

# Короткие волны: особенности распространения и выбор антенн.

**Короткие волны** — диапазон радиоволн с частотой от 3 МГц (длина волны ~100 м) до 30 МГц (длина волны ~10 м).

Короткие волны распространяются как земной волной, так и отраженной волной от ионосферы.

## Основные физические свойства радиоволн

### Деление радиоволн по способам распространения.

Надежность прохождения радиоволн на пути от передающей до приемной антенны определяет устойчивость работы радиолинии. Радиоволны, излучаемые передающей антенной, могут распространяться в атмосфере, в космосе, вдоль поверхности земли и в толще земли или воды. При этом различают следующие способы распространения радиоволн.

#### Прямая волна.

В однородной или слабо неоднородной среде радиоволны попадают в пункт приёма по прямолинейным или близким к ним траекториям. Такие волны называют **прямыми**. Радиосвязь прямой волной (или прямым лучом) осуществляется лишь при наличии прямой (или геометрической) видимости между антеннами корреспондентов, как, например, на радиолинии с самолетом. При расположении антенн корреспондентов вблизи земной поверхности дальность прямой видимости ограничена сферичностью и неровностями рельефа земной поверхности и составляет несколько десятков километров. При радиосвязи на более значительные расстояния радиоволны попадают в пункт приема вследствие рефракции, дифракции, отражения и рассеяния. Эти явления обусловлены влиянием поверхности земли, неоднородности тропосферы (нижний слой атмосферы толщиной до 15 км) и ионосферы (ионизированная область атмосферы на высотах 60 - 1000 км).

#### Земная волна.

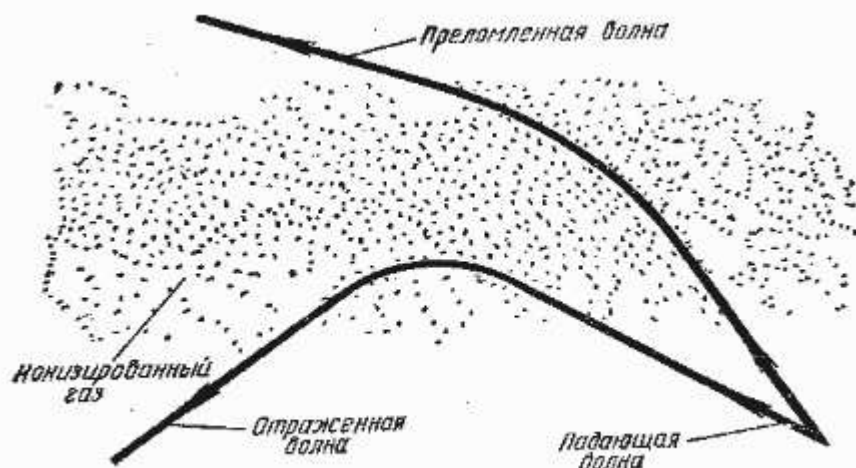
Радиоволны, распространяющиеся вблизи земной поверхности и частично огибающие ее за счёт дифракции, называют **земными радиоволнами**. Чем больше длина волны, тем меньше потери в земле и дифракционное ослабление. Поэтому радиосвязь земной волной используют в диапазонах СДВ, ДВ и СВ, а также в диапазонах КВ и МВ для работы в движении и для связи на малых расстояниях (единицы и десятки километров).

В УКВ используется только земная волна. И дальность связи зависит от препятствий, встречающихся на пути волны, высоты антенн над землей и мощности передатчика, но даже при самых благоприятных обстоятельствах максимальная дальность может быть до 50 км (при условии высоты антенны не менее 70 м).

#### Отраженная волна.

Солнечная радиация вызывает ионизацию верхнего слоя атмосферы, называемого ионосферой. По своему составу она представляет собой сильно разреженный газ, в котором имеются свободные электроны, ионы и молекулы. При увеличении солнечной радиации число свободных электронов и ионов увеличивается, следовательно, растет и электрическая проводимость газа. При уменьшении радиации проводимость падает из-

за воссоединения свободных электронов и ионов в молекулы. Падающая на ионосферу радиоволна взаимодействует со свободными электронами, в результате чего может произойти ее преломление, частичное или полное отражение. Во всех случаях происходит также поглощение, потеря некоторой части энергии радиоволн. В зависимости от электропроводимости ионосферы и частоты радиоволны может преобладать тот или иной физический процесс, что и приводит либо к наличию, либо к отсутствию прохождения.



Когда короткие волны отражаются от ионосферы с малыми потерями, путём многократных отражений от ионосферы и поверхности Земли, они могут распространяться на большие расстояния.



Качество приёма отраженной волны зависит от различных процессов в ионосфере, связанных с уровнем солнечной активности, временем года и временем суток. Так днём лучше распространяются волны меньшей длины, так называемые низкочастотные диапазоны, а ночью — большей длины волны, высокочастотные диапазоны.

