапазона. Имеются также и другие типы направленных антенн.

Этап 6е. Значение коэффициента усиления антенны берется у производителя. В ОВЧ и УВЧ системах коэффициент усиления антенны обычно указывается в dBd (коэффициент усиления антенны относительно дипольной антенны). В микроволновых системах и системах с широкополосными и псевдослучайными сигналами коэффициент усиления антенны обычно указывается в дБ (коэффициент усиления антенны относительно изотропной антенны).

Убедиться в правильности ввода напряженности электромагнитного поля. Соответствующее значение коэффициента усиления будет вычислено автоматически.

Этап 6ж. Ввести высоту подвеса антенны в метрах.

Этап 6з. Можно добавить дополнительное затухание в фидере, если оно не было включено в затухание в линии передачи. Следует учитывать, что это затухание в фидере вводится в дБм и умножается на высоту подвеса антенны для определения полного затухания в фидере.

Этап 6и. Данные система могут вводиться в базу данных программы Radio Mobile и удаляться из нее. При расчете нескольких систем с одинаковыми системными параметрами системный файл может храниться в библиотеке программы для последующего использования.

Стиль оформления

Стиль оформления определяет способ представления схемы зоны охвата.

Зона охвата может быть показана с использованием двух методов. Она может быть показана с использованием критериев «принят/не принят», основанных на пороговой чувствительности приемника, либо с использованием многоцветности с отображением на карте различных расчетных уровней сигнала. Фактический метод выбирается в программе как часть входных параметров до расчета зоны охвата.

Окошко «Стиль оформления» предназначено для использования с критериями «принят/не принят», как описано ниже.

Этап 7. Выбрать метод отображения зоны «Линии прямой видимости», метод 2 лучей (с использованием двух линий).

Этап 7а. Выбрать критерии «принят/не принят» для отображения зоны охвата. По умолчанию в программу введены уровни сигнала больше или меньше на 3 дБ от уровня пороговой чувствительности приемника.

Например, если пороговая чувствительность приемника равна -90 дБ/м то тогда

- Сигналы больше -87 дБ/м (-90+3 дБ) показываются зеленым цветом
- Сигналы от -87 дБ/м (-90+3дБ) до -93 дБ/м (-90-3 дБ) показываются желтым цветом
- Сигналы меньше -93 дБ/м показываются красным цветом

Эти три цвета могут быть по отдельности «включаться» и «выключаться»

Этап 7б. Критерий в 3 дБ может быть изменен на любое другое значение по желанию. Разница в уровне сигнала устанавливается от пороговой чувствительности приемника. Она может быть задана любым числом, начиная с 3 дБ по умолчанию.

Этап 7в. После завершения ввода всех этих параметров следует щелкнуть по «ОК» для закрытия окна «Свойства Сети».

Станции

Все базовые радиостанции, ретрансляторы, мобильные и портативные радиостанции указываются в программе под названием «Станция».

По умолчанию станции обозначаются как Станция 1, Станция 2 и т.д. При назначении станции для конкретного использования ее название следует изменить на название местоположения, на «базовую станцию», «мобильную станцию», «портативную станцию» и т.д.

Программа производит вычисления, используя широту и долготу в положительных и отрицательных цифрах. При вводе широты и долготы местоположения следует использовать окошко, при помощи которого устанавливается правильное значение полушария. В колонке широт имеет окошко "N" (север). Щелчок по этому окошку меняет его на "S" (юг).

Аналогичная замена происходит и с долготой. Щелчок по окошку «E» (восток) меняет его на "W" (запад).

Широты и долготы отображаются как положительные (со знаком +) и отрицательные (со знаком -) цифры. Следует проверять выбор правильного полушария.

Программа использует следующий порядок обозначений:

- Северная широта - положительная (+)
- Восточная долгота - положительная (+)
- Южная широта - отрицательная (-)
- Западная долгота - отрицательная (-)

Этап 8. Открыть «Файл», меню «Свойства станции»

Этап 8а. Изменить обозначения станций 1, 2, 3 и т.д. на названия в соответствии с их функциями, чтобы идентифицировать их в сети. Названия должны быть простыми, как, например, «базовая станция», мобильная и т.п. или они могут быть названы по названию местоположения ретрансляторов.

Высота расположения станции будет определена автоматически по карте местности после того, как будет задана позиция станции на выбранной карте.

