

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.1761

Характеристики фиксированных ВЧ систем радиосвязи

(Вопрос МСЭ-R 158/9)

(2006)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации указываются типичные РЧ характеристики фиксированных систем радиосвязи в полосе частот 2–30 МГц.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что использование фиксированной и подвижной службы ВЧ радиосвязи является общим показателем при обеспечении в рамках усилий многих стран способной к взаимодействию радиосвязи;
- b) что в этой полосе частот имеются два типа категорий систем – адаптивные и неадаптивные;
- c) что эффективность использования спектра в СЧ и ВЧ полосах частот, используемых совместно фиксированной и подвижной службами, может быть в некоторых случаях увеличена путем использования частотно-адаптивных систем;
- d) что испытания частотно-адаптивных систем, которые проводились за последние 20 лет, показали техническую осуществимость таких систем и их повышенную эффективность в использовании спектра по сравнению с системами, управляемыми операторами;
- e) что такая повышенная эффективность достигается посредством:
 - более быстрого установления соединения и повышенного качества передачи с помощью выбора наиболее подходящих присвоенных каналов;
 - более низкого коэффициента использования каналов, что позволяет использовать одни и те же каналы различными сетями, уменьшая при этом вероятность вредных помех;
 - уменьшения мощности передатчика, необходимой для каждой передачи;
 - постоянной оптимизации излучений благодаря высокому уровню развития систем;
 - ограничения одновременного использования частот до минимального уровня, необходимого для потребностей связи,

отмечая,

- a) что дополнительную информацию о технических и рабочих характеристиках фиксированных ВЧ систем можно получить из Отчета МСЭ-R F.2061,

рекомендует,

1 чтобы технические и рабочие характеристики адаптивных и неадаптивных систем, описанные в Приложении 1, могли использоваться в исследованиях по совместному использованию частот при работе в полосе 2–30 МГц.

Приложение 1

Характеристики фиксированных ВЧ систем радиосвязи

1 Введение

ВЧ системы имеют особые атрибуты, которые делают их эффективным решением для многих потребностей связи. Они обеспечивают весьма универсальные средства связи для широкого круга пользователей, а надежное и недорогое оборудование можно легко транспортировать в отдаленные и малонаселенные области.

2 Неадаптивные системы

Неадаптивные фиксированные ВЧ системы – это традиционные радиосистемы, для которых необходим оператор радиосвязи для установления частот вручную. Оператор должен настроить параметры системы для обеспечения максимальной эффективности, осуществляя мониторинг условий в ионосфере, отслеживая изменяющиеся условия распространения и выбирая условия работы (т. е. прежде всего частоту), которые обеспечат оптимальное распространение сигнала.

В краткосрочном плане среда ВЧ распространения является в высшей степени неустойчивой и непредсказуемой. Распространение в этой полосе частот происходит, главным образом, посредством ионосферной волны с использованием рефракции радиоволн от ионосферы или, в некоторых случаях, посредством поверхностной волны.

3 Адаптивные системы

Адаптивная СЧ/ВЧ система – это система, которая автоматически (т. е. не требуя вмешательства радиооператора) осуществляет функции установления соединений радиосвязи и обмена информацией, позволяя справиться с неравномерностями и высокой вероятностью помех, которые присущи распространению в СЧ/ВЧ полосах частот в ионосфере. Кроме того, адаптивные системы способны на регулярной основе осуществлять мониторинг занятости спектра и выбирать рабочие частоты, с тем чтобы более эффективно, чем многие действующие в настоящее время неадаптивные системы, избегать причинения помех другим пользователям.

4 Технические характеристики

На рисунке 1 и в таблицах 1–4 содержатся технические характеристики репрезентативных систем. Этой информации достаточно для проведения общих расчетов с целью оценки совместимости между этими системами и системами, функционирующими в других службах. Необходимые отношения сигнал/шум (S/N) и критерии защиты указаны в Рекомендациях МСЭ-R F.339 и МСЭ-R F.240, и они должны использоваться в исследованиях совместимости между адаптивными и другими системами.

На рисунке 1 показаны требования к отношению сигнал/шум (SNR), которое должно достигать коэффициента ошибок по битам (КОБ) в размере 10^{-4} в канале с замираниями для различных скоростей передачи данных, используемых в настоящее время в ВЧ службах передачи данных. Эти значения были выведены на основе измерений выпускаемых серийно тональных модемов и предназначены для того, чтобы представлять "типичные" рабочие характеристики, а не наилучшие из имеющихся характеристик.

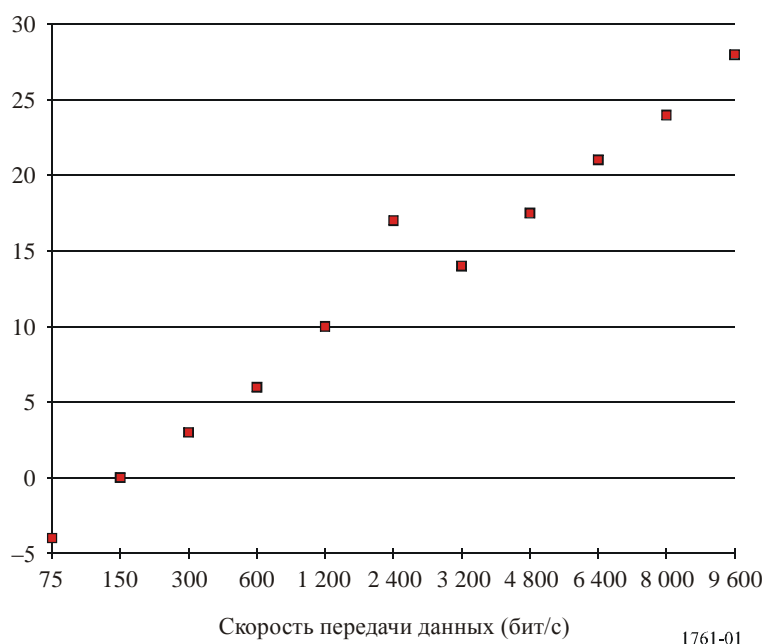
Рисунок 1 может использоваться для определения критериев защиты для различных служб:

- Технология цифровой передачи речи (например, MELP) предлагает компромиссное решение: качество передачи речи в зависимости от скорости передачи данных. Современные системы передачи речи обеспечивают превосходное качество передачи речи при работе на скорости 2400 бит/с, но могут работать с пониженным качеством передачи речи на скоростях 1200 и даже 600 бит/с.

