

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S.1001-1\*

**Использование систем фиксированной спутниковой службы в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций для операций по предупреждению и оказанию помощи**

(1993-2006)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации приводятся руководящие указания по использованию спутниковых сетей в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций. В Рекомендации дана информация об общей системе и проектировании окончного оборудования, подходящего для электросвязи для оказания помощи при бедствиях.

Настоящая Рекомендация соответствует требованиям Конвенции Тампере (2005 г.).

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций важнейшее значение для операций по оказанию помощи имеет надежное и быстрое в развертывании оборудование электросвязи;
- b) что для стихийных бедствий свойственна непредсказуемость места, где они произойдут, и поэтому необходимо быстро доставлять на место оборудование электросвязи;
- c) что спутниковая передача с использованием земных станций с малой апертурой, таких как фиксированные VSAT, передвижные земные станции и перевозимые земные станции, имеет огромное значение и порой является одним из наиболее целесообразных решений для обеспечения услуг электросвязи при чрезвычайных ситуациях для операций по оказанию помощи;
- d) что оборудование электросвязи может выполнять множество функций, включая передачу речи посредством электросвязи, передачу сообщений с места события, сбор данных и передачу видеоданных;
- e) что в качестве руководства при планировании использования систем для операций по предупреждению и оказанию помощи было бы полезным предоставить технические параметры земных станций малой апертуры и привести примеры систем, используемых при чрезвычайных ситуациях,

*рекомендует,*

**1** чтобы при планировании использования систем в фиксированной спутниковой службе для операций по предупреждению и оказанию помощи в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций принимались во внимание материалы, приведенные в Приложении 1;

---

\* Информацию об использовании малых земных станций для передачи телевизионных сигналов см. в Рекомендации МСЭ-R SNG.1421.

2 что следующие Примечания следует рассматривать как часть настоящей Рекомендации:

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Материально-техническое обеспечение перевозки, установки и эксплуатации оборудования электросвязи требует тщательного рассмотрения с целью максимального улучшения показателей работы системы с точки зрения надежности и оперативности развертывания.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Хотя использование перевозимых земных станций для управления операциями в случае бедствий делает нецелесообразным проведение подробной предварительной координации и оценки помех, при совместном использовании полос частот следует уделять внимание этим аспектам.

## Приложение 1

### Использование малых земных станций для операций по оказанию помощи в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций

#### 1 Введение

В случае стихийных бедствий, эпидемий, голода и т. д. существует неотложная потребность в надежной линии связи для использования при операциях по оказанию помощи. Наиболее подходящим средством для быстрого установления линии связи с удаленной аппаратурой, как представляется, является спутниковая связь. В настоящем документе описаны основные требования к таким спутниковым системам. Если предполагается, что система будет работать в фиксированной спутниковой службе (ФСС), желательно, чтобы для перевозки и установки в зоне бедствия имелась малая земная станция, такая как фиксированная VSAT, передвижная земная станция или перевозимая земная станция, имеющая доступ к существующей спутниковой системе. Желательно также, чтобы система была основана на широко распространенных стандартах, с тем чтобы:

- оборудование было легкодоступным;
- обеспечивалась возможность взаимодействия;
- обеспечивалась надежность.

В настоящем Приложении представлен материал, который может быть полезен при планировании использования систем в ФСС в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций для операций по предупреждению и оказанию помощи.

#### 2 Основные положения

##### 2.1 Необходимые услуги

Базовая архитектура связи для операций по оказанию помощи должна состоять из линии, соединяющей зону бедствия с назначенными центрами по оказанию помощи, а ее базовые услуги электросвязи должны включать, как минимум, телефонию, передачу данных любого вида (IP, диаграммы, факсимиле и т. д.), видеоданных. В большинстве случаев для такой передачи используются цифровые технологии передачи.

##### 2.2 Требования к каналу и физическому уровню

При цифровой передаче одним из средств измерения рабочих характеристик кодированного канала является вероятность ошибок по битам (BER). Рекомендуемый показатель BER в ФСС приводится в Рекомендации МСЭ-R S.1062 и составляет  $10^{-6}$  для 99,8% времени в худшем месяце. Такая величина BER получается в результате как соотношения SNIR (соотношения сигнал-шум и помехи), которое представляет собой рабочую характеристику конкретного канала, так и кодирования. Надлежащее кодирование может в определенной степени компенсировать плохое качество канала, но снижает полезную скорость передачи.

Конкретные условия передачи в месте бедствия в случае операций по предупреждению и оказанию помощи (например, климатические условия на месте, характер миссии и т. д.), которые могли бы ухудшить качество канала, необходимо принимать во внимание посредством усиления кодирования. В идеальном случае следовало бы применять адаптивное кодирование, т. е. систему, которая может получать обратно от канала информацию и реагировать, адаптируя скорость кодирования.

### 2.3 Требования к сети

Для операций по оказанию помощи, ввиду важнейшей потребности в наличии малых антенн, предпочтительно эксплуатировать сеть в диапазоне 14/12 ГГц или даже 30/20 ГГц. Хотя такие полосы частот, как находящиеся в диапазоне 6/4 ГГц, требуют более крупных антенн, они также подходят в зависимости от условий передачи и охвата спутниковых ресурсов. Для того чтобы не допускать помех, следует учитывать, что некоторые полосы частот используются совместно с наземными службами.

Сеть должна обеспечивать приемлемое качество услуг. В случае, если сеть используется совместно с клиентами, потребности которых не являются срочными, операции при чрезвычайных ситуациях должны иметь абсолютный приоритет, что означает "приоритетный" класс обслуживания. Могла бы быть желательной полностью частная сеть с зарезервированными полосами частот.

Когда функционирует много земных станций, может оказаться необходимым сетевое управление, основанное на многостанционном доступе с предоставлением каналов по требованию (DAMA).

### 2.4 Соответствующие земные станции

Для малой(ых) земной(ых) станции(й) на месте следует рассмотреть вопрос о передвижной земной станции или перевозимой земной станции. Представленный в пунктах 3–6 настоящего Приложения материал может быть полезным для установления размеров таких земных станций.

Для обеспечения бесперебойной работы земных станций в случае стихийных бедствий важнейшее значение имеет регулярная тренировка потенциальных операторов и предварительное техническое обслуживание оборудования. В частности, особое внимание следует уделять тому, чтобы был присоединен автономный источник питания или системы энергоснабжения.

## 3 Требуемый уровень э.и.и.м. земной станции и спутниковые ресурсы

В этом разделе рассматриваются необходимые уровни э.и.и.м. земных станций и спутниковые ресурсы посредством расчетов ресурсов линии на основе предположения о том, что малая земная станция (фиксированная VSAT, передвижная земная станция или перевозимая земная станция), работающая в зоне бедствия, устанавливает связь с центральной земной станцией, оборудованной более крупной антенной.