Этап 8б. Позицию любой радиостанции можно скопировать и вставить в новую радиостанцию. Для этого следует использовать пиктограммы «копировать» и «вставить».

Этап 8в. Задать местоположение для каждой станции. Для определения позиции станции существуют 5 способов.

- Ввести широту и долготу непосредственно, если они известны. Убедиться, что широта введена как северная или южная, а долгота как восточная или западная.
- Когда карта извлечена из базы данных, поместить станцию в позицию курсора. Курсором можно щелкнуть и идентифицировать позицию в любом месте карты. В позиции этого курсора можно определить любую станцию. Это удобно, когда мобильная станция находится где-то на карте.

В остальных трех вариантах предполагается, что станция имеет местоположение, заданное одним из выше указанных методов.

- Поместить курсор в позицию станции. Если станция уже имеет определенное местоположение, то курсор можно просто передвинуть в это местоположение.
- Добавить станцию в файл cities.dat. Программа имеет базу данных городов. Местоположение любой станции может быть добавлено в эту базу данных.
- Извлечь станцию из файла cities.dat. Станция может быть размещена в любом городе базы данных, включая предварительно сохраненные местоположения станции.

Этап 8г. Стиль оформления относится к маркировке и пиктограмме, идентифицирующих конкретную станцию.

- **Активна** определяет возможность отображения станции на карте.
- **Без фона** делает прозрачной текстовую метку, чтобы можно было прочитать другие детали сквозь текст. Аккуратный подбор цветов позволит считывать метку, отображаемую в читаемом формате.
- **Без подписи** текст метки отключается полностью.
- **Вправо, По центру, Влево** перемещает текстовую метку относительно пиктограммы
- **Цвет фона** цвет фона для текстовой метки
- **Цвет текста** - цвет печатных знаков текстовой метки
- **Ползунок внизу** предоставляет возможность изменять размер пиктограммы на карте
- **Небольшой знак +** справа от ползунка позволяет менять пиктограмму на другую пиктограмму или изображение. Пиктограмма может быть заменена изображением автомобиля (мобильная станция), портативного радиоприемника или множеством других пиктограмм.

Этап 8д. Кнопки с правой стороны управляют отображением и расположением станций, сортировкой списка и т.д.

Следует иметь в виду, что когда станции показаны на карте, двойной щелчок по любой отображенной станции выведет окно «Свойства Станции», и при необходимости можно будет производить изменения по каждой станции.

Любая радиостанция может быть отображена на карте или в зоне охвата щелчком по пункту «Вид» и «показать сети». При этом предлагается три варианта отображения:

- «Все» - отображаются все станции и каналы связи между ними
- «Станции» - показываются только станции
- «Каналы» - показываются каналы, соединяющие станции.

Этап 8е. После того, как свойства станции определены, следует щелкнуть по «ОК» для закрытия окна «Свойства Станции».

Отображение станций и каналов

После того как определены Сеть, Система Элементов и Станции, они должны быть отображены на выбранной карте, чтобы убедиться, что карта имеет нужный размер для размещения станций в пределах зоны охвата.

Щелкнуть по пунктам «Вид» «Показать Сети». Будет предложено три варианта:

Все - отображаются станции и каналы связи, соединяющие все станции между собой.

Станции - отображаются станции и их расположение на показанной карте. Следует иметь в виду, что если предварительно определенный размер карту окажется слишком малым для размещения выбранных станций, то не уместившиеся на карте станции не будут отображены. Следует убедиться в возможности использовать вертикальные и горизонтальные полосы прокрутки для просмотра всей карты и всех станций.

Следует иметь в виду, что в окне «Свойства Станции» можно «активизировать» станцию. Удаление метки внутри кнопки-флажка блокирует эту станцию. Она не используется для вычислений и построений схемы зоны охвата.

Рекомендуется, чтобы для ОВЧ и УВЧ систем были заданы различные станции. Можно задавать различные мобильные станции, каждая со своим коэффициентом усиления антенны, затуханием в фидере и параметрами соответствующей системы.

Каналы - показываются каналы только между всеми действующими станциями.

Создание карты зоны охвата

Карта, которая отображается, представляет собой карту высот. Следующим этапом является наложение зоны охвата на эту карту.