- Широковещательная передача данных, как правило, действует с фиксированной скоростью передачи данных (например, 600 бит/с).
- Режим передачи IP по ВЧ действует в некоторых сетях с фиксированной скоростью передачи данных (например, 6400 или 8000 бит/с), тогда как полностью адаптивные сети постоянно корректируют скорости передачи данных под влиянием мимолетных условий канала. В последнем случае определенный объем трафика необходимо отбросить при снижении скорости передачи данных из-за помехи, что приводит к переполнению буфера.

РИСУНОК 1

Пример отношения S/N для КОБ 1×10^{-4} в канале с замираниями^{*, **}
 Отношение S/N (дБ) в зависимости от скорости передачи данных (бит/с)



* Два независимых рэлеевских тракта с замираниями с равной средней мощностью, с фиксированной задержкой в 2 мс между трактами, с замиранием в 1 Гц.

** Технология для скоростей передачи данных 2400 бит/с и ниже предшествует технологии для более высоких скоростей передачи данных.

ТАБЛИЦА 1

Пример технических характеристик фиксированных систем в полосе частот 2–30 МГц

Полоса частот (МГц)	2–30
Тип излучения	Аналоговое/цифровое
<i>Система</i>	
Ширина полосы канала (кГц)	2–6
Тип модуляции	Подавленная несущая в одном канале, телефония и телеграфия
Тип режима	Симплекс/дуплекс
Тип развертывания	Звездообразная сеть
Типичные скорости передачи данных	2,4–9,6 кбит/с
Типичный SINAD	12 дБ (только речь)

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

<i>Передатчик</i>	
Мощность передатчика (дБВт)	22
Длина тракта (км)	2 400
Усиление антенны (дБи)	6
Высота антенны (м) (относительно уровня земли)	10–60
Диаграмма излучения	Ненаправленная/направленная
Поляризация антенны	Вертикальная/горизонтальная
Всего потерь (дБ)	1
<i>Приемник</i>	
Ширина полосы фильтра ПЧ (кГц)	3–7
Чувствительность (дБм)	–112
Усиление антенны (дБи)	6
Диаграмма направленности антенны	Ненаправленная/направленная (ширина луча 30°)

ТАБЛИЦА 2

Аналоговая система (речевая с одной боковой полосой)

Отношение S/N по звуку на выходе (дБ)	Аддитивный белый гауссовский шум (АБГШ) (дБ)	Замирание (дБ)
6	48	48
15	57	62
33	65	73

ПРИМЕЧАНИЕ. – Цифры в столбцах "АБГШ" и "Замирание" настоящей Таблицы означают отношение пиковой мощности огибающей сигнала к средней мощности шума при ширине полосы 1 Гц.

ТАБЛИЦА 3

Цифровая система (передачи данных)

Модуляция	Канал с АБГШ (дБ)	Замирание (дБ)
64-КАМ	21	30
8-ФМН	13	20

ПРИМЕЧАНИЕ. – Отношение мощности несущей к средней мощности шума при ширине полосы 3 кГц для условия незамирающего стабильного канала с АБГШ с вероятностью ошибок по битам $1,0 \times 10^{-4}$.

ТАБЛИЦА 4

**Пример технических характеристик адаптивной фиксированной системы
в полосе частот 2–30 МГц**

<i>Параметр</i>			
Режим работы	Близкая к вертикальной падающая ионосферная волна	Поверхностная волна	Ионосферная волна (наклонная)
Полоса частот (МГц)	2–10	3–30	3–30
Необходимая ширина полосы (кГц) ⁽¹⁾	3	3	3
Мощность передатчика (дБВт)	10–26	0–26	10–40
Задержка времени включения передачи (мс) ⁽²⁾	25	25	25
Задержка времени выключения передачи (мс) ⁽³⁾	10	10	10
Задержка времени включения приема АРУ (мс)			
Речь	30	30	30
Данные	10	10	10
Задержка времени выключения приема АРУ (мс)			
Речь	900–1 200	900–1 200	900–1 200
Данные	35	35	35
Отношение сигнал-шум (дБ)			
Высокоскоростная передача данных	24	18	24
Аналоговая речевая	21	15	21
Цифровая речевая	8	3	8
Усиление передающей антенны (дБи)	0–6	0–3	6–15
Максимальная э.и.и.м. (дБВт)	10–32	0–29	16–55
Поляризация антенны	Горизонтальная	Вертикальная	Вертикальная/ горизонтальная

⁽¹⁾ Разделение каналов на полосы может обеспечить ширину полосы 12 кГц.

⁽²⁾ Задержка времени включения. Интервал времени от включения передатчика до повышения амплитуды передаваемого РЧ сигнала до 90% значения в установившемся режиме. Эта задержка не включает любое время, необходимое для автоматической настройки антенны.

⁽³⁾ Задержка времени выключения. Интервал времени от выключения передатчика до уменьшения амплитуды передаваемого РЧ сигнала до 10% значения в установившемся режиме.