Выбор системных параметров должен быть основан на соображениях, перечисленных в данном разделе настоящего Приложения для диапазонов 6/4 ГГц, 14/12 ГГц и 30/20 ГГц. Системные параметры перечислены в таблицах 1a)–1f).

QPSK со скоростью 1/2 сверточного кода, 3/4 сверточного кода, 1/2 сверточного кода + 188/204 внешнего кода Рида-Соломона и 1/2 турбокода – это типичные методы цифровой модуляции и упреждающей коррекции ошибок (FEC), которые обычно используются для спутниковых линий ФСС. Следовало бы подчеркнуть, что сочетание сверточного кода в качестве внутреннего кода с кодом Рида-Соломона в качестве внешнего кода в настоящее время устарело из-за внедрения турбокодирования или кодирования с малой плотностью проверок на четность (LDPC), которые в целом действуют лучше; существовавшая ранее схема кодирования осталась как наследие прошлого.

Предполагается, что для данного примера расчета ресурса линии диаметр антенны малой земной станции (передвижной или перевозимой) составляет 2,5 м или 5 м для диапазона 6/4 ГГц, 1,2 м или 3 м для диапазона 14/12 ГГц и 1,2 м или 2,4 м для диапазона 30/20 ГГц. Для станций в диапазонах 14/12 ГГц и 30/20 ГГц могут использоваться антенны меньшего диаметра, если применяются необходимые меры, такие как спутники с более высоким значением  $G/T$  или методы расширенного спектра, что позволяет уменьшить внеосевые излучения до приемлемых уровней.

В диапазоне 4 ГГц типичное значение  $G/T$  земной станции составляет 17,5 дБ/К и 23,5 дБ/К для антенн диаметром 2,5 м и 5 м, соответственно. В диапазоне 12 ГГц типичное значение  $G/T$  земной станции составляет 20,8 дБ/К и 28,8 дБ/К для антенн диаметром 1,2 м и 3 м, соответственно. В диапазоне 20 ГГц типичное значение  $G/T$  земной станции составляет 25,1 дБ/К и 31,1 дБ/К для антенн диаметром 1,2 м и 2,4 м, соответственно. Шумовая температура малошумящего усилителя, как предполагается, составляет 60 К, 100 К и 140 К для диапазонов 4 ГГц, 12 ГГц и 20 ГГц, соответственно. Хотя могут использоваться антенны с малой апертурой, такие как 45 см, 75 см и т. д., при использовании таких антенн следует принимать во внимание положения Регламента радиосвязи, которые включают ограничения по внеосевым излучениям. Использование малых антенн может не обеспечивать возможность соответствия критериям внеосевых излучений, следовательно мощность передачи земной станции должна быть уменьшена, чтобы не допустить помех соседним спутниковым и другим службам.

Следует отметить, что значения э.и.и.м. спутника и э.и.и.м. земной станции даны для малых земных станций с углом места антенны  $10^\circ$  и общим запасом мощности 2 дБ.

В таблице 1f) приводятся типичные параметры спутников для общих лучей в диапазоне 6/4 ГГц и сфокусированных лучей в диапазонах 14/12 ГГц и 30/20 ГГц. Приведенные в таблице 1f) значения "усиление ретранслятора #a" и "усиление ретранслятора #b" определяются, как это указано на рис. 1.

В результате расчета ресурса линии в исходящем (центральная станция – VSAT) и входящем (VSAT – центральная станция) направлениях в таблицах 2a), 2b) и 2c) приведены примеры требуемых уровней э.и.и.м. земной станции и спутниковых ресурсов, включая требуемый уровень э.и.и.м. спутника, э.и.и.м. земной станции и полосу пропускания, необходимую для типичных методов цифровой модуляции и FEC в диапазонах 6/4 ГГц, 14/12 ГГц и 30/20 ГГц.

Поскольку требуемая полоса пропускания приведена для направления в одну сторону, для обоих направлений приведенное значение необходимо умножить на два. Требуемый уровень э.и.и.м. показывает значение для линии вниз в исходящем направлении, которое обычно меньше, чем при ситуации ограниченной мощности на спутниках. Требуемый уровень э.и.и.м. земной станции и мощность передачи показывают значение для линии вверх во входящем направлении, которое обычно меньше, чем при ситуации ограниченной мощности на земных станциях.

Ослабление из-за дождя не включено в приведенные выше расчеты. В зависимости от местных условий, могут потребоваться положения для запаса в случае дождя. В расчет не приняты помехи или интермодуляционные искажения. Следовательно, необходим дополнительный запас. (См. Рекомендацию МСЭ-R P.618 для ослабления из-за дождя для местных климатических условий и Рекомендацию МСЭ-R S.1432 для различных критериев помех.)

ТАБЛИЦА 1

**Типичные параметры спутника, земной станции и несущей, применяемые для расчетов**

## а) Расстояние до спутника ГСО и потери на трассе

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Угол места (градусы) | 10     |
| Расстояние (км)      | 40 600 |

б) Потери на трассе ( $EL = 10^\circ$ )

| Частота (ГГц)         | 6/4   |       | 14/12 |       | 30/20 |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | 4,0   | 6,2   | 12,25 | 14,25 | 20,0  | 30,0  |
| Длина волны (м)       | 0,08  | 0,05  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,01  |
| Потери на трассе (дБ) | 196,7 | 200,5 | 206,4 | 207,7 | 210,6 | 214,2 |

## с) Параметры канала передачи

| Модуляция FEC                 | QPSK<br>1/2 сверт.( <sup>1</sup> ) | QPSK<br>3/4 сверт.( <sup>1</sup> ) | QPSK<br>1/2 сверт.( <sup>1</sup> ) | QPSK<br>1/2 турбокодирование | 8-PSK<br>2/3 |
|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------|
| BER                           | $10^{-6}$                          | $10^{-6}$                          | $10^{-6}$                          | $10^{-6}$                    | $10^{-6}$    |
| Требуемое $E_b/N_0$ (дБ)      | 6,1                                | 7,6                                | 4,4                                | 3,1                          | 9,0          |
| Скорость FEC                  | 0,5                                | 0,75                               | 0,5                                | 0,5                          | 0,67         |
| Скорость внешнего кодирования | 1,0                                | 1,0                                | 188/204                            | 1,0                          | 1,0          |
| Количество битов в символе    | 2                                  | 2                                  | 2                                  | 2                            | 3            |
| Требуемое $C/N$ (дБ)          | 6,1                                | 9,4                                | 4,0                                | 3,1                          | 12,0         |

(<sup>1</sup>) Длина кодового ограничения  $k = 7$ .

