

## ОТЧЕТ МСЭ-R F.2062

**Усовершенствованные высокочастотные цифровые системы радиосвязи,  
способные обеспечивать усовершенствованные применения**

(2005)

**1 Введение**

Цифровая радиосвязь в диапазоне ВЧ обладает конкретными свойствами, которые делают ВЧ приемлемым решением в отношении многих требований. Существует три цифровых типовых применения ВЧ цифровых систем – передача сообщений, известная также как электронная почта, интерактивные применения интернета и передача больших файлов. Радиосвязь с программируемыми параметрами применяется также для передачи данных с использованием применений усовершенствованных ВЧ систем.

В случае выхода из строя или перегруженности обычной электросвязи вследствие стихийных бедствий (например, землетрясений) и других чрезвычайных ситуаций такие ВЧ системы, в которых используются фиксированные, транспортируемые и подвижные станции, могут быть установлены за очень короткое время для предоставления линий связи в чрезвычайных ситуациях на первом этапе аварийной ситуации или во время координации операций по оказанию помощи.

**2 Электронный обмен сообщениями**

Высокочастотные системы и сети передачи электронных сообщений предоставляют весьма универсальные средства радиосвязи широкому кругу пользователей, занятых в области общественной безопасности и гуманитарной деятельности. Такие системы могут также обеспечить использование недорогого и надежного оборудования радиосвязи в отдаленных и малонаселенных районах.

**2.1 Эксплуатационные характеристики**

Помимо характерных особенностей ВЧ систем, системы электронного обмена сообщениями отличаются:

- *простота использования*: наличие портативного компьютера и ВЧ радиоприемопередатчика, в котором используются адаптивные методы, снижает требования к подготовленному радиотехническому персоналу. После того как оборудование сконфигурировано, нетехнический персонал может направлять электронные сообщения без помощи подготовленного радиотехнического персонала;
- *гибкость*: ВЧ система электронного обмена сообщениями может обеспечить устойчивые и надежные интернет-соединения для электронной почты в целях удовлетворения современных потребностей в связи.

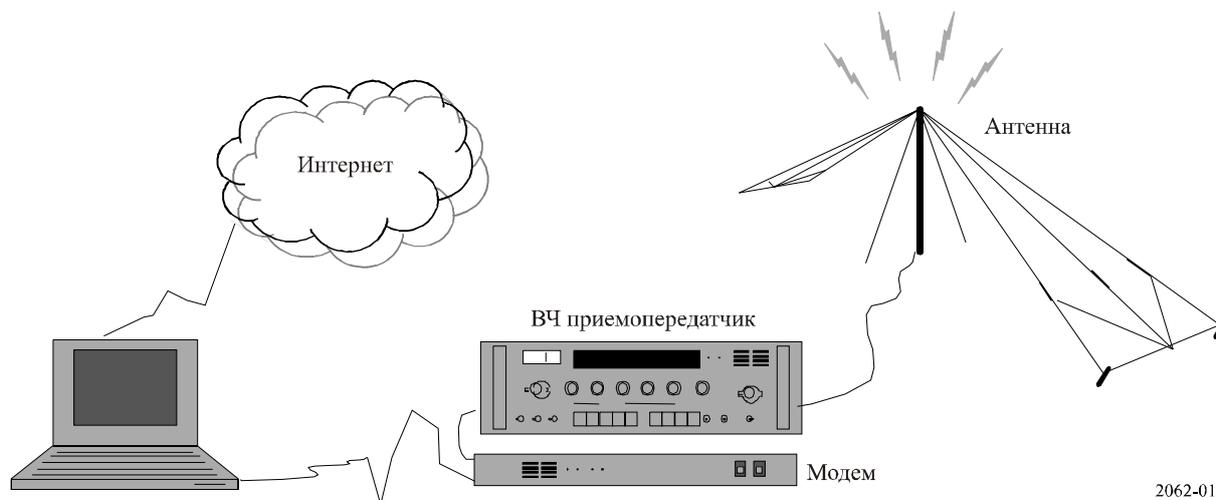
Системы электронного обмена сообщениями обычно работают в режиме накопления и последующей передачи; т. е. система, как предполагается, будет доставлять сообщения со временем, но пользователи и не ожидают немедленной доставки. Эта возможность накопления и последующей передачи при электронном обмене сообщениями делает ее особенно подходящей для использования с ВЧ радиосвязью ввиду случайных отказов линий, возникающих из-за переменчивости ионосферы.