Влияние слоев ионосферы на распространение радиоволн в КВ-диапазоне:

- **Слой F2** — самый верхний из ионизированных слоев ионосферы. Концентрация этого слоя повышается днем, летом она выше, чем зимой. Максимальное распространение для связи одним скачком, т.е. отражение радиоволны от слоя F2 и возвращение к земле, до 4000 км. Чем выше концентрация слоя, тем более высокая частота может ещё отразиться от ионосферы. Максимальная частота, при которой происходит отражение, называется максимально передаваемой частотой — МПЧ. С увеличением угла отражения МПЧ увеличивается.
- **Слой F1** — существует только днем. Максимальное распространение для связи одним скачком до 3000 км. Ночью сливается со слоем F2.
- **Слой E** — отражающий слой, наименее подвержен солнечной активности. Максимальное распространение для связи одним скачком до 2000 км. МПЧ зависит только от угла отражения.
- **Слой D** — самый нижний из ионизированных слоев ионосферы и единственный поглощающий слой для радиоволн КВ диапазона. Существует только днем. Ночью исчезает. При исчезновении слоя D ночью, становится возможен прием слабых и

далеко расположенных радиостанций. Из-за уменьшения МПЧ отражаемой слоем F2 и увеличением помех из-за пропадаания слоя D, ночью, профессиональная радиосвязь в КВ диапазоне затруднена.

**Прогноз МПЧ** — расчет МПЧ производится по месячным, пятидневным и ежедневным прогнозам. В России эти прогнозы выдаются Институтом земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова Российской Академии наук (ИЗМИРАН).

## Использование коротких волн.

Короткие волны используются для профессиональной радиосвязи в местностях, где нет возможности использовать другие виды связи (радиорелейная, сотовая, телефонная (проводная)– каждый вид связи имеет свои недостатки).

**Радиорелейная связь** (от англ. *Relay* — передавать, транслировать) — один из видов радиосвязи, образованной цепочкой приёмо-передающих (ретрансляционных) радиостанций. Наземная радиорелейная связь осуществляется обычно на деци- и сантиметровых волнах (от сотен мегагерц, до десятков гигагерц). На протяжении всей линии связи требуется установка мачт ретрансляторов.

**Сотовая связь** - один из видов мобильной радиосвязи, в основе которого лежит сотовая сеть. Ключевая особенность заключается в том, что общая зона покрытия делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных базовых станций (БС). Соты частично перекрываются и вместе образуют сеть. На идеальной (ровной и без застройки) поверхности зона покрытия одной БС представляет собой круг, поэтому составленная из них сеть имеет вид шестиугольных ячеек (сот). Сеть составляют разнесённые в пространстве приёмопередатчики, работающие в одном и том же частотном диапазоне, и коммутирующее оборудование, позволяющее определять текущее местоположение подвижных абонентов и обеспечивать непрерывность связи при перемещении абонента из зоны действия одного приёмопередатчика в зону действия другого. Вне зоны покрытия связи нет.

**Телефонная (проводная) связь** - позволяет организовывать (устанавливать соединение) и вести местные, внутризональные, междугородные и международные телефонные переговоры и передавать факсы, а также устанавливать модемное соединение в режиме реального времени. При телефонном звонке, подключение между обоими собеседниками устанавливается через телефонную станцию исключительно с целью организации разговорного соединения (таким является и сигнал для факса и модемный сигнал). Голосовые сигналы передаются по определённым телефонным линиям, через выделенное подключение. Телефонные звонки требуют разветвлённой сети связи телефонных станций, связанных закрепленными телефонными линиями, подвода волоконно-оптических кабелей и спутников связи. Высокие затраты телефонных компаний приводят к весьма высокой стоимости междугородных переговоров. Выделенное подключение телефонной станции также имеет много избыточной производительности и/или времени простоя в течение речевого сеанса.

## Обзор частот, по прохождению сигнала.

### Диапазон 2 МГц (Средние волны).

Дальняя связь (свыше 1500-2000 км) возможна только при особом стечении обстоятельств и в течение ограниченного времени (0,5 – 1 час) преимущественно на рассвете-закате. А связи до 1500 км возможны с наступлением темноты. При рассвете диапазон замирает.

### Диапазон 4 МГц (Короткие волны).

Является ярко выраженным ночным диапазоном. В дневное время связь на нем возможна только с ближайшими корреспондентами (поверхностной волной, 50-70 км). С наступлением темноты возможна связь с удаленными корреспондентами (до 1000 км). Через 1 – 1,5 часа, после восхода солнца дальняя связь прекращается.

