

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.1105-2\*

**Фиксированные беспроводные системы для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи**

(Вопрос МСЭ-R 239/9)

(1994-2002-2006)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации приводятся характеристики фиксированных беспроводных систем, используемых для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи. Указаны несколько типов таких систем, включая транспортируемое оборудование, в соответствии с емкостью каналов, рабочими полосами частот, расстоянием передачи и условиями распространения тракта.

Подробное описание таких систем приводится также в Приложении 1 в качестве руководства.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что в случае стихийных бедствий, эпидемий, голода и подобных чрезвычайных ситуаций для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи важнейшее значение имеют быстро развертываемые средства электросвязи;
- b) что необходимо принимать как можно больше мер по смягчению последствий стихийных бедствий;
- c) что ввиду распространенности сетей с доведением оптического кабеля до пользователя, цифровых абонентских линий, мобильных телефонов и т. д. имеются высокоскоростные данные и весьма емкая информация в форме речи, цифровых данных, изображения, либо они обеспечиваются с помощью различных услуг, основанных на протоколе Интернет (IP);
- d) что транспортируемое оборудование фиксированной беспроводной связи может использоваться для осуществления операций по оказанию помощи с применением либо линий радиосвязи, либо кабельных линий и может включать приложения многократного переприема с использованием цифрового и аналогового оборудования;
- e) что оборудование фиксированной беспроводной связи для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи может эксплуатироваться в местоположениях с различным рельефом местности и в различных климатических зонах, неконтролируемых условиях окружающей среды и/или при нестабильных источниках энергии;
- f) что оборудование фиксированной беспроводной связи для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи может использоваться в районах с неблагоприятной средой помех;
- g) что возможность взаимодействия и обеспечение межсетевого обмена между фиксированными беспроводными системами, используемыми для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи, и другими сетями были бы полезными в чрезвычайных ситуациях, как они указаны в пункте a) раздела *учитывая*;
- h) что требуется эффективно использовать радиочастотный спектр,  
*признавая,*
  - a) что Всемирная конференция радиосвязи (ВКР-03) предлагает МСЭ-R продолжить технические исследования и разработать рекомендации, касающиеся реализации технических и эксплуатационных требований, по мере необходимости, для усовершенствованных решений,

---

\* Эта Рекомендация должна быть доведена до сведения 8-й Исследовательской комиссии по радиосвязи (Рабочая группа 8А) и 2-й Исследовательской комиссии по развитию электросвязи.

отвечающих потребностям систем радиосвязи в области обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях, принимая во внимание возможности, развитие и любые связанные с этим переходные требования существующих систем, в особенности таких систем во многих развивающихся странах, для национальных и международных операций (см. соответствующую часть Резолюции 646 (ВКР-03)),

*рекомендует,*

1 чтобы для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи в подвергшихся разрушениям районах или для восстановления нарушенных линий связи принимались во внимание следующие типы фиксированных беспроводных систем, приведенные в таблице 1:

ТАБЛИЦА 1

**Типы фиксированных беспроводных систем для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи**

Тип	Характеристика	Применение
A	Простая беспроводная линия связи, которая может быть быстро установлена для телефонной связи с правительственными или международными пунктами управления	(1) (2)
B	Одна или более местных сетей, соединяющих линиями телефонной связи центральный узел связи примерно с 10–20 станциями конечных пользователей	(1)
C	Линия телефонной связи емкостью примерно 6–24 канала или канал передачи данных со скоростью передачи до базовой на тракте прямой видимости или почти прямой видимости	(1) (2)
D	Линия связи при наличии препятствий или на загоризонтном тракте	(2)
E	Телефонная линия связи большой емкости (более 24 каналов) или цифровая фиксированная беспроводная линия (со скоростью передачи выше базовой)	(2)
F	Одновременная индивидуальная или групповая радиосвязь с использованием индивидуальной радиосвязи пункта со многими пунктами между центральной станцией и рядом терминалов в том или ином районе	(1), (3)

Типы А–Е: транспортируемая система

Применение (1): для подвергшихся разрушениям районов

Применение (2): для нарушенных линий связи

Применение (3): для смягчения последствий бедствий

2 чтобы полосы частот, используемые в описанных в таблице 1 фиксированных беспроводных системах для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи, соответствовали установленным в Регламенте радиосвязи для фиксированной службы, а также национальным и региональным распределениям частот (см. таблицу 2);