**2.2 Общее описание**

Ниже описана общая схема типовой ВЧ системы электронного обмена сообщениями. Основным пунктом ввода (рис. 1) является шлюз в интернет (соединение с интернетом может осуществляться с использованием различных способов – от локальной вычислительной сети до установления связи по телефону, применения кабеля, спутника или цифровой абонентской линии). Отдаленное место расположения (рис. 2) может быть точной копией основного пункта ввода за исключением того, что соединение с интернетом отсутствует.

РИСУНОК 1

Схема шлюза

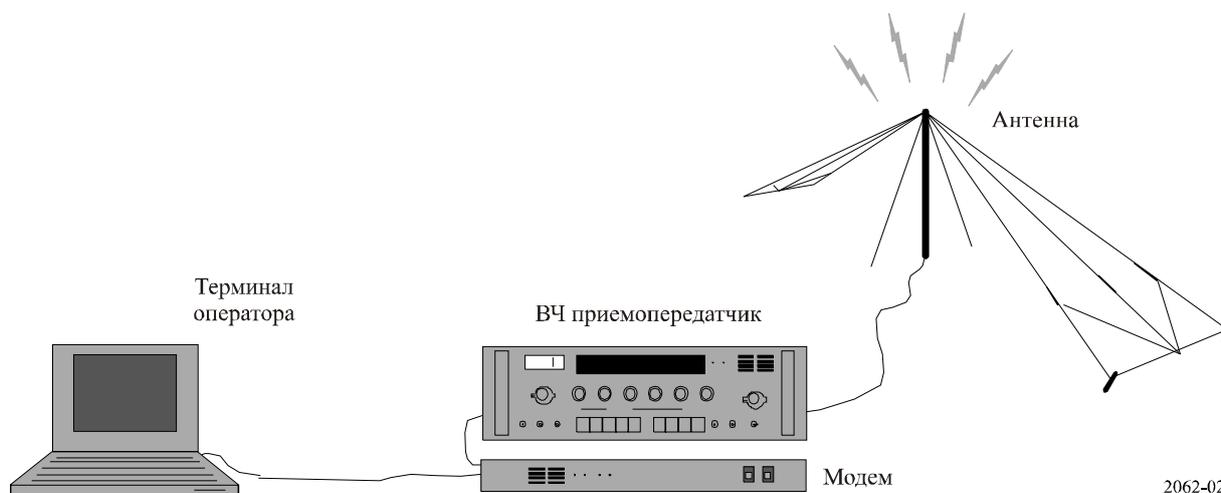


2062-01

Основная функция шлюза заключается в прямом подключении к интернету и использовании в качестве моста между проводной сетью и беспроводной сетью. В остальном основное место расположения ввода и отдаленное место расположения могут иметь аналогичные компоненты.

РИСУНОК 2

Схема отдаленного места расположения



2062-02

В ВЧ сетях электронного обмена сообщениями часто предоставляются многочисленные основные пункты ввода, расположенные в регионе или даже по всему миру. Все эти основные пункты ввода взаимодействуют с помощью интернета с центральными серверами обмена сообщениями. Отдаленные пользователи устанавливают ВЧ связь с любым подходящим пунктом ввода для направления и приема своих сообщений. В ВЧ системах электронного обмена сообщениями часто используются специализированные протоколы передачи по эфиру.