d) Усиление антенны земной станции и  $G/T$ 

| Полоса частот (ГГц)                     | 6/4   |      |       |      | 14/12 |       |       |       | 30/20 |      |       |      |
|---|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
|   | 2,5 м |      | 5,0 м |      | 1,2 м |       | 3,0 м |       | 1,2 м |      | 2,4 м |      |
| Диаметр антенны                         | 2,5 м |      | 5,0 м |      | 1,2 м |       | 3,0 м |       | 1,2 м |      | 2,4 м |      |
| Частота (ГГц)                           | 4,0   | 6,2  | 4,0   | 6,2  | 12,25 | 14,25 | 12,25 | 14,25 | 20,0  | 30,0 | 20,0  | 30,0 |
| Эффективность                           | 0,6   | 0,6  | 0,6   | 0,6  | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,6  | 0,6   | 0,6  |
| Пиковое значение усиления антенны (дБи) | 38,2  | 42,0 | 44,2  | 48,0 | 41,5  | 42,8  | 49,5  | 50,8  | 45,8  | 49,3 | 51,8  | 55,3 |
| $G/T$ (дБ/К)                            | 17,5  | /    | 23,5  | /    | 20,8  | /     | 28,8  | /     | 25,1  | /    | 31,1  | /    |

e) Усиление антенны центральной земной станции и  $G/T$ 

| Частота (ГГц)                                 | 6/4  |      | 14/12 |       | 30/20 |      |
|---|------|------|-------|-------|-------|------|
|   | 4,0  | 6,2  | 12,25 | 14,25 | 20,0  | 30,0 |
| Усиление антенны (дБи)                        | 55,7 | 59,5 | 57,9  | 59,5  | 58,0  | 61,8 |
| $G/T$ центральной земной станции (дБ/К)       | 35,0 | /    | 35,0  | /     | 35,0  | /    |
| Размер антенны центральной земной станции (м) | 18 м |      | 7,6 м |       | 4,7 м |      |

## f) Усиление спутникового ретранслятора

| Спутник   | 6/4 ГГц спутник | 14/12 ГГц спутник | 30/20 ГГц спутник |
|---|-----------------|-------------------|-------------------|
| Полоса частот (ГГц)                                       | 6/4             | 14/12             | 30/20             |
| Длина волны (м)   | 0,05            | 0,02              | 0,01              |
| Тип луча  | ОБЩИЙ           | СФОКУСИРОВАННЫЙ   | Несколько         |
| $G/T$ спутникового приемника (дБ/К)                       | -13,0           | 2,5               | 11,0              |
| э.и.и.м. насыщения ретранслятора для одной несущей (дБВт) | 29,0            | 45,8              | 54,5              |
| SFD (дБ(Вт/м <sup>2</sup> ))                              | -78,0           | -83,0             | -98,4             |
| ИВО-ОВО (дБ)  | 1,8             | 0,9               | 5,0               |
| $G_s$ (дБ)  | 37,3            | 44,5              | 51,0              |
| Усиление ретранслятора #a (дБ)                            | 146,1           | 174,2             | 200,2             |
| Усиление ретранслятора #b (дБ)                            | -55,3           | -33,5             | -14,0             |

SFD: Плотность потока мощности насыщения

ИВО: Задержка на входе

ОВО: Задержка на выходе

РИСУНОК 1

Определение усиления ретранслятора (усиление XP)



Усиление XP #a =  $G_s$  + э.и.и.м. (насыщение спутника) SFD +  $\Delta$  (ИВО-ОВО)

Усиление XP #b = э.и.и.м. спутника + э.и.и.м. центральной земной станции

$G_s$ : Усиление антенны в  $1 \text{ м}^2$

1001-01

ТАБЛИЦА 2а

Примеры требуемых уровней э.и.и.м. земной станции и спутниковых ресурсов в диапазоне 6/4 ГГц

| IR <sup>(1)</sup> | Модуляция/FEC                                    | QPSK 1/2 сверт. <sup>(2)</sup> |       | QPSK 3/4 сверт. <sup>(2)</sup> |       | QPSK 1/2 сверт. <sup>(2)</sup> +RS |       | QPSK 1/2 турбокод. |       |
|-------------------|--|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|------------------------------------|-------|--------------------|-------|
|                   | Диаметр антенны                                  | 2,5 м                          | 5,0 м | 2,5 м                          | 5,0 м | 2,5 м                              | 5,0 м | 2,5 м              | 5,0 м |
| 64 кбит/с         | Распределенная полоса пропускания спутника (кГц) | 90                             | 90    | 60                             | 60    | 90                                 | 90    | 60                 | 60    |
|                   | э.и.и.м. спутника (дБВт)                         | 6,8                            | 0,9   | 8,3                            | 2,4   | 6,8                                | 0,9   | 8,3                | 2,4   |
|                   | э.и.и.м. земной станции (дБВт)                   | 46,2                           | 46,2  | 47,7                           | 47,7  | 46,2                               | 46,2  | 47,7               | 47,7  |
|                   | Мощность передачи земной станции (Вт)            | 3,1                            | 0,8   | 4,4                            | 1,1   | 3,1                                | 0,8   | 4,4                | 1,1   |
| 1 Мбит/с          | Распределенная полоса пропускания спутника (кГц) | 1 434                          | 1 434 | 956                            | 956   | 1 434                              | 1 434 | 956                | 956   |
|                   | э.и.и.м. спутника (дБВт)                         | 18,8                           | 12,9  | 20,3                           | 14,4  | 18,8                               | 12,9  | 20,3               | 14,4  |
|                   | э.и.и.м. земной станции (дБВт)                   | 58,2                           | 58,2  | 59,7                           | 59,7  | 58,2                               | 58,2  | 59,7               | 59,7  |
|                   | Мощность передачи земной станции (Вт)            | 50,3                           | 12,6  | 71,1                           | 17,8  | 50,3                               | 12,6  | 71,1               | 17,8  |
| 6 Мбит/с          | Распределенная полоса пропускания спутника (кГц) | 8 602                          | 8 602 | 5 734                          | 5 734 | 8 602                              | 8 602 | 5 734              | 5 734 |
|                   | э.и.и.м. спутника (дБВт)                         | 26,6                           | 20,7  | 28,1                           | 22,2  | 26,6                               | 20,7  | 28,1               | 22,2  |
|                   | э.и.и.м. земной станции (дБВт)                   | 66,0                           | 66,0  | 67,5                           | 67,5  | 66,0                               | 66,0  | 67,5               | 67,5  |
|                   | Мощность передачи земной станции (Вт)            | 302,1                          | 75,5  | 426,7                          | 106,7 | 302,1                              | 75,5  | 426,7              | 106,7 |

(1) IR: Скорость передачи информации.

(2) Длина кодового ограничения  $K = 7$ .

