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 сиюминутных 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 |
| *Система* |  |
| 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*)

|  |  |
| --- | --- |
| *Передатчик* |  |
| 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 |
| *Приемник* |  |
| 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  10−4. | | |

ТАБЛИЦА 4

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Параметр* | | | |
| 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  Данные | 30 10 | 30 10 | 30 10 |
| Задержка времени выключения приема АРУ (мс) Речь  Данные | 900–1 200 35 | 900–1 200 35 | 900–1 200 35 |
| Отношение сигнал-шум (дБ) Высокоскоростная передача данных  Аналоговая речевая  Цифровая речевая | 24 21 8 | 18 15 3 | 24 21 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. | | | |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_