### 3 Интерактивные применения интернета и интранета

В отличие от системы электронного обмена сообщениями, другие применения интернета и интранета являются интерактивными: пользователи ожидают быстрых ответов на свою вводимую информацию (путем набора или щелчков мышью). Такие применения включают просмотр веб-страниц, регистрацию в удаленной системе и мгновенный обмен сообщениями (иногда называемый "ВЧ интерактивной перепиской").

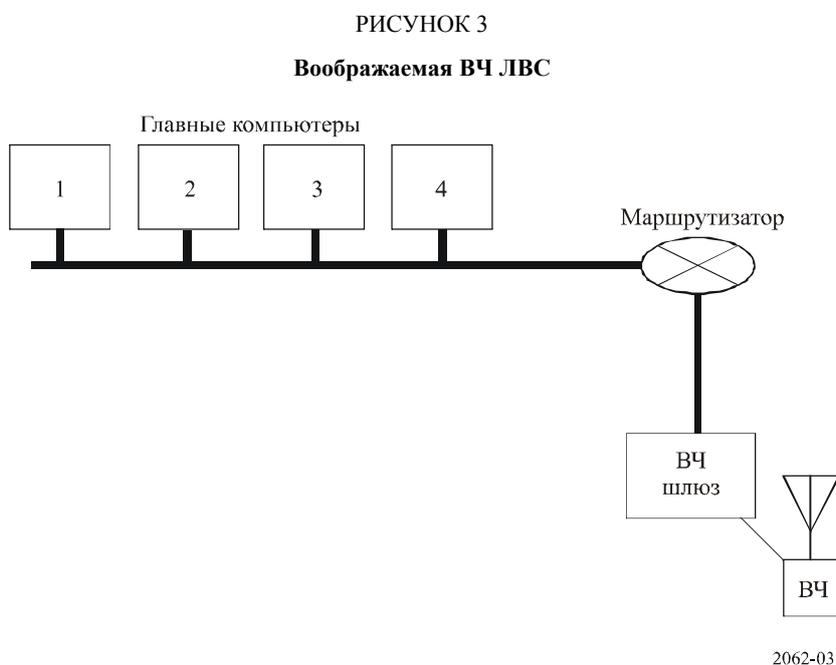
### 3.1 Эксплуатационные характеристики

Используемые протоколы интерфейсов и сетевые архитектуры, поддерживающие применения интернета, изменяются. В ряде случаев с помощью ВЧ радиосвязи обеспечивается беспроводный последний скачок от проводного интернета к фиксированным или подвижным отдаленным пользователям. В других случаях многоузловые ВЧ сети реализуют беспроводные локальные вычислительные сети или территориальные распределительные сети (WLAN и HF-WAN), которые иногда соединяются через маршрутизатор(ы) с проводным интернетом, но могут существовать и как независимые сети.

Высокочастотная радиосвязь обычно используется для расширения беспроводной связи за пределы прямой видимости. Однако несмотря на большую протяженность такого покрытия даже в ВЧ сетях иногда требуется использовать непрямую маршрутизацию. Кроме того, ВЧ радиосвязь может обеспечивать взаимодействие проводных подсетей в различных непредвиденных применениях.

### 3.2 Общее описание

На рисунке 3 показаны воображаемые ЛВС, маршрутизатор и ВЧ узел.