ТАБЛИЦА 2б

## Примеры требуемых уровней э.и.и.м. земной станции и спутниковых ресурсов в диапазоне 14/12 ГГц

| IR <sup>(1)</sup> | Модуляция/FEC                                    | QPSK 1/2<br>сверт. <sup>(2)</sup> |       | QPSK 3/4<br>сверт. <sup>(2)</sup> |       | QPSK 1/2<br>сверт. <sup>(2)</sup> +RS |       | QPSK 1/2<br>турбокод. |       |
|-------------------|--|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|-----------------------|-------|
|                   |  | 1,2 м                             | 3,0 м | 1,2 м                             | 3,0 м | 1,2 м                                 | 3,0 м | 1,2 м                 | 3,0 м |
| 64 кбит/с         | Распределенная полоса пропускания спутника (кГц) | 90                                | 90    | 60                                | 60    | 97                                    | 97    | 90                    | 90    |
|                   | э.и.и.м. спутника (дБВт)                         | 14,7                              | 7,4   | 16,2                              | 8,9   | 13,0                                  | 5,7   | 11,7                  | 4,4   |
|                   | э.и.и.м. земной станции (дБВт)                   | 35,6                              | 35,6  | 37,1                              | 37,1  | 33,9                                  | 33,9  | 32,6                  | 32,6  |
|                   | Мощность передачи земной станции (Вт)            | 0,3                               | 0,1   | 0,5                               | 0,1   | 0,2                                   | 0,04  | 0,2                   | 0,03  |
| 1 Мбит/с          | Распределенная полоса пропускания спутника (кГц) | 1 434                             | 1 434 | 956                               | 956   | 1 556                                 | 1 556 | 1 434                 | 1 434 |
|                   | э.и.и.м. спутника (дБВт)                         | 26,7                              | 19,4  | 28,2                              | 20,9  | 25,0                                  | 17,7  | 23,7                  | 16,4  |
|                   | э.и.и.м. земной станции (дБВт)                   | 47,7                              | 47,7  | 49,2                              | 49,2  | 46,0                                  | 46,0  | 44,7                  | 44,7  |
|                   | Мощность передачи земной станции (Вт)            | 5,3                               | 0,9   | 7,5                               | 1,2   | 3,6                                   | 0,6   | 2,7                   | 0,4   |
| 6 Мбит/с          | Распределенная полоса пропускания спутника (кГц) | 8 602                             | 8 602 | 5 734                             | 5 734 | 9 334                                 | 9 334 | 8 602                 | 8 602 |
|                   | э.и.и.м. спутника (дБВт)                         | 34,5                              | 27,2  | 36,0                              | 28,7  | 32,8                                  | 25,5  | 31,5                  | 24,2  |
|                   | э.и.и.м. земной станции (дБВт)                   | 55,4                              | 55,4  | 56,9                              | 56,9  | 53,7                                  | 53,7  | 52,4                  | 52,4  |
|                   | Мощность передачи земной станции (Вт)            | 32,0                              | 5,1   | 45,1                              | 7,2   | 21,6                                  | 3,5   | 16,0                  | 2,6   |

(1) IR: Скорость передачи информации.

(2) Длина кодового ограничения  $K = 7$ .

ТАБЛИЦА 2с

## Примеры требуемых уровней э.и.и.м. земной станции и спутниковых ресурсов в диапазоне 30/20 ГГц

| IR <sup>(1)</sup> | Модуляция/FEC                                    | QPSK 1/2<br>сверт. <sup>(2)</sup> |       | QPSK 3/4<br>сверт. <sup>(2)</sup> |       | QPSK 1/2<br>сверт. <sup>(2)</sup> +RS |       | QPSK 1/2<br>турбокод. |       |
|-------------------|--|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|-----------------------|-------|
|                   |  | 1,2 м                             | 2,4 м | 1,2 м                             | 2,4 м | 1,2 м                                 | 2,4 м | 1,2 м                 | 2,4 м |
| 64 кбит/с         | Распределенная полоса пропускания спутника (кГц) | 90                                | 90    | 60                                | 60    | 97                                    | 97    | 90                    | 90    |
|                   | э.и.и.м. спутника (дБВт)                         | 25,8                              | 25,5  | 27,3                              | 27,0  | 24,1                                  | 23,8  | 22,8                  | 22,5  |
|                   | э.и.и.м. земной станции (дБВт)                   | 30,7                              | 30,7  | 32,2                              | 32,2  | 29,0                                  | 29,0  | 27,7                  | 27,7  |
|                   | Мощность передачи земной станции (Вт)            | 0,024                             | 0,006 | 0,035                             | 0,009 | 0,017                                 | 0,004 | 0,012                 | 0,003 |
| 1 Мбит/с          | Распределенная полоса пропускания спутника (кГц) | 1 434                             | 1 434 | 956                               | 956   | 1 556                                 | 1 556 | 1 434                 | 1 434 |
|                   | э.и.и.м. спутника (дБВт)                         | 37,9                              | 37,6  | 39,4                              | 39,1  | 36,2                                  | 35,9  | 34,9                  | 34,6  |
|                   | э.и.и.м. земной станции (дБВт)                   | 42,8                              | 42,8  | 44,3                              | 44,3  | 41,1                                  | 41,1  | 39,8                  | 39,8  |
|                   | Мощность передачи земной станции (Вт)            | 0,4                               | 0,1   | 0,6                               | 0,1   | 0,3                                   | 0,1   | 0,2                   | 0,05  |
| 6 Мбит/с          | Распределенная полоса пропускания спутника (кГц) | 8 602                             | 8 602 | 5 734                             | 5 734 | 9 334                                 | 9 334 | 8 602                 | 8 602 |
|                   | э.и.и.м. спутника (дБВт)                         | 45,6                              | 45,4  | 47,1                              | 46,9  | 43,9                                  | 43,7  | 42,6                  | 42,4  |
|                   | э.и.и.м. земной станции (дБВт)                   | 50,6                              | 50,6  | 52,1                              | 52,1  | 48,9                                  | 48,9  | 47,6                  | 47,6  |
|                   | Мощность передачи земной станции (Вт)            | 2,3                               | 0,6   | 3,3                               | 0,8   | 1,6                                   | 0,4   | 1,2                   | 0,3   |

(1) IR: Скорость передачи информации.

(2) Длина кодового ограничения  $K = 7$ .

### 3.1 Пример расчета ресурса линии

В таблице 3а для иллюстрации приводятся сведения о расчете ресурса линии из таблицы 2а (для случая 6 Мбит/с для диапазона 6/4 ГГц при QPSK 1/2 сверт., антенна 2,5 м).

Знак <sup>(2)</sup> в таблице 3а означает величины, приведенные в таблице 2а в результате расчетов.