Карты высот показывают высоты с использованием многоцветной шкалы. При создании схемы охвата происходит смешение двух цветных шкал, и невозможно дифференцировать цвета, показывающие высоты и цвета, показывающие зоны охвата.

Программа может вводить в карту «серую шкалу» и будет запрашивать об этом, прежде чем рассчитывать зону охвата. Рекомендуется показывать высоту в серых тонах, если требуется многоцветное отображение зоны охвата. Многоцветность в отображении сигналов используется для показа уровней сигнала, а не высот.

Если зона охвата создается с использованием критериев «принят/не принят», а цвета конкретно задаваемых уровня сигнала, высоты и зоны охвата не будут смешиваться, то зона охвата будет показана только в одном цвете.

Серая шкала

Когда программа запрашивает о введении серой шкалы, то полученный результат может оказаться мало пригодным для применения. Серая шкала может скрыть некоторые детали и не отобразить другие в удобной форме.

Серую шкалу можно изменять и исправлять, меняя контраст, яркость и источник освещения. Для этого, возможно потребуются поэкспериментировать, но в конечном итоге результат будет улучшен.

Этап 9. Модифицировать параметры серой шкалы. В меню «Файл» щелкнуть по пункту «Свойства Изображения». При этом можно изменить три параметра: контраст, яркость и азимут источника света.

Контраст и яркость можно задавать так же, как при установлении параметров черно-белого изображения.

Азимут света представляет собой направление освещения от виртуального солнца. Тени на черно-белом изображении можно перемещать для улучшения общего отображения карты путем изменения азимута виртуального источника света.

Все это может потребовать некоторого экспериментирования в зависимости от местности и параметров конкретной карты.

По умолчанию изображение создается в серых тонах, поэтому для отображения зоны охвата можно использовать несколько цветов. Высоты могут отображаться в многоцветных тонах, если зона охвата отображена как цветной фон, наложенный на карту.

Другие варианты отображения

Имеется множество других вариантов отображения, которые можно изменять, используя этот экран. Следует поэкспериментировать с программой и с тем, что она отображает, чтобы создать желаемое.

- Можно отобразить города
- Высоты можно изменить для многоцветного отображения
- В карту можно добавить контуры высот с различными интервалами, можно показать контуры с интервалом в 10 или 30 метров.
- В стереоскопическом отображении больше заинтересованы картографы, изучающие печатную карту с использованием стереоскопических очков? Чтобы видеть объемное изображение.

Добавить зону уверенного приема (зону охвата)

Этап 10. Выбрать «Инструменты», «Зона охвата», а затем либо «Однополярная», либо «Комбинированная Декартовская». Сначала следует проверить, имеется ли элемент выбора «Рисовать» как рабочая кнопка. Если она недоступна для выбора (серого цвета), значит, отсутствует один из входных параметров, станция не «активизирована» либо станция определена неправильно. Зона охвата не может быть рассчитана до тех пор, пока ошибка не будет обнаружена и исправлена.

Этап 10а. Выбрать мобильную станцию. Теперь может быть показана зона охвата для заданной мобильной станции или заданной портативной станции.

Этап 10б. Выбрать Сеть. В этом пункте можно выбрать различные сети для ОВЧ или УВЧ.

Полярная зона охвата (Зона охвата в полярных координатах)

Этап 11. Для расчета зоны охвата доступны два варианта. Следует иметь в виду, что зона охвата будет последовательно рассчитываться для каждой базовой станции, выбранной и определенной как «Командная» (Ведущая) и «включенной» в меню «Станции». Зачастую именно это является причиной, почему недоступен элемент выбора «Рисовать» (серого цвета), т.е. неправильно выбрана базовая станция. Для вычисления зоны охвата каждая принятая в расчет станция должна быть определена как «активизированная» в окне «Свойства станции».

Этап 11а. Расчет однополярной зоны охвата осуществляется с использованием радиальных линий, исходящих от каждой выбранной базовой станции.

По мере увеличения расстояния от базовой станции увеличивается расстояние между радиальными линиями и уменьшается разрешение. Такой расчет зоны охвата производится быстро, но разрешение по краям схемы зоны охвата уменьшается.

Зона охвата в комбинированных декартовых координатах. Уровни сигнала рассчитываются с использованием системы координат X-Y. Разрешение одинаковое по всей карте, но процесс расчетов в этом случае занимает больше времени.