3 чтобы размещение радиочастот в фиксированных беспроводных системах для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи в выбранных полосах частот соответствовали Рекомендациям МСЭ-R (см. Рекомендацию МСЭ-R F.746) и национальным стандартам;

4 чтобы межсетевое взаимодействие транспортируемых фиксированных беспроводных систем с аналоговыми и цифровыми кабельными системами на ретрансляционных станциях осуществлялось в основной полосе частот;

5 чтобы межсетевое взаимодействие транспортируемых фиксированных беспроводных систем с волоконно-оптическими системами на ретрансляционных станциях могло осуществляться в пунктах с существенным уровнем оптической мощности;

6 чтобы в отношении характеристик системы можно было сослаться на содержащуюся в п. 1 Приложения 1 информацию, как на руководство для администраций и структур, занимающихся планированием систем;

7 чтобы рабочие характеристики линий связи, на которых используется транспортируемое оборудование фиксированной беспроводной связи, а также отдельных линий связи, формируемых во время восстановления с помощью транспортируемого оборудования фиксированной беспроводной связи, имели значения для рабочих характеристик передачи, достаточные для обеспечения нормального обслуживания (см. п. 3 Приложения 1);

8 чтобы транспортируемые фиксированные беспроводные системы – типы А–Е в таблице 1, включая Приложение 1 с описанием их характеристик – использовались для линий доступа к базовой станции подвижной связи, действующей при оказании помощи в случае бедствий и чрезвычайных ситуаций.

## Приложение 1

### Описание фиксированных беспроводных систем для смягчения последствий бедствий и осуществления операций по оказанию помощи

#### 1 Характеристики систем

Для каждого типа систем, указанных в таблице 1, подходят значения емкости канала, полосы частот и расстояния тракта, приведенные в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

#### Основные характеристики

Тип системы	Емкость	Пример полос частот <sup>(1)</sup>	Расстояние тракта передачи
A	1–2 канала	ВЧ (2–10 МГц)	До 250 км и более
B	Местная сеть с 10–20 удаленными станциями (несколько каналов)	ОВЧ (50–88 МГц) УВЧ (150–174 МГц) (335–470 МГц)	До нескольких км
C	От 6 до 120 каналов 1,5/2 или 6,3/8 Мбит/с	УВЧ (335–470 МГц) (1,4–1,6 ГГц) СВЧ (7–8 ГГц) (10,5–10,68 ГГц)	До 100 км
D	От 12 до 480 каналов 1,5/2, 6,3/8, 4 x 6,3/8 Мбит/с или 34/45 Мбит/с	УВЧ (800–1 000 МГц) (1,7–2,7 ГГц) СВЧ (4,2–5 ГГц)	Прямая видимость или наличие препятствий на тракте
E	960–2 700 ЧРК каналов РСР-0 (52 Мбит/с) или РСР-1 (155 Мбит/с)	СВЧ (4,4–5 ГГц) (7,1–8,5 ГГц) (10,5–10,68 ГГц) (11,7–13,2 ГГц) (23 ГГц)	До нескольких десятков км
F	6-МДВР каналы напр., до 2 000 индивидуальных вызовов напр., до 200 групповых вызовов	ОВЧ (54–70 МГц)	До 10 км (типовое) Большее расстояние с ретранслятором(ами)

ЧРК: частотное разделение каналов

МДВР: многостанционный доступ с временным разделением

РСР: режим синхронной передачи

(1) Многие части этих полос используются совместно со спутниковыми службами.

В случае линий связи с земной станцией, действующей в спутниковой службе, следует принимать во внимание следующие дополнительные ограничения:

- следует избегать полос частот для линий связи космос-Земля;
- могут возникать трудности при использовании полос частот для линий связи Земля-космос;
- следует избегать загоризонтных систем (типа D).

Было бы желательным избегать полос частот, которые, вероятно, используются или планируются к использованию для магистральной связи. Вместе с тем, эти полосы частот могут использоваться для систем типа E при условии внимательного учета администрацией проблем, связанных с помехами.

## **2 Технические принципы**

### **2.1 Линии связи малой емкости (система типа А)**

В транспортируемом ВЧ оборудовании для 1 или 2 каналов следует применять только твердотельные компоненты, и оно должно быть сконструировано таким образом, чтобы для экономии энергии батарей передатчики выключались, когда они не используются, и чтобы уменьшить возможность помех.