ТАБЛИЦА 3а  
**Расчет ресурса линии из таблицы 2а**  
**(6 Мбит/с диапазон С при QPSK 1/2 сверт., антенна 2,5 м)**

| Статья   | Единица                | Значение                       |
|--|------------------------|--------------------------------|
| <i>А. Параметр передающего канала</i>                                    |                        |                                |
| Модуляция  |                        | QPSK 1/2 сверт. <sup>(1)</sup> |
| BER  |                        | 10 <sup>-6</sup>               |
| Требуемое соотношение $E_b/N_0$ (дБ)                                     | дБ                     | 6,1                            |
| Требуемое соотношение $C/N$ (дБ)   | дБ                     | 6,1                            |
| <i>В. Основной параметр спутника</i>                                     |                        |                                |
| SFD (граница луча)   | дБ(Вт/м <sup>2</sup> ) | -78,0                          |
| G/T (граница луча)   | дБ/К                   | -13,0                          |
| э.и.и.м. насыщения ретранслятора для одной несущей (граница луча) (дБВт) | дБВт                   | 29,0                           |
| ИВО  | дБ                     | -5,4                           |
| ОВО  | дБ                     | -4,5                           |
| $\Delta$ (ИВО-ОВО)   | дБ                     | 0,9                            |
| Усиление 1 квадратного метра   | дБ                     | 37,3                           |
| Усиление ретранслятора (#а)  | дБ                     | 145,2                          |
| <i>С. Параметр передающей несущей</i>                                    |                        |                                |
| Скорость передачи информации   | кбит/с                 | 6 144,0                        |
| Скорость FEC   |                        | 0,5                            |
| Скорость RS (Рида-Соломона) gate   |                        | 1,0                            |
| Скорость передачи  | кбит/с                 | 12 288,0                       |
| Полоса пропускания шума  | кГц                    | 6 144,0                        |
| Распределенная полоса пропускания <sup>(2)</sup>                         | кГц                    | 8 601,6 <sup>(2)</sup>         |

<sup>(1)</sup> Длина кодового ограничения  $K = 7$ .

ТАБЛИЦА 3а (окончание)

| <i>D. Основной параметр земной станции</i>                            |      |   |  |
|---|------|---|--|
| <i>G/T</i>  | дБ/К | 17,5<br>(2,5 м земная станция)  | 35,0<br>(центральная земная станция)                                 |
| <i>E. Расчет ресурса линии</i>  |      |   |  |
|   |      | <b>Исходящая<br/>(центральная станция<br/>≥ 2,5 м земной станции)</b> | <b>Входящая<br/>(2,5 м земная станция<br/>≥ центральной станции)</b> |
| <i>1. C/N на линии вверх (E/S центральной станции -&gt; спутника)</i> |      |   |  |
| э.и.и.м.<br>центральной/земной<br>станции                             | дБВт | 81,9  | 66,0 <sup>(2)</sup>  |
| Потеря в свободном<br>пространстве (6 ГГц)                            | дБ   | 200,5   | 200,5  |
| <i>G/T</i> спутника (граница<br>луча)                                 | дБ/К | -13,0   | -13,0  |
| <i>C/N</i> (а)  | дБ   | 29,1  | 13,21  |
| <i>2. IM (интермодуляция) земной станции</i>                          |      |   |  |
| <i>C/N</i> (b)  | дБ   | 99,0  | 99,0   |
| <i>3. IM (интермодуляция) спутника</i>                                |      |   |  |
| <i>C/N</i> (с)  | дБ   | 99,0  | 99,0   |
| <i>4. C/N на линии вниз (спутник -&gt; E/S)</i>                       |      |   |  |
| э.и.и.м.<br>спутника (граница луча)                                   | дБВт | 26,6 <sup>(2)</sup>   | 10,7   |
| Преимущество<br>конфигурации и т. д.                                  | дБ   | 0,0   | 0,0  |
| Потеря в свободном<br>пространстве (4 ГГц)                            | дБ   | 196,7   | 196,7  |
| <i>G/T</i> земной станции   | дБ/К | 17,5  | 35,0   |
| <i>C/N</i> (d)  | дБ   | 8,1   | 9,7  |
| <i>5. Помеха в совмещенном канале</i>                                 |      |   |  |
| <i>C/N</i> (е)  | дБ   | 99,0  | 99,0   |
| Общее соотношение<br><i>C/N</i> ( <i>C/N</i> (а) ~ <i>C/N</i> (е))    | дБ   | 8,1   | 8,1  |
| Запас   | дБ   | 2,0   | 2,0  |
| Общее соотношение<br><i>C/N</i>                                       | дБ   | 6,1   | 6,1  |
| Усиление ретранслятора<br>(#b)  | дБ   | -55,3   |  |
| Потеря в фидере   | дБ   |   | 0,8  |
| Усиление антенны<br>земной станции (2,5 м)                            | дБи  |   | 42,0   |
| Требуемая мощность<br>передачи земной<br>станции                      | Вт   |   | 302,1 <sup>(2)</sup>   |

#### 4 Конфигурация перевозимой земной станции

Земную станцию можно разделить на следующие основные подсистемы:

- антенна,
- усилитель мощности,
- маломощный усилитель,
- наземное оборудование связи,
- оборудование управления и контроля,
- оконечное оборудование, включая факсимильные и телефонные аппараты,
- вспомогательные средства.

Настоящий раздел следует использовать в качестве руководства по реальным характеристикам системы и малых земных станций, таким как пропускная способность, вес/размер и рабочие характеристики подсистемы.

##### 4.1 Вес и размер

Необходимо, чтобы все оборудование, включая кабины, могло упаковываться в блоки такого веса, который можно было бы перенести усилиями нескольких человек. Кроме того, общий объем и вес не должны превышать объем и вес, которые можно разместить в багажном отделении реактивного пассажирского воздушного судна. При современной технологии это требование вполне выполнимо. При разработке спутникового оконечного оборудования для электросвязи для оказания помощи при бедствиях необходимо учитывать допустимые технические характеристики различных воздушных судов в плане размера и веса.

##### 4.2 Антенна

Одним из основных требований к антенне является простота ее монтажа и перевозки. Для этой цели отражатель антенны должен состоять из нескольких панелей, сделанных из легкого материала, например армированного пластика или алюминиевого сплава. В диапазоне 6/4 ГГц предусматривается использование антенны диаметром от 2,5 до 5 м. Однако для других полос частот требования к конструкции антенны упрощаются, поскольку можно использовать антенны меньшего размера.

Основной отражатель антенны может облучаться с помощью рупорного излучателя, сигнал на который подается в передней части, или фидера, в состав которого входит дополнительный отражатель. Последний тип может иметь незначительное преимущество по характеристике  $G/T$ , поскольку искривление как дополнительного, так и основного отражателя может быть оптимизировано, но преимущество простоты установки и настройки может превысить связанные с  $G/T$  соображения.

В зависимости от веса и энергопотребления антенна может быть оборудована устройством ручного или автоматического наведения, для чего используется контроль за несущим сигналом со спутника, имеющего диапазон регулировки наведения примерно  $\pm 5^\circ$ .

##### 4.3 Усилитель мощности

Для такого применения пригодны как клистрон с воздушным охлаждением, так и ЛБВ усилители (спирального типа), но с точки зрения эффективности и простоты обслуживания предпочтительен первый вариант.

Хотя мгновенная полоса передачи невелика, может возникнуть необходимость в том, чтобы выходной усилитель имел возможность настройки в широкой полосе пропускания, например 500 МГц, поскольку доступный спутниковый канал может находиться в любой части этой полосы пропускания.

