

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1795

**Технические и рабочие характеристики  
сухопутных подвижных СЧ/ВЧ систем**

(Вопросы МСЭ-R 1-3/8, МСЭ-R 7-5/8)

(2007)

**Сфера применения**

В тексте данной Рекомендации приводится информация о характеристиках сухопутной подвижной службы для использования в исследованиях по совместному использованию частот.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что каналы сухопутной подвижной связи, использующие частоты выше 30 МГц, имеют ограниченные диапазоны, которые зависят в той или иной степени от топографии, растительности, искусственных сооружений, электрических параметров почвы, тропосферы и ионосферы;
- b) что станции подвижной связи могут работать в малонаселенных, удаленных и труднодоступных районах на расстояниях, превышающих дальность расстояний, возможную при использовании ОВЧ и УВЧ;
- c) что частоты в диапазоне между 2 и 30 МГц могут обеспечивать дальность расстояний, которая превышает дальность, возможную в диапазоне выше 30 МГц, при использовании, в надлежащих случаях, распространения земной радиоволны или ионосферной радиоволны;
- d) что станции подвижной связи имеют ограничения по реальному размеру антенны в зависимости от того, работают ли они во время движения или остановки;
- e) что базовые станции в сухопутной подвижной службе могут также использоваться в смешанных сетях сухопутной подвижной/фиксированной службы, если это допускается в соответствии с распределением,

*отмечая,*

- a) что в Рекомендации МСЭ-R Р.368 приведены кривые распространения земной радиоволны в соответствии с характеристиками почвы;
- b) что Рекомендация МСЭ-R Р.533 может использоваться для прогнозирования распространения земной ВЧ волны на частотах в диапазоне между 2 и 30 МГц,

*рекомендует,*

- 1 чтобы для исследований в области совместного использования частот между службами и внутри служб в диапазонах СЧ/ВЧ использовались типичные технические и рабочие характеристики сухопутных подвижных систем, приведенные в Приложении 1.

## Приложение 1

### Конкретные характеристики в диапазоне СЧ/ВЧ

#### 1 Введение

Большинство операций сухопутных подвижных систем осуществляется на частотах выше 30 МГц. Ввиду ограничений в области распространения частоты ОВЧ/УВЧ надежны только для трасс в пределах прямой видимости и некоторых более дальних расстояний, в зависимости от топографии, растительности, искусственных сооружений, электрических параметров почвы, тропосферы и ионосферы.

Частоты в диапазоне 2–30 МГц используются для трасс, дальность которых превышает дальность, возможную при использовании частот выше 30 МГц. В зависимости от расстояний трасс, электрических свойств поверхности, характеристик антенны и других факторов может использоваться распространение земной или ионосферной радиоволны.

#### 2 Факторы, связанные с земной и ионосферной радиоволной

Расстояние, в пределах которого может обеспечиваться надежная связь по поверхности земли, или связь с использованием *земной радиоволны*, зависит от частотных и физических характеристик (т. е. удельной электропроводности земли и диэлектрической постоянной) земной поверхности на трассе передачи. Связь с использованием земной радиоволны может быть установлена только при такой полезной мощности, когда длина волны превышает несколько десятков метров, и в связи с этим может быть полезным методом в случае СЧ, когда может быть обеспечена надежная связь на расстояниях в десятки сотен километров. Надежность, однако, может быть нарушена помехами между сигналами земной и ионосферной радиоволны. В частности, в случае СЧ может возникнуть ситуация, когда сигналы земной радиоволны и ионосферной радиоволны в какой-то степени одинаковы, что приводит к возможному появлению довольно широкой зоны помех. За пределами зоны помех преобладают сигналы ионосферной радиоволны, и сигналы земной радиоволны более не имеют значения. Нередко может появляться область, в которой сигнал земной радиоволны слишком слабый, а расстояние слишком небольшое, чтобы передатчик мог передавать полезный сигнал ионосферной радиоволны. Такая ситуация приводит к появлению зоны отсутствия приема, когда не может использоваться сигнал ни земной, ни ионосферной радиоволны, что часто встречается в полосе СЧ и низкой части диапазона ВЧ. Хотя распространение земной радиоволны не слишком сильно зависит от времени, пригодность к эксплуатации и качество обслуживания будут различаться в зависимости от общих условий, таких как базовый шум и помехи от других станций и источников.

Ионосферная радиоволна может применяться для дальности расстояний до примерно 3000 км при использовании односкачкового распространения или до 10 000 км при использовании многоскачкового распространения. Односкачковое распространение с использованием высоких углов места, приближающихся к 90°, нередко называют близкое к вертикальному падение ионосферной радиоволны (NVIS). Дальность трасс NVIS может составлять расстояние, находящееся непосредственно за пределами оптической линии видимости до примерно 250 км, и обычно используются частоты, которые ниже предельной частоты  $f_o$  (самой высокой частоты, которая будет вертикально отражена обратно в направлении земли тем или иным слоем ионосферы, в зависимости от преобладающих в нем условий). Чтобы избежать проблем, причиняемых краткосрочными колебаниями в ионосфере, и не допустить воздействия на частоты, близкие к предельной, отклоняющего поглощения, для успешного функционирования NVIS потребуется использовать частоты примерно до 80% величины предельной частоты. Вместе с тем, все же можно использовать более низкие частоты, в зависимости от энергетического баланса линий системы и, в частности, от характеристики высоты угла используемых антенн.