Например, выполненный на твердотельных компонентах терминал мощностью в 100 Вт с одной боковой полосой, работающий в полосе, например, 2 и 8 МГц, со штыревой антенной может иметь дальность действия до 250 км. Симплексный режим (в передатчике и приемнике используется одна и та же частота), с использованием синтезатора частот для обеспечения широкого и быстрого выбора частоты при появлении помехи и для облегчения настройки в чрезвычайных ситуациях, может обеспечить до 24 час. работы при батарее относительно малой емкости (при условии, что передатчик не используется чрезмерно). Батарее можно заряжать от автомобильного генератора, и все блоки могут быть перенесены на руках в условиях пересеченной местности.

### **2.2 Местные радиосети (система типа В)**

Радиосети типа В предусматриваются в качестве местных центров одноканальной радиосвязи с 10–20 удаленными станциями, действующими в диапазонах ОВЧ или УВЧ на частотах до примерно 470 МГц. Можно было бы использовать одноканальное и многоканальное оборудование, аналогичное применяемому в сухопутной подвижной службе.

### **2.3 Линии связи емкостью до 120 каналов (система типа С)**

Имеется оборудование, подходящее для транспортировки автомобильным или железнодорожным транспортом либо с помощью вертолетов. Такое оборудование вместе с источниками питания может быть легко и быстро установлено и введено в действие. Пропускная способность оборудования составляет около 1,5/2–6,3/8 Мбит/с, в зависимости от потребностей, рельефа местности и других факторов.

Предпочтительным является управляемое оборудование с постоянным током или автоматическое оборудование с переменным током, которое может автоматически переключаться для работы с использованием постоянного тока. Такое оборудование может быть оснащено легкими антеннами с высоким коэффициентом усиления типа Яги или сетчатыми антеннами, обеспечивающими диапазон действия до 100 км в условиях прямой видимости, однако при меньших расстояниях допускается наличие некоторых препятствий в виде деревьев. Предпочтительно использовать легко поднимаемые мачты, укрепленные растяжками, или телескопические мачты, которые можно поворачивать с земли. Если для передачи и приема используются отдельные антенны с перекрестной поляризацией, то удобно, чтобы передатчики подсоединялись к антеннам, поляризованным под углом 45° (в направлении от верхней правой части к нижней левой части, если смотреть вдоль тракта из-за антенны); если передающая и приемная антенны смонтированы на общем основании и имеют соединители типа штырь и гнездо, то в этом случае не может быть путаницы с выбором плоскости поляризации, поскольку принимаемый сигнал всегда будет иметь перекрестную поляризацию по отношению к передаваемому сигналу.

При первоначальной установке оборудования предпочтительно использовать одну частоту или заранее выбранные частоты для устранения как можно большего числа регулировок. Преимуществом является способность правильно выбрать частоты для передачи и приема на местах в широкой полосе

частот. Желательно использовать гибкий кабель в пенонаполненной оболочке или в оболочке из твердого диэлектрика, поскольку они менее подвержены механическим повреждениям и воздействию влажности.

#### **2.4 Линии связи емкостью до 480 каналов (система типа D)**

Имеется оборудование, подходящее для транспортировки автомобильным или железнодорожным транспортом либо с помощью вертолетов. Такое оборудование вместе с источниками питания может быть легко и быстро установлено и введено в действие. Емкость оборудования составляет около 12–480 телефонных каналов, в зависимости от потребностей, рельефа местности и других факторов. Использование приемников с низкими коэффициентами шума, специальными демодуляторами и разнесенным приемом позволяет иметь меньшие размеры антенн, мощность передатчиков и размеры источников питания, по сравнению обычно с применяемыми для загоризонтных установок.

В условиях тракта прямой видимости или тракта с частичным наличием препятствий имеется транспортируемое оборудование с аналогичными возможностями быстрого развертывания, но с пропускной способностью до 34/45 Мбит/с. Предпочтительным является оборудование постоянного тока или оборудование переменного тока, которое может автоматически переключаться на работу с использованием постоянного тока. Такое оборудование может быть оснащено легкими сетчатыми антеннами, обеспечивающими диапазон действия в условиях прямой видимости, однако на более коротких трассах допускается наличие некоторых препятствий в виде деревьев. Предпочтительно использовать легко поднимаемые мачты, укрепленные растяжками, или телескопические мачты, которые можно поворачивать с земли.

Преимуществом является возможность правильно выбрать частоты для передачи и приема на местах в широкой полосе частот.