Если требуется мощность менее 100 Вт, то может использоваться также твердотельный усилитель мощности (FET).

В диапазоне 30 ГГц для таких применений подходят твердотельные, ЛБВ усилители и усилители на клистроне.

#### **4.4 Малошумящий приемник**

Поскольку малошумящий приемник должен быть небольшим, легким, простым в обращении и не требовательным в плане технического обслуживания, в нем желательнее всего использовать неохлаждаемый малошумящий усилитель.

Шумовая температура 50 К уже достигнута, а в будущем ожидается, что в диапазоне 4 ГГц будут достигнуты даже более низкие температуры. С точки зрения размера, веса и энергопотребления усилитель FET предпочтительнее параметрического усилителя. С помощью усилителей FET была обеспечена шумовая температура в 50 К в диапазоне 4 ГГц и в 150 К в диапазоне 12 ГГц. В диапазоне 20 ГГц создан усилитель FET с шумовой температурой в 300 К или менее.

### **Дополнение 1 к Приложению 1**

#### **Примеры создания перевозимых земных станций и внедрения систем**

##### **1 Малые перевозимые земные станции**

В диапазонах 14/12 ГГц и 30/20 ГГц большая часть перевозимых станций оснащены антеннами диаметром около 1,2 м.

##### **1.1 Примеры малых земных станций в диапазоне 14/12 ГГц, перевозимых по воздуху и оборудованных на автотранспортных средствах**

Для использования новых спутниковых систем в диапазоне 14/12 ГГц были разработаны различные виды оборудования для малых земных станций. С целью внедрения малых земных станций были предприняты усилия по уменьшению размера и увеличению возможностей для перевозки, с тем чтобы облегчить их использование для применений общего характера. Это дает возможность периодически или временно использовать такие земные станции для операций по оказанию помощи в любых районах страны или даже мира. Такие временные земные станции либо устанавливаются на автотранспортном средстве, либо для них используются переносные контейнеры с малыми антеннами. Поэтому их можно использовать в случае чрезвычайных ситуаций.

Оборудованная на автотранспортном средстве земная станция, в которой все необходимое оборудование установлено на этом автотранспортном средстве, например четырехколесный автофургон, позволяет приступить к действиям в течение 10 мин. после прибытия, причем это время включает все необходимые действия, такие как регулировка направленности антенны.

Перед перевозкой переносная земная станция разбирается и вновь собирается на месте в течение примерно 15–30 мин. Размер и вес оборудования позволяет, как правило, чтобы его переносили один-два человека, при этом размер и вес контейнеров соответствуют пределам, установленным ИАТА в правилах регистрации багажа. Общий вес земной станции такого типа, включая электрогенератор и узлы антенны, может составлять всего 150 кг, но более обычный вес – 200 кг. Кроме того, можно перевозить оборудование на вертолетах.

В таблице 4 приведены примеры малых перевозимых земных станций для использования в сочетании с японскими спутниками связи в диапазоне 14/12 ГГц.

ТАБЛИЦА 4

## Пример малых перевозимых земных станций для работы в диапазоне 14/12 ГГц

| Пример №                                  | 1  | 2        | 3        | 4 <sup>(1)</sup>                        | 5                                   | 6                             |
|---|--|----------|----------|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| Тип перевозки                             | Оборудованная на автотранспортном средстве |          |          |   |                                     |                               |
| Диаметр антенны (м)                       | 2,6 × 2,4                                  | 1,8      | 1,2      | 1,8                                     | 0,9                                 | 1,5 × 1,35                    |
| э.и.и.м. (дБВт)                           | 72   | 70       | 62,5     | 65,1–71,2<br>(95–400 Вт) <sup>(2)</sup> | 54–64<br>(20–200 Вт) <sup>(2)</sup> | 72<br>(400 Вт) <sup>(2)</sup> |
| РЧ полоса пропускания (МГц)               | 24–27                                      | 20–30    | 30       | 1,4–60 Мбит/с                           | 64 кбит/с –<br>60 Мбит/с            | 1,4–60 Мбит/с                 |
| Общий вес                                 | 6,4 тонн                                   | 6,0 тонн | 2,5 тонн | 250 кг <sup>(3)</sup>                   | 70 кг <sup>(4)</sup>                | 210 кг                        |
| Упаковка:                                 |  |          |          |   |                                     |                               |
| – Общие размеры (м)                       | –  | –        | –        | 2,62 × 1,95 × 0,88                      | 1,2 × 1,1 × 0,4                     | 2,37 × 1,53 × 0,45            |
| – Общее количество                        | –  | –        | –        | –                                       | 1                                   | 1                             |
| – Максимальный вес (кг)                   | –  | –        | –        | < 345                                   | –                                   | –                             |
| Мощность генератора или энергопотребление | 7,5 кВ.А                                   | 10 кВ.А  | 5 кВ.А   | ~ 4 100 Вт                              | ~ 4 100 Вт                          | ~ 4 100 Вт                    |
| Требуемое число человек                   | 1–2  | 1–2      | 1–2      | 1                                       | 1                                   | 1                             |

| Пример №                                  | 7                      | 8               | 9           | 10          | 11          | 12            | 13          | 14                  | 15                   |
|---|------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------------|----------------------|
| Тип перевозки                             | Перевозимая по воздуху |                 |             |             |             |               |             |                     |                      |
| Диаметр антенны (м)                       | 1,8                    | 1,4             | 1,2         | 0,75        | 0,9         | 0,9 ×<br>0,66 | 1           | 0,9                 | 0,9 × 0,66           |
| э.и.и.м. (дБВт)                           | 70                     | 64,9            | 62,5        | 42,5        | 44,0        | 51,7          | 55          | 66                  | 51,7                 |
| РЧ полоса пропускания (МГц)               | 20–30                  | 30              | 30          | до 0,5      | до 0,5      | 2             | 6           | 64 к ~<br>60 Мбит/с | 64 к ~<br>4 Мбит/с   |
| Общий вес (кг)                            | 275                    | 250             | 200         | 131         | 141         | 100           | 110         | 130                 | 39                   |
| Упаковка:                                 |                        |                 |             |             |             |               |             |                     |                      |
| – Общие размеры (м)                       | < 2                    | < 2             | < 2         | 1           | 1,2         | –             | –           | 1 × 0,6 × 1,2       | 70 × 47 × 31<br>(см) |
| – Общее количество                        | 10                     | 13              | 8           | 5           | 5           | –             | –           | 3 <sup>(5)</sup>    | 1                    |
| – Максимальный вес (кг)                   | 45                     | 34              | 20          | 37          | 37          | –             | –           | < 43                | 39                   |
| Мощность генератора или энергопотребление | 3<br>кВ.А              | 0,9–1,3<br>кВ.А | 1,0<br>кВ.А | < 370<br>Вт | < 370<br>Вт | < 2<br>кВ.А   | < 2<br>кВ.А | ~ 4100<br>Вт        | 750<br>Вт            |
| Требуемое число человек                   | 2–3                    | 2–3             | 1–2         | 1–2         | 1–2         | 2             | 3           | 1                   | 1                    |

(1) Перевозимая по воздуху.