Расчет зоны охвата в полярных координатах может использоваться для быстрого создания приблизительной схемы, а комбинированные декартовы координаты могут использоваться для создания подробной и окончательной карты.

Этап 11б. Выбрать направление канала. Выбирается одна из схем зоны охвата от базовой передающей станции до мобильной принимающей станции или же от мобильной передающей станции к базовой. Можно также выбрать наихудший вариант любого из этих направлений. Более полную информацию см. в описании под заголовком «Дополнительные замечания по схемам зоны охвата».

Этап 11в. Выбрать тип схемы. Контурная линия будет показывать профиль конкретного уровня сигнала. Зона охвата, окруженная контурной линией, по своим размерам превосходит зону, определяемую отображаемой пороговой чувствительностью.

«Залить область» - закрашивает зону уверенного приема на основе критериев «принят/не принят». Приемлемая зона показывается желтым цветом, отсутствие зоны показано красным цветом. (Установки по умолчанию). Цвет можно изменять щелчком по кнопке «Цвет».

Этап 11г. Выбрать тип отображения пороговой чувствительности. При этом предлагаются четыре варианта выбора:

- S-Unit (Стандартные единицы). Можно использовать стандартные значения Региона 1 Международного союза радиолюбителей. Следует иметь в виду, что стандартные единицы

можно изменять с использованием меню «Параметры» или запрограммировать конкретные критерии для калибровки собственного измерителя уровня сигнала.

- **dBm, μV** являются обычными параметрами зоны уверенного приема, используемые в радиотехнике. Для того, чтобы задать значения, отображаемые в схеме зоны охвата, следует использовать окошки, расположенные справа.

Следует иметь в виду, что параметры приемников с расширенным спектром и микроволновых радиостанций обычно задаются в **dBm**, в то время как параметры мобильных и портативных радиостанций определяются в **μV** . Следует выбирать параметр чувствительности, который соответствует заданной схеме зоны охвата.

- **dB μV /m**. Эти единицы обычно используются для определения границы зоны радиовещания или телевизионных передач. Иногда используются линейные значения **μV /m**.

Этап 11д. Выбрать длину радиальных линий, используемых для расчета зоны охвата. Программа будет вычислять зону охвата вдоль каждой радиальной линии. Они могут быть одинаковой длины по всему размеру карты, или могут быть короче, чтобы на одной карте можно было отобразить несколько ретрансляторов.

Этап 11е. Выбрать азимуты радиальных линий.. 360^0 представляют собой полную окружность. Для расчета углов использовать интервал в $0,1^0$ или $0,5^0$. Чем больше радиальных линий и чем меньше интервал между ними, тем больше времени займет процесс создания зоны охвата.

Этап 11ж. Можно изменять высоту подвеса антенны на центральной станции или же можно использовать антенну, запрограммированную в системе? Связанной с каждой радиостанцией. Следует иметь в виду, что изменение антенны в данном случае приведет к изменению антенн для всех позиций. Изменение и выбор антенн как части система для каждой радиостанции позволяет использовать различные антенны на каждой позиции. Но этим полезно пользоваться только когда все антенны на всех позициях одинаковые.

Этап 11з. Выбрать «Рисовать» и диаграмма направленности антенны будет нарисована в ее собственном окне. Это простой способ проверить, что было использовано для создания диаграммы направленности антенны. Прежде чем продолжать работать дальше, следует закрыть окно диаграммы направленности антенны.

Зона охвата в комбинированных декартовых координатах

При построении зон охвата с использованием комбинированных декартовых координат применяются вычисления по осям X-Y. Преимуществом этого метода является неизменность разрешающей способности. Его недостаток состоит в том, что для создания схемы охвата требуется больше времени.

Как и при создании однополярной зоны охвата должны использоваться одинаковые параметры.

Этап 12. Выбрать стационарные радиостанции, которые будут использоваться для построения комбинированной зоны охвата. Зоны охвата будут последовательно рассчитываться для каждой станции, определяемой как «Ведущая» и отмечаемой как «активная».

Диаграммы направленности антенны для каждой позиции базовой станции задаются в соответствии со значениями параметров системы по умолчанию. При необходимости можно изменять диаграммы направленности каждой отдельной базовой станции.