#### **2.5 Линии связи большой емкости (система типа E)**

Для более высоких полос частот и емкости в 960 телефонных каналов и выше рекомендуется устанавливать радиочастотное оборудование непосредственно у антенн. Для транспортируемого оборудования предпочтение следует отдавать оборудованию с отражателями диаметром примерно менее 2 м. В связи с тем что на ретрансляторах желательно осуществлять соединения на ПЧ, следует обеспечить возможность соединений на ПЧ между радиочастотными блоками.

Однако поскольку оборудование, которое необходимо обходить при возникновении чрезвычайных ситуаций или для временного использования, наиболее вероятно будет расположено на уровне земли, то сигнал ПЧ должен быть передан по кабелю управления к блоку управления, расположенному на уровне земли. Антенны систем, используемых для операций по оказанию помощи, по-видимому, будут меньше, чем антенны для фиксированных микроволновых линий, и поэтому важно, чтобы выходная мощность передатчиков была как можно больше, а коэффициент шума приемников – как можно меньше. Предпочтительно использовать оборудование с питанием от батареи: подходят блоки питания на 12 В и/или 24 В, если батареи должны заряжаться от генераторов постоянного или переменного тока любых имеющихся транспортных средств.

Другим вариантом может быть размещение оборудования в нескольких контейнерах. Это не только облегчает перевозку оборудования, но и, кроме того, каждый контейнер может обеспечить возможности для быстрой установки ряда передатчиков и приемников. Максимальное число приемопередатчиков, размещаемых в одном контейнере, будет зависеть от габаритов и максимального веса, допустимых для перевозки вертолетом, самолетом или любыми другими транспортными средствами. Кроме того, предпочтительно принимать во внимание оборудование, работающее от имеющихся в продаже обычных блоков питания. Системы фиксированной беспроводной связи требуют, как правило, работы в условиях прямой видимости. Для цифровых фиксированных беспроводных систем интерфейс должен быть основан на передаче с базовой скоростью (2 Мбит/с (E1) или 1,5 Мбит/с (T1)).

#### **2.6 Региональные системы одновременной связи (система типа F)**

Этот тип действует в обычное время как система связи пункта со многими пунктами, а в чрезвычайных ситуациях работает в основном для связи для оказания помощи при бедствиях.

Центральная станция (ЦС) в местном/муниципальном отделении предоставляет, как правило, общедоступную информацию для расположенных вне зданий оконечных станций (ОС) или расположенных в зданиях приемников с целью предоставления повседневной связи между отделением и населением. Кроме того, ЦС осуществляет сбор данных или информации для потенциального предупреждения о бедствиях, поступающих от ОС через камеры слежения, телеметрическое оборудование и т. д., либо из систем предотвращения бедствий, используемых в других районах. Указанная выше информация может включать в себя метеорологические данные или оповещение о штормах или пожарах. Такая обычная связь осуществляется в рамках МДВР-TDD.

Для ОС, расположенных далеко от ЦС, может быть развернута ретрансляционная станция (или последовательно несколько станций). Ретрансляционные станции могут работать как ОС с функцией интерактивной связи.

В случае наступления бедствия или вероятности бедствия ЦС передает населению необходимую информацию или предупреждения о шторме, землетрясении или цунами с использованием громкоговорителей или экранов, которыми оснащены ОС и расположенные в зданиях приемники. Такая информация по нисходящей линии передается в режиме одновременного распределения.

Интерактивная связь между ЦС и той или иной отдельной ОС возможна даже при осуществлении одновременного распределения с использованием временных интервалов в рамках МДВР-TDD. Так, в ЦС может быть эффективно передана важная информация из пострадавших районов, в том числе о статусе осуществления операций по оказанию помощи, срочно необходимых ресурсах, или информация по правилам безопасности для населения.

Более подробную информацию см. в Дополнении 1.

### 3 Качество передачи

Шумовые характеристики систем типа А в каждом конкретном случае будут во многом зависеть от антенн и длины тракта.

Предполагается, что системы типов В и С обеспечат аналогичное качество передачи при их использовании для работы по оказанию помощи, как и при обычном использовании. В качестве руководства для цифровых систем может использоваться минимальная устойчивая норма КОБ  $< 1 \times 10^{-8}$ .

Системы типа D, как и типа А, будут во многом зависеть от места расположения терминалов и размера антенн. В качестве руководства для цифровых систем может использоваться минимальная устойчивая норма КОБ  $< 1 \times 10^{-8}$ .