(2) Размер усилителя выбирается в зависимости от цели.

(3) Общий вес не включает вес автомобиля.

(4) Без усилителя.

(5) Имеются три вида упаковки размерами, соответственно, 72 × 60 × 26 (см), 51 × 29 × 40 (см) и 100 × 60 × 40 (см).

## 1.2 Пример малых перевозимых земных станций для работы в диапазоне 30/20 ГГц

В Японии производятся и с успехом эксплуатируются несколько типов малых перевозимых земных станций для работы в диапазоне 30/20 ГГц, которые могут перевозиться на грузовиках или вертолетах.

В таблице 5 приводятся примеры малых перевозимых земных станций для работы в диапазоне 30/20 ГГц.

ТАБЛИЦА 5

## Примеры малых перевозимых земных станций для работы в диапазоне 30/20 ГГц

| Рабочая частота (ГГц) | Общий вес (тонн)   | Требуемая мощность (кВ.А) | Антенна     |                           | Максимальная э.и.м. (дБВт) | G/T (дБ/К) | Тип модуляции  | Общее время установки (ч) | Обычное размещение земной станции |
|-----------------------|--------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|------------|--|---------------------------|-----------------------------------|
|                       |                    |                           | Диаметр (м) | Тип                       |                            |            |  |                           |                                   |
|                       | 5,8                | 12                        | 2,7         | Кассегрена                | 76                         | 27         | ЧМ (1 канал цветного ТВ) <sup>(1)</sup> или FDM-ЧМ (132 телефонных канала)           | 1                         | На грузовике                      |
|                       | 2                  | 9                         | 3           | Кассегрена <sup>(2)</sup> | 79,8                       | 27,9       | ЧМ (1 канал цветного ТВ) <sup>(1)</sup> и ADPCM-BPSK-SCPC (3 телефонных канала)      | 1                         | На земле                          |
|                       | 1                  | 1 <sup>(3)</sup>          | 2           | Кассегрена                | 56,3                       | 20,4       | ADM-QPSK-SCPC (1 телефонный канал)   | 1,5                       | На земле                          |
|                       | 3,5 <sup>(4)</sup> | < 8,5                     | 1,4         | Смещение Кассегрена       | 68                         | 20         | Цифровое ТВ (3 речевых канала мультиплексированы) <sup>(1)</sup> или 1 речевой канал | > 1                       | На автофургоне/внедорожнике       |
|                       | 0,7                | 3                         | 1           | Кассегрена                | 59,9                       | 15,2       | FM-SCPC (1 телефонный канал) или DM-QPSK-SCPC (1 телефонный канал)                   | 1                         | На грузовике                      |

(1) Односторонний.

(2) Отражатель разделен на три секции.

(3) За исключением мощности, требуемой для кондиционирования воздуха.

(4) Включает автотранспортное средство.

## 2 Пример сети для случаев чрезвычайных ситуаций и связанных с ней земных станций

### 2.1 Пример сети для случаев чрезвычайных ситуаций в Италии, работающей в диапазоне 14/12 ГГц

В Италии была разработана и введена в действие спутниковая сеть для случаев чрезвычайных ситуаций, которая работает в диапазоне частот 14/12,5 ГГц через ретранслятор EUTELSAT. Это выделенная сеть, основанная на использовании полностью цифровых методов, обеспечивает каналы передачи речи и данных в случае чрезвычайных ситуаций, а также канал сжатых видеозображений с разделением времени для операций по оказанию помощи при бедствиях и сбора данных об окружающей среде. Архитектура сети основана на двойной звездообразной конфигурации вспомогательной сети двух служб и использует TDM-BPSK и динамическую схему передачи FDMA-TDMA-BPSK, соответственно, для выходных и входных каналов. Земной сегмент состоит из главной общей для двух звездообразных сетей центральной станции, которая является фиксированной земной станцией с антенной 9 м и передатчиком мощностью 80 Вт; небольшого количества перевозимых земных станций с антеннами 2,2 м и передатчиками мощностью 110 Вт; нескольких фиксированных платформ передачи данных с зеркальными антеннами 1,8 м и передатчиками с твердотельными усилителями мощностью 2 Вт.

Эти платформы способны принимать сигнал ( $G/T = 19$  дБ/К), что позволяет главной станции дистанционно управлять их работой, а средняя пропускная способность этих платформ составляет 1,2 кбит/с. Перевозимые земные станции монтируются на грузовиках, а при необходимости более быстрой перевозки могут также быть погружены на грузовой вертолет. Эти станции имеют  $G/T = 22,5$  дБ/К и оборудованы двумя комплектами аппаратуры, каждый из которых имеет по одному каналу передачи речи со скоростью 16 кбит/с (вокодер) и по одному каналу передачи факсимильных сообщений со скоростью 2,5 кбит/с. Такие земные станции, которые также способны передавать канал сжатых видеоданных со скоростью 2,048 Мбит/с в режиме SCPC-BPSK, дистанционно управляются главной станцией. Основные характеристики такой *специальной* сети для случаев чрезвычайных ситуаций приводятся в таблице 6.

ТАБЛИЦА 6

**Пример спутниковой сети связи в случае чрезвычайных ситуаций, работающей  
в диапазоне 14/12 ГГц**

| Назначение станции         | Диаметр антенны (м) | G/T (дБ/К) | Мощность передатчика (Вт) | Основное требование к мощности (кВ.А) | Схема передачи |   | Производительность услуги   |
|----------------------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------|---|---|
|                            |                     |            |                           |                                       | Передача       | Прием   |   |
| Главная                    | 9,0                 | 34,0       | 80                        | 15,0                                  | Передача       | 512 кбит/с-TDM/BPSK (+ FEC 1/2)   | 12 × 16 кбит/с (вокодер) каналы передачи речи   |
|                            |                     |            |                           |                                       | Прием          | "n" × 64 кбит/с-FDMA/TDMA/BPSK (+ FEC 1/2)<br>и<br>2,048 Мбит/с-SCPC/QPSK (+ FEC 1/2) | 12 × 2,4 кбит/с каналы передачи факсимильных сообщений<br><br>1 × 2,048 Мбит/с видеоканал                 |
| Периферийная (перевозимая) | 2,2                 | 22,5       | 110                       | 2,0                                   | Передача       | 64 кбит/с-TDMA/BPSK (+ FEC 1/2)<br><br>и<br>2,048 Мбит/с-SCPC/QPSK (+ FEC 1/2)        | 2 × 16 кбит/с (вокодер) каналы передачи речи<br><br>2 × 2,4 кбит/с каналы передачи факсимильных сообщений |
|                            |                     |            |                           |                                       | Прием          | 512 кбит/с-TDM/BPSK (+ FEC 1/2)   | 1 × 2,048 Мбит/с видеоканал   |
| Необслуживаемые платформы  | 1,8                 | 19,0       | 2                         | 0,15                                  | Передача       | 64 кбит/с-TDMA/BPSK (+ FEC 1/2)   | 1 × 1,2 кбит/с каналы передачи данных   |
|                            |                     |            |                           |                                       | Прием          | 512 кбит/с-TDM/BPSK (+ FEC 1/2)   |   |