Диаграмму направленности антенны можно рисовать в отдельном окне для ее просмотра.

Этап 12а. Выбрать мобильную станцию. Это может быть предварительно заданная мобильная радиостанция или портативная радиостанция.

Этап 12б. Выбрать сеть. Это может быть предварительно заданная ОВЧ или УВЧ сеть.

Этап 12в. При необходимости модифицировать начальные параметры антенны отменить выбор «Направление антенны», в противном случае программа будет использовать диаграмму направленности антенны из ранее запрограммированных параметров система.

Этап 12г. Выбрать направление канала, либо от базовой станции к мобильной (мобильному приемнику), либо от мобильной станции (мобильного передатчика) к базовой.

Этап 12д. Выбрать уровень сигнала для построения графика. При этом, как указывалось выше, предлагаются четыре варианта выбора:

- **S-Unit (Стандартные единицы).** Можно использовать стандартные значения Региона 1 Международного союза радиолюбителей. Следует иметь в виду, что стандартные единицы

можно изменять с использованием меню «Параметры» или запрограммировать конкретные критерии для калибровки собственного измерителя уровня сигнала.

- dBm, μV являются обычными параметрами зоны уверенного приема, используемые в радиотехнике. Для того, чтобы задать значения, отображаемые в схеме зоны охвата, следует использовать окошки, расположенные справа.
- dB $\mu V/m$. Эти единицы обычно используются для определения границы зоны радиовещания или телевизионных передач. Иногда используются линейные значения $\mu V/m$.

Этап 12е. Определить диапазон уровней сигналов в выбранных станциях. При этом может быть определен минимальный уровень сигналов или предел их значений в выбранных станциях. Если нужен диапазон значений, то следует выбрать окошко, которое позволяет определить предел высокого уровня. Ввести этот более высокий уровень в выбранные станции.

Этап 12ж. Определить тип отображения, выбрав либо критерии «принято/не принято» (по умолчанию), либо многоцветное отображение, которое представляет уровни сигналов в различных цветах. Критерии «принято/не принято» используют минимальный уровень, определяемый в окошке «От».

Этап 12з. Определить разрешение для схемы зоны охвата. По умолчанию оно равно 5 пикселям, что дает невысокое качество изображения, особенно в многоцветном режиме. Нужно уменьшить эту величину до 1, 2 или 3 пикселей, чтобы получить более качественное изображение. Следует учитывать, что для получения более детального изображения компьютеру потребуется большее время.

Насколько больше? Это зависит от вычислительной мощности компьютера, и может потребоваться до одного часа, чтобы получить на выходе схему зоны охвата.

Дополнительные замечания по схемам зоны охвата

1. Когда используется многоцветное отображение пределов уровней сигналов, то в верхней левой части карты представляется легенда, показывающая уровень сигнала в соответствующем цвете.

2. На карту можно поместить легенду расстояний для того, чтобы облегчить определение относительного расстояния и шкалы карты. Следует щелкнуть по «Правка», «Шкала Расстояний» и выбрать позицию для размещения этой шкалы. Ее можно поместить в любом из четырех углов карты.

3. На изображении можно отобразить широту и долготу углов карты. Для этого следует выбрать «Правка» и «Координаты углов». Каждый угол карты будет иметь широту и долготу, отображенные в градусах, минутах, секундах и в десятичных долях градуса.

4. Направление канала. В нескольких вариантах вычислений можно определять «направление канала». Зона охвата может создаваться от ретранслятора к мобильной или портативной станции или наоборот – от мобильной или портативной станции к ретранслятору.

Такое вычисление направления используется для того, чтобы сбалансировать входящие и выходящие сигналы ретранслятора.

Это полезное и важное сравнение. Если система радиосвязи устроена таким образом, что мобильные и портативные станции могут принимать передачи базовой станции или ретранслятора, то также важно обеспечить, чтобы те же мобильные и портативные станции могли осуществлять передачу на базовый приемник. При этом важно, чтобы уровень сигналов, принимаемых мобильными и портативными станциями от ретранслятора, соответствовал уровню сигналов, принимаемых ретранслятором от этих станций.

Недостаточно разработать систему с хорошей зоной охвата ретранслятора, если удаленные радиостанции не могут со своей стороны связаться с ретранслятором в пределах зоны охвата ретранслятора.