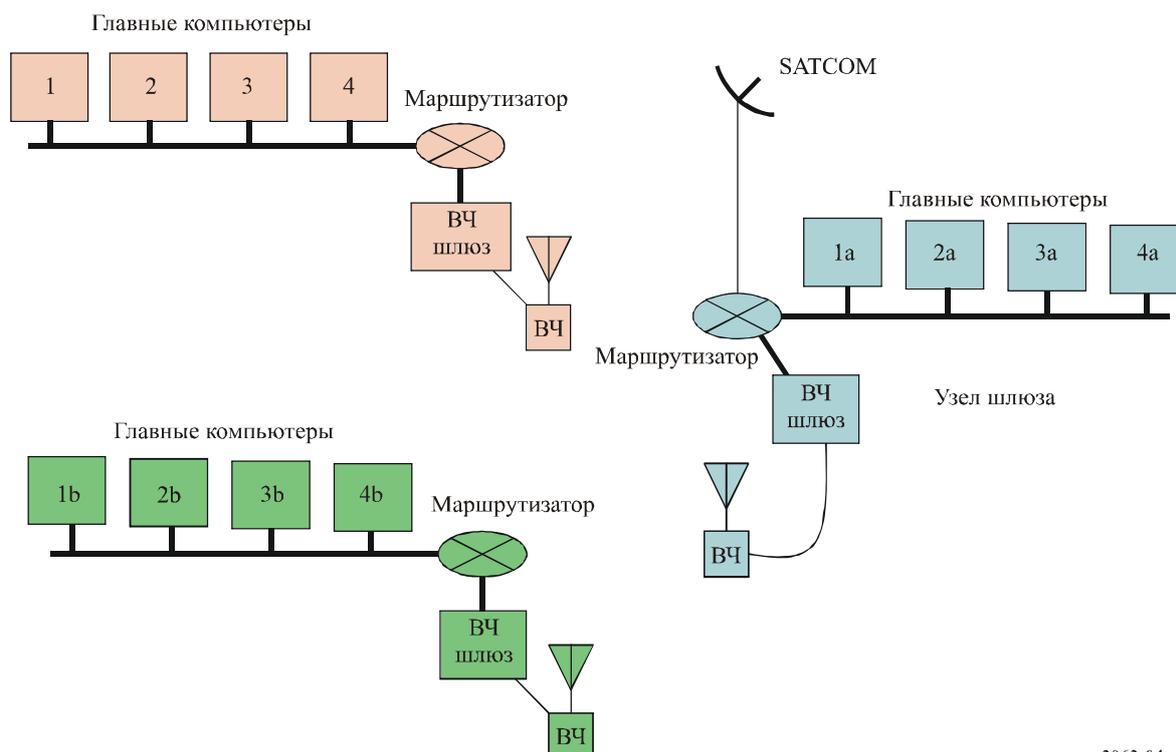


ВЧ ЛВС – высокочастотная локальная вычислительная сеть

На рисунке 4 показаны три взаимодействующих с помощью ВЧ радиосвязи узла, образующих ВЧ WAN. На каждом узле были установлены IP-подсети. Адреса подсетей могли быть присвоены независимо, и нет гарантии, что у этих адресов не существует общего префикса. Отметим, что узел с подсетями 6.x имеет также спутниковое (SATCOM) соединение с интернетом; порт маршрутизатора в подсети SATCOM имеет IP-адрес 12.23.

РИСУНОК 4

## Воображаемая ВЧ WAN



2062-04

#### 4 Передача файлов

Ввиду ограниченной ширины полосы ВЧ радиолиний должны учитываться эксплуатационные ограничения при осуществлении передач файлов, занимающих линию на продолжительные периоды. Файлы размером в сотни килобайт передаются по ВЧ радиолиниям просто и часто, однако файлы размером в несколько мегабайт редко направляются по ним ввиду ограничений, связанных с шириной полосы.

##### 4.1 Эксплуатационные характеристики

Как и в других случаях в интернете, наиболее общим механизмом, применяемым для передачи файлов (размером в сотни килобайт) с помощью ВЧ радиосвязи, является использование дополнений к сообщениям электронной почты. Некоторые применения позволяют также осуществлять непосредственный обмен файлами больших размеров по ВЧ линиям; такие применения включают формирование изображений почти в реальном времени и обновления баз данных.

##### 4.2 Общее описание

Для передачи файлов (размером в сотни килобайт) требуется наибольшая возможная пропускная способность, так чтобы имело место нормальное использование высокоскоростных модемов ВЧ передачи данных.