### Диапазон 6 МГц (Короткие волны).

Этот диапазон имеет свои особенности. Летом связь возможна поверхностной волной только с ближайшими корреспондентами, 50 - 70 км. В дневное время связь возможна отраженной волной до 300 – 400 км, а зимой – до 500 – 700 км. В вечерние и ночные часы связь возможна на расстояние от 1500 - 2500 км.

### Диапазон 8 МГц (Короткие волны).

Данный диапазон является "дневным". Связь происходит как поверхностной волной, так и отраженной от ионосферы. С восходом солнца связь возможна только с ближайшими корреспондентами (поверхностной волной, 50-70 км), и отраженной волной на расстояние 500 – 1000 км. К середине дня связь возможна на расстояние 1500 – 5000 км. С наступлением сумерек связь прекращается.

### К числу преимуществ коротких волн необходимо отнести:

- 1) возможность передачи на большие расстояния сравнительно малыми мощностями;
- 2) невысокие мачты;
- 3) возможность направленной передачи данных и избирательного вызова корреспондента (при условии использования соответствующего оборудования);
- 4) небольшая полоса излучения радиостанций, что позволяет работать большому количеству радиостанций, на небольшом участке диапазона, и не мешать друг другу;
- 5) возможность применения быстродействующей передачи данных и передачи изображений.

### К числу недостатков коротких волн относятся:

- 1) высокое требование стабилизации частоты, так как изменение частоты во время работы на несколько кГц срывает прием;
- 2) неодинаковое прохождение волн в разное время суток и года, причем одна и та же волна, принимаемая с огромной слышимостью днем, может быть совершенно не слышна вечером, ночью и утром;
- 3) замирание — периодическое изменение слышимости во время передачи, которое иногда бывает очень частым, иногда же незаметно и которое очень часто уменьшает слышимость в некоторые моменты до нуля;
- 4) мертвые зоны — это между зонами приема поверхностных и пространственных волн может наблюдаться **зона молчания**. Для передатчика, антенна которого имеет равномерное излучение в горизонтальной плоскости. **Зона молчания** имеет вид кольцевой площади разделяющей зоны слышимости. Границы этого пояса определяются минимальной напряженностью поля, еще обеспечивающей прием на фоне помех. Причина существования **зоны молчания** достаточно проста, в эту зону земные волны уже не доходят, поглощаясь почвой, а отраженные волны в эту зону еще не доходят, так как отражаются только при падении под углом, и возвращаются на землю за **зоной молчания**. Внутренний радиус **зоны молчания** зависит от мощности извлечения поверхностных волн, и в редких случаях превышает сотню километров,

внешний же радиус **зоны молчания** при работе КВ станций на дальние расстояния, т.е. под малыми углами возвышения, может превышать тысячу километров. С пунктом, находящимся в зоне молчания для данной длины волны и для данной передающей антенны, нельзя добиться связи увеличение мощности передатчика.

Недостатки коротких волн удастся ослабить только при тщательном учете и анализе всех компонентов, влияющих на распространение радиоволн, прежде всего, работой различными волнами в различное время года и суток и с применением различных антенно-фидерных устройств.

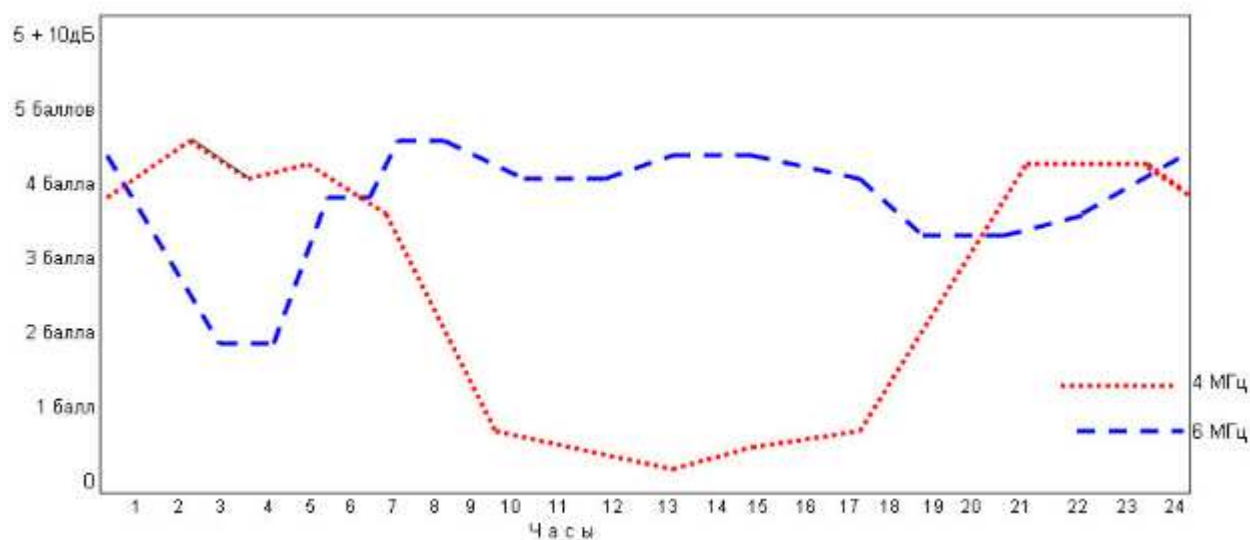
Сотрудники нашей компании имеют большой опыт в создании систем коротковолновой радиосвязи. Они всегда могут оказать помощь в расчете устойчивости радиосвязи на необходимых Вам радиотрассах, используя методики и современные системы расчетов и в выборе антенно-фидерного устройства (АФУ).