5. Для того чтобы показать параметры зоны охвата, например контур в 5 μV и 1 μV , нужно дважды просчитать зону охвата, каждый раз с различными показателями пороговой чувствительности. Нужно задать различные цвета для каждой схемы, и параметры охвата будут накладываться друг на друга.

Это можно также использовать для показа зоны охвата портативной станции в сравнении с зоной охвата мобильной станции с одной и той же позиции передатчика. Просто нужно создавать схему зоны охвата, используя различные радиостанции и системы для одной и той же карты. Выбрать различные цвета, чтобы показать различные уровни контуров сигналов.

Совмещение с географической и/или дорожной картой

После того как карта с зоной охвата создана, ее можно совместить с географической картой для лучшего показа зоны охвата и местоположения.

Для этого этапа работы требуется подсоединение компьютера к Интернету. Программа получает данные карт из Интернета и должна иметь сеть, доступную для получения географических данных.

В карту можно в любое время добавлять различные станции. Следует щелкнуть по «Вид», «Показать Сети» и выбрать станции и/или каналы для отображения.

Если отображается не то, что нужно, то можно предпринять 3 действия, чтобы начать процедуру снова и пересчитать зону охвата заново.

- 1.»Файл» - «Свойства карты», извлечь новую карту с данными высот.
2. «Инструменты» – «Зона охвата» и создать заново зону охвата.
- 3.»Правка» - «Совместить Изображения», добавить географическую карту к карте зоны охвата.

Этап 13. Выбрать «Правка», «Совместить Изображения»

Данная процедура осуществляется для того, чтобы совместить схему зоны охвата с различными вариантами карт, полученными из Интернета. Имеется несколько общедоступных карт, которые можно выбирать.

Этап 13а. Выбрать метод совмещения карты зоны охвата с географической картой. Имеются три варианта. Эти варианты относятся к математическому процессу, который использует компьютер для совмещения карт.

- Заменить
- Наложить
- Объединить
- Смешать

Для получения желаемого результата придется несколько поэкспериментировать. В отображении имеются различия, которые зависят от местоположения и выбранных карт.

Горячие клавиши

Для быстрого доступа к определенным пунктам меню программы Radio Mobile определены несколько «Горячих клавиш»:

- F2 - открывает страницу «Радио канал»
- F3 - открывает страницу «Зона охвата в полярных координатах»
- F4 - открывает страницу «Зона охвата в декартовых координатах»
- F5 - открывает страниц «Найти лучшее местоположение»
- F6 - открывает страницу «Маршрутная зона охвата»
- F7 - открывает страницу «Совместить изображения»
- F9 - открывает страницу «Масштабировать карту под изображение/выборку»
- F11- открывает страницу «Визуальная зона охвата»
- F12- открывает страницу «Видимый горизонт»

Двухточечный радиоканал

При рассмотрении трассы распространения радиоволн возникает вопрос создания двухточечного радиоканала, который, например, используется для установления линия связи между ретрансляторами. Обычно используются различные антенны и различные диапазоны частот. Программа Radio Mobile дает возможность предсказывать уровень принимаемого сигнала в таких каналах.

Многие из таких позиций будут общими и могут использоваться совместно, хотя диапазоны частот и система (коэффициенты усиления и затухание) будут, по всей вероятности, различными. При назначении и использовании другой сети частоты могут изменяться и могут определяться дополнительные система для двухточечных каналов, с использованием одних и тех же позиций радиостанций.

Этап 14. Ввод фактически такой же. Следует произвести несколько изменений, чтобы разделить эти каналы с зоной охвата.

Этап 14а. Идентифицировать «Сеть». Задать нужный частотный диапазон для двухточечных каналов.

Этап 14б. Радиоканалы могут быть одинаковыми.

Этап 14в. Определить дополнительные системы элементов, так как антенны, по всей вероятности, будут направленными (различные коэффициенты усиления и диаграммы направленности) и поэтому различными для двухточечного канала.

Этап 14г. Выбрать «Файл», «Свойства Сети». Щелкнуть по «Станции» и выбрать конкретные станции на каждом конце двухточечного канала. Заккрыть «Свойства Сети»

Этап 14д. Выбрать «Инструменты», «Радиоканал». Отобразится экран с двухточечным каналом.