- В неадаптивных сетях часто будет выбрана фиксированная скорость передачи данных, которая может поддерживаться в течение дня без корректировки. Такая скорость часто составляет 6400 бит/с на канал шириной 3 кГц в применениях поверхностной волны. При использовании радиосвязи с двумя независимыми боковыми полосами скорость составляет 12 800 бит/с в суммарном канале шириной 6 кГц.
- С другой стороны, адаптивные системы непрерывно корректируют скорость передачи данных по каналу для обеспечения соответствия его пропускной способности. В случае ионосферных каналов большой протяженности достигаемая скорость передачи данных в канале шириной 3 кГц составляет 2400–4800 бит/с. В менее "требовательных" каналах используются скорости передачи данных до 9600 бит/с на канал шириной 3 кГц.

## **5 Цифровой голос**

Технология цифрового голоса обладает двумя основными особенностями: улучшенной разборчивостью по сравнению с аналоговым голосом в присутствии умеренных ухудшений в канале и возможностью шифрования голосового потока в целях конфиденциальности.

### **5.1 Эксплуатационные характеристики**

Цифровой голос отличается от применений передачи данных, рассмотренных в предыдущих пунктах, в том, что он допускает наличие ошибок, но не допускает задержек. Таким образом, ошибки исправляются не с помощью повторной передачи, а путем использования надежного кодирования с упреждающей коррекцией ошибок.

### **5.2 Общее описание**

Технология цифрового голоса, например, линейное предсказание с множественным возбуждением (MELP) обеспечивает компромисс между качеством голоса и скоростью передачи данных. Ультрасовременные голосовые системы обеспечивают превосходное качество передачи голоса при работе со скоростью 2400 бит/с, но могут работать при более низком качестве передачи голоса на скоростях 1200 и даже 600 бит/с.

## **6 Радиосвязь с программируемыми параметрами**

Переход протоколов интерфейсов от физического уровня к транспортному и сеансовому уровням оказался дополнительной тенденцией к сопряжению с функциями сети, уровня канала передачи данных и физического уровня систем радиосвязи с программируемыми параметрами (SDR). В действительности, в некоторых будущих SDR высокоскоростной ВЧ модем и другие устройства физического уровня/уровня канала передачи данных уже запланированы в качестве предполагаемых возможностей.

Для эффективного управления стратегией перехода в области конструкции целесообразно тщательно рассмотреть требования к конструкции для среды открытых стандартов, поскольку они используются в SDR. Конструкция должна обеспечивать соответствующий максимальный уровень возможностей для пользователя при установлении функции уровня линии и иерархий сетевых решений.

### **6.1 Эксплуатационные характеристики**

При обслуживании трафика пакетов данных между предприятиями с ЛВС и WLAN оборудование SDR играет роль эффективного устройства транспортирования, однако слабо взаимодействует или не взаимодействует с сеансовым или представительным уровнем при обеспечении управления потоком и корреляции IP-адреса.

### **6.2 Общее описание**

Промышленным методом развития усовершенствованных ВЧ радиоприменений обычно является предоставление существующим пользователям обновлений встроенных в модем программ или программного обеспечения. Изменения программного обеспечения SDR могут обеспечивать эти обновления радиоприменений.

Некоторые разработчики SDR стандартизируют цифровые программные интерфейсы, созданные в период производства наборов аппаратного обеспечения и разработки радиоприменений. Конечной целью этой стандартизации является оптимизация переносимости и возможности технического обслуживания радиоприменения при использовании различных наборов оборудования SDR. Для достижения этой цели выполняемые радиофункции должны быть отделены от общих услуг, не относящихся к радиосвязи. Радиоприменение должно быть сосредоточено на конкретных потребностях в радиосвязи, а при реализации обслуживания должна быть обеспечена инфраструктура программного обеспечения, которая отделяет базовые выполняемые функции программного и аппаратного обеспечения набора оборудования SDR. Если это разделение сохраняется, то разработчик радиоприменения может использовать predetermined интерфейсы для доступа к выполняемым функциям любой SDR. Возможная переносимость радиоприменения увеличивается, поскольку услуги, требуемые для радиоприменения, реализованы в наборе оборудования SDR.