На практике зависимость между условиями в ионосфере и такими факторами, как местоположение, время суток, время года и длина трассы означает, что функционирование NVIS ограничивается, в

лучшем случае, частотами ниже 8 МГц, а в ночное время зимой на высоких частотах может ограничиваться менее 3 МГц.

Для покрытия более дальних расстояний применяются более высокие частоты с использованием косоугольного отражения от ионосферы. Максимальная применимая частота (MUF) при косом падении для предельной частоты приблизительно устанавливается с использованием уравнения  $MUF = f_o / \cos A$ , где  $A$  – угол падения луча на преобладающий отражающий слой ионосферы.

Выбор рабочих частот зависит от ряда факторов, таких как оборудование, длина трассы, время суток, время года, солнечная активность и наличие рабочих частот. При использовании распространения ионосферной радиоволны типичная процедура заключается в выборе рабочей частоты, как можно ближе находящейся к частоте оптимальной передачи (FOT), которая, как правило, принимается за 85% от среднемесячного значения MUF для указанных времени и трассы.

В том, что касается предельной частоты  $f_o$ , оптимальная частота для дистанционной передачи при косом падении может варьироваться от частоты, которая на 10% превышает  $f_o$  для минимального поддерживаемого расстояния примерно в 200 км, до частоты, которая примерно в три раза превышает  $f_o$  для самой длинной поддерживаемой односкачковой трассы.

### 3 Практические соображения

Необходимость обеспечения подвижности ограничивает реальную мощность на выходе передатчика и количество типов антенн, таким образом ограничивая э.и.и.м. Мощность передатчика подвижной станции может составлять от примерно 1 Вт до 1 кВт. По практическим соображениям на подвижных станциях нередко требуется использовать короткие вертикальные антенны с индуктивной нагрузкой. Такие короткие антенны имеют определенные недостатки, в том числе неэффективность, узкую ширину полосы и минимальное излучение при высоких углах места, необходимых для NVIS. Как правило, базовые станции не имеют таких недостатков и для них можно выбирать антенны, которые наиболее подходят для трассы.

Длина радиотрассы в сухопутных подвижных службах может достигать 7000–10 000 км. В таком случае размер зон обслуживания и расстояние между ними определяются состоянием ионосферы, шириной диаграммы направленности антенны и рабочей частотой.

### 4 Технические характеристики

При проведении исследований в области совместного использования частот следует использовать следующие технические характеристики сухопутных подвижных СЧ/ВЧ систем.

#### 4.1 Критерии помех

Для обеспечения совместной работы, относительно свободной от помех, между сухопутными подвижными СЧ/ВЧ системами используются многие методики. Типичные соотношения сигнал/шум для сухопутной подвижной службы составляют:

- 23 дБ (аналоговая передача голоса)
- 9 дБ (цифровая передача голоса)
- 26 дБ (высокоскоростная передача данных).

#### 4.2 Характеристики сухопутного подвижного СЧ/ВЧ оборудования

В таблице 1 приводятся типичные характеристики базовых станций и подвижных компонентов.

ТАБЛИЦА 1\*

**Типичные технические характеристики сухопутных подвижных систем  
в полосах частот между 2 и 30 МГц**

	<b>Группа А</b>	<b>Группа В</b>	<b>Группа С</b>	<b>Группа D</b>	<b>Группа Е</b>
<b>Тип</b>	Базовая станция	Базовая станция	Базовая станция	Базовая станция	Базовая станция
Частота (МГц)	1,5–30	1,5–30	1,5–30	1,5–30	2–30
Ширина полосы (кГц)	2,8	2,8	2,8	2,8	2–3
Мощность передатчика (дБВт)	30–40	1–10	20–25	1–10	1–20
Усиление антенны (дБи)	0	0	0	0	–2,5–2,5
Высота антенны (м)	10–60	10–60	10–60	10–60	10–60
Тип антенны	Коллинеарная, штыревая, диполь			V-образная	Веерный диполь
Поляризация	Горизонтальная и вертикальная				
Модуляция	Аналоговая или цифровая, подавленная несущая с одной боковой полосой				
Типичная минимальная длина трассы (км)	300–350				

	<b>Группа F</b>	<b>Группа G</b>	<b>Группа H</b>	<b>Группа I</b>	<b>Группа J</b>
<b>Тип</b>	Подвижный компонент	Подвижный компонент	Подвижный компонент	Подвижный компонент	Подвижный компонент
Частота (МГц)	1,6–30	1,5–30	1–30	1,6–30	2–30
Ширина полосы (кГц)	2–2,3	2,8–3	2,7–3,6	2–3	2–3
Мощность передатчика (дБВт)	1–13	10–30	7	10–27	1–10
Усиление антенны (дБи)	–10–0	0–2	2	0–2	–10–2
Высота антенны (м)	3–10	3–10	15	3–10	10–20
Тип антенны	Штыревая			V-образная	Штыревая
Поляризация	Вертикальная	Вертикальная и горизонтальная	Вертикальная	Вертикальная и горизонтальная	Горизонтальная
Модуляция	Аналоговая или цифровая, подавленная несущая с одной боковой полосой				
Типичная минимальная длина трассы (км)	300–350				

\* Эти характеристики не используются для заявлений.