Качество передачи транспортируемого микроволнового оборудования типа E, вероятно, будет ниже обычно требуемого для междугородных соединений из-за необходимости использовать антенны меньшего размера и передатчики меньшей мощности, чем для магистральных соединений. Тем не менее, этот показатель работы должен быть таким, чтобы сеть все же могла выполнять все обычные функции. Руководство в отношении показателя работы в таких чрезвычайных условиях приводится ниже:

- $< 1000$  пВт при протяженности до 50 км для 960 каналов (4–12 ГГц);
- $< 5000$  пВт при протяженности до 50 км для более 1800 каналов (4–6 ГГц);
- $< 5000$  пВт при протяженности до 25 км для 2700 каналов (11 ГГц);
- КОБ  $< 1 \times 10^{-8}$  для цифровых систем.

Для системы типа F требуется:

- КОБ  $< 1 \times 10^{-3}$  для расположенных в зданиях приемных терминалов;
- КОБ  $< 1 \times 10^{-4}$  для расположенных вне зданий терминалов с громкоговорителями.

## Дополнение 1 к Приложению 1

### Характеристики и применения региональной цифровой системы одновременной связи для предотвращения бедствий и осуществления операций по оказанию помощи

Региональная цифровая система одновременной связи (РЦСОС), основанная на стандарте ARIB STD-T86\*, была разработана для предотвращения бедствий и осуществления операций по оказанию помощи, а именно для сбора данных или информации для предотвращения бедствий или причиняемого ими ущерба, а также для передачи необходимой информации или сигналов тревоги населению наряду с обменом речевыми сообщениями и данными между центральным отделением и населением.

При размещении центральной станции в местном отделении и ряда терминалов в конкретном районе эта система обеспечивает одновременную или групповую связь, помимо индивидуальной связи пункта с пунктом между центральной станцией и терминалами.

Для предотвращения бедствий или причиняемого ими ущерба центральная станция осуществляет сбор данных или информации, поступающих от камер слежения, телеизмерительного оборудования, населения и т. д., с помощью расположенных вне помещений терминалов, использующих МДВР, или из других систем по предотвращению бедствий с помощью телефонной или факсимильной связи. Затем центральная станция передает необходимую информацию или сигналы тревоги населению через расположенные вне зданий терминалы и приемники в зданиях с помощью громкоговорителей или экранов в режиме одновременного распределения.

Каждый расположенный вне зданий терминал может осуществлять интерактивную связь с центральной станцией в режиме TDD (дуплексное разделение во времени). МДВР с 6 временными интервалами может обеспечить индивидуальную связь даже во время осуществления одновременного распределения.

Через каналы 6-МДВР может быть произведено до 2000 индивидуальных вызовов или до 200 групповых вызовов, хотя эти характеристики зависят от модели производителей.

С использованием системы 16-КАМ можно обеспечить скорость передачи 45 кбит/с с разнесением радиоканалов в 15 кГц, обеспечивая сбор видеоданных на центральной станции и передачу на экранах на терминалах.

Для терминалов, расположенных далеко от центральной станции, устанавливается ретранслятор, который обеспечивает функцию прерывания сигнала, что позволяет терминалам получить доступ к ретрансляторам, а также к центральной станции. При необходимости, могут быть последовательно установлены два или более ретрансляторов. При внедрении ретрансляторов выходная мощность передатчика каждого расположенного вне здания терминала может быть 10 Вт или менее. Вместе с работой в режиме TDD и МДВР низкая потребляемая мощность расположенных вне зданий терминалов делает возможным использование солнечной энергии или комбинированного генератора, работающего на энергии солнца и ветра.

При таком стандарте обеспечивается возможность взаимодействия между терминалами или системами различных поставщиков, что дает возможность направлять такое оборудование из других районов в район бедствия для осуществления операций по оказанию помощи.

В обычное время эта система используется для предупреждений о шторме, пожаре и т. д., а также для повседневной связи между местным отделением и населением.

---

\* [http://www.arib.or.jp/english/html/overview/itu/itu-arib\\_std-t86v1.0\\_e.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/itu/itu-arib_std-t86v1.0_e.pdf)

*Краткие технические характеристики:*

Полоса частот :	54–70 МГц
Разнос каналов:	15 кГц
Мощность передатчика:	10 Вт или менее
Скорость передачи:	45 кбит/с
Система модуляции:	16-QAM
Метод связи:	МДВР-TDD
Речевой кодер-декодер:	высокоэффективный речевой кодер-декодер со скоростью 16 кбит/с для работы громкоговорителя.

---