Файл двухточечного канала можно сделать обратным щелчком по окошку «переставить». Рекомендуется просмотреть двухточечный канал с обоих направлений для определения наличия препятствий, которые могут иметь существенное значение для одного направления и не иметь особого значения для противоположного.

Информация, расположенная в верхней части двухстороннего канала, содержит несколько важных параметров, которые показаны и объяснены ниже.

Азимут	Рассчитанный азимут антенны от передатчика к приемнику. Расчет основан на широте и долготе двух позиций, определенных по данным страницы «Свойства станции». Угол рассчитывается относительно истинного Севера.
Затухание в линии	Общее затухание в линии между позициями приемника и передатчика в дБ.
Угол возвышения	Угол направления радиосигнала от передающей антенны. Может впоследствии использоваться для расчета помех
Напряженность поля (E-field)	Рассчитанный уровень сигнала в dB μ V/m. Значение напряженности поля обычно используется для вычисления схем радиовещания и зоны охвата.
Препятствие	Идентифицирует первое препятствие на пути сигнала. Как правило, первое препятствие имеет наибольший эффект, уменьшая уровень сигнала на двухточечном канале
Уровень принимаемого сигнала (dBm)	Принимаемый сигнал вычисляемый в dBm
Наихудшая зона Френеля	Наименьший просвет Зоны Френеля, вычисляемый в соответствии с номером Зоны Френеля
Уровень принимаемого сигнала (μ V)	Принимаемый сигнал вычисляемый в μ V
Расстояние	Расстояние в километрах между приемником и передатчиком
Чувствительность приемника (относительная)	Расчетный уровень сигнала относительно пороговой чувствительности приемника. Его величина по существу представляет собой запас на замирание на трассе.

Выход из программы

Каждое созданное изображение можно сохранить в нескольких форматах. Выбрать «Файл» и «Сохранить изображение как». Предлагается несколько форматов для сохранения, включая битовый формат, JPG и TIFF. Доступны также и другие форматы.

При создании исходной сети программа создает директорию для хранения информации по зоне охвата, относящуюся к этой сети. Рекомендуется продолжать сохранять файлы, относящиеся к определенному географическому району, в одной и той же директории для их возможного повторного использования.

При выходе из программы следует иметь в виду, что есть три файла, которые следует сохранить для последующего использования.

Этап 15. Программа автоматически сохраняет эти три файла, если они не были сохранены ранее. Ручное сохранение позволяет создать новую или отдельную директорию для конкретной схемы зоны охвата.

Этап 15а. Файл сети – «Сохранить сети» или «Сохранить сети как». Расширение файла «.net»

Этап 15б. Файл карты – «Сохранить карту как», сохраняются данные карты. Расширение файла «.map»

Этап 15в. Файл изображения – «Сохранить изображение как». Вычисление данного изображения зависит от того, были или не были завершены вычисления зоны охвата. Файл можно сохранить в нескольких форматах, включая 'bmp' или 'jpg'.

Различные схемы зон охвата можно сохранять как различные изображения в одной и той же директории зон охвата. Можно строить график зоны охвата для ОВЧ диапазона, а затем для УВЧ диапазона, при условии что имена изображений различные.

Следует иметь в виду, что схемы зон охвата сохраняются как изображения. Они могут открываться и отображаться в любой программе, которая может считывать формат изображения схемы зоны охвата.

Программа **Radio Mobile** сохраняется в своей собственной директории на жестком диске. В ней имеется папка под именем «Сети». Следует создавать папку сети для каждой карты зоны охвата. Файлы с расширением «.Net» и «.map» можно сохранять в этих сетевых папках. Это упрощает управление файлами. Все файлы, относящиеся к конкретной сети, находятся в своей собственной папке.

Следует создать новую папку в папке «Сети». При выходе из программы она запросит о сохранении файлов, которые можно сохранить в соответствующей сетевой папке.

Заключение

Программа **Radio Mobile** представляет собой многовариантную программу для расчета и построения схем зон уверенного приема. Данное руководство предназначено для того, чтобы предоставить основополагающую информацию о зонах уверенного радиоприема, и описывает, как начать работать с этой программой. Программа содержит много других различных вариантов, которые не рассмотрены в данном руководстве.

Начав работать с этой программой, пользователю предстоит поэкспериментировать с использованием этих вариантов и параметров.