Чем короче волна, тем больше мертвая зона. Все эти основные данные и накопленный опыт дают возможность радиостанции связаться с корреспондентом, работая двумя или тремя, а то и четырьмя волнами в разное время.

Ниже приведенные графики – это результаты наработки нашими сотрудниками в разное время и на различных радиотрассах.

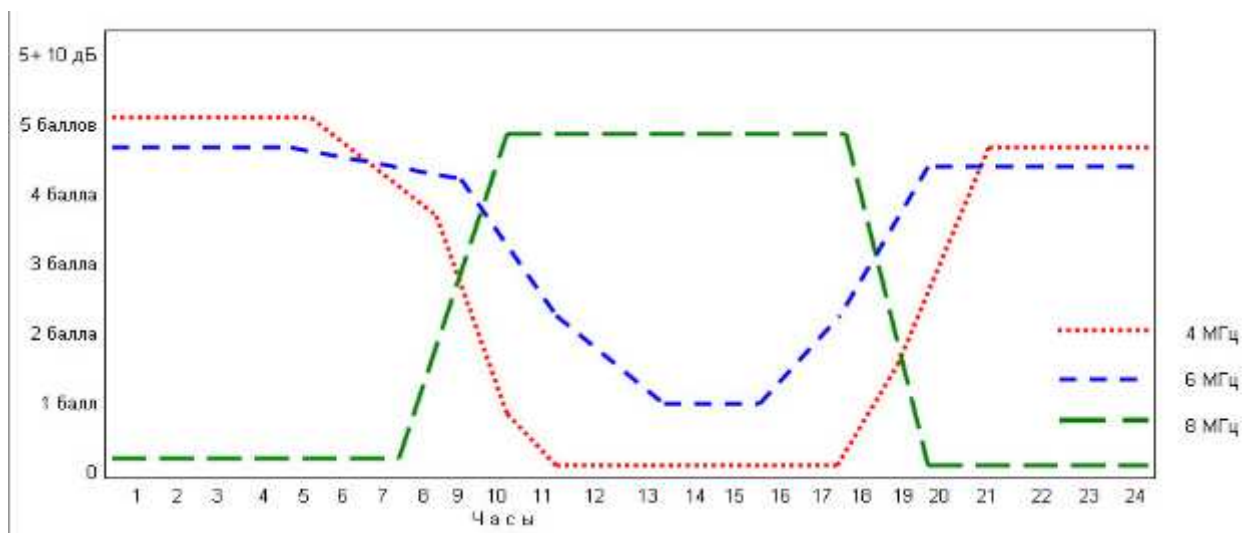
### График связи на радиотрассе в 200 км.

(имея две частоты)



### График связи на радиотрассе в 900 км.

(имея три частоты)



Для качественного анализа радиотрассы, которую предстоит рассчитать и дать рекомендации в подборе радиооборудования и АФУ (антенно-фидерных устройств) НЕОБХОДИМО:

- Примерную структуру системы радиосвязи (головная радиостанция, корреспонденты);
- Наличие (на какие диапазоны имеются разрешение Госсвязьнадзора) или на каких диапазонах планируете организовывать систему радиосвязи;
- Прислать географические координаты всех объектов, где должны быть установлены радиостанции;
- Описание местности и построек в районе установки радиостанции. Например: радиостанция будет располагаться в 2-х этажном деревянном здании, крыша коньковая, 2-х скатная, материал крыши – оцинкованное железо. Рядом находятся 17-этажные здания, обязательно указать план застройки, с указанием этажности зданий;

Статья подготовлена специалистами фирмы **Сайком**.

### Литература:

- К. Ротхаммель "Антенны".
- Г.Б. Белоцерковский "Основы радиотехники и антенны", гл. 13, 15.

COPYRIGHT 1998-2013 [www.sicom.ru](http://www.sicom.ru). Все права защищены  
Любое копирование возможно только с разрешения администратора.