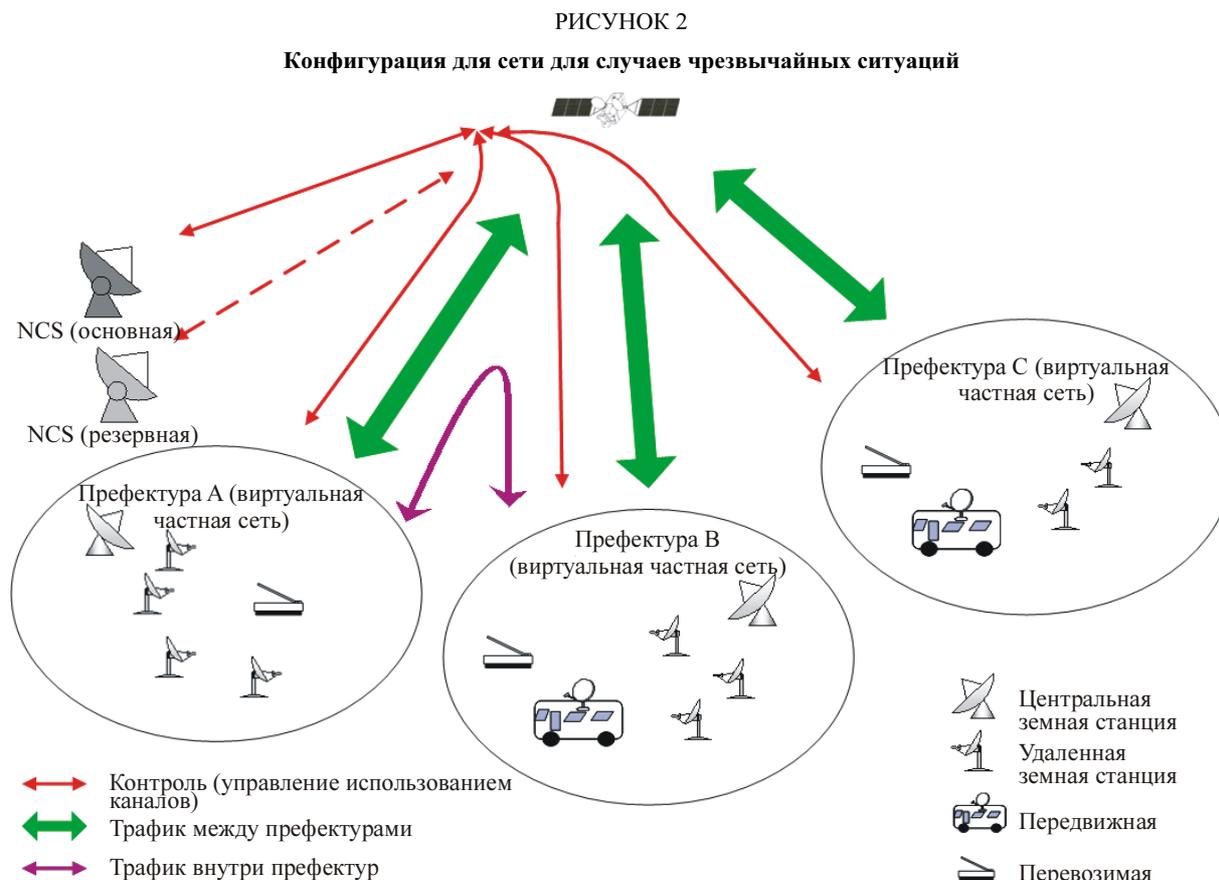
**2.2 Пример сети для случаев чрезвычайных ситуаций в Японии, работающей в диапазоне 14/12 ГГц**

В Японии имеется спутниковая сеть, которая работает в диапазоне частот 14/12,5 ГГц главным образом для целей связи при чрезвычайных ситуациях и которая включает более 4700 земных станций, в том числе VSAT, расположенные в помещениях муниципалитетов и отделениях пожарной охраны, перевозимые земные станции и передвижные земные станции. Сеть обеспечивает передачу речи, факсимильных сообщений, объявлений (в симплексном режиме), видеоданных и высокоскоростную передачу данных по IP.

Как показано на рис. 2, сеть основана на многостанционном доступе с предоставлением каналов по требованию (DAMA), так что спутниковые каналы могут эффективно использоваться совместно даже 5000 земными станциями. Земная станция обращается с запросом к сетевой координационной станции (NCS) на присвоение каналов трафика, например для передачи речи, факсимильных сообщений и передачи по IP, до установления связи с другой земной станцией. Следует отметить, что в сети имеется два типа NCS – основная и резервная.

Сеть разработана таким образом, чтобы она имела многозвездочную топологию, при которой каждая префектура (отметим, что в Японии 47 префектур) устанавливает конфигурацию независимой вспомогательной сети, с тем чтобы в случае чрезвычайных ситуаций основное управление префектуры могло исполнять функции центральной станции. В силу замкнутой групповой сети спутниковые ресурсы могут контролироваться NCS в зависимости от степени серьезности событий. Так, NCS может предоставить приоритет сообщениям, поступающим из какой-либо конкретной префектуры, где имеет место чрезвычайная ситуация, по сравнению с обычными сообщениями из

других префектур. Кроме того, сеть обеспечивает связь между префектурами, если таковая осуществляется.



1001-02

Краткие сведения о параметрах каналов приводятся в таблице 7. Имеется шесть типов каналов, в том числе каналы SCPC (речь/данные/факс), объявлений, передачи данных по IP, цифровых видеоданных, передачи данных со спутников и общий канал сигнализации (CSC). Каналы SCPC (ADPCM 32 кбит/с) и каналы передачи данных по IP (переменная скорость 32 кбит/с – 8 Мбит/с) присваиваются земным станциям на основе запроса от NCS. Полоса пропускания канала передачи данных по IP запрашивается от земной станции на основе мгновенной пропускной способности трафика данных по IP и присваивается NCS. Таким образом, NCS обеспечивает эффективное управление спутниковыми ресурсами путем размещения каналов трафика с переменной полосой пропускания с помощью нового алгоритма управления использованием каналов. Предназначенная для высокоскоростной передачи по протоколу управления передачей/межсетевому протоколу (TCP/IP) земная станция оборудована состоящим из двух сегментов разделяющим шлюзом TCP с целью увеличения пропускной способности TCP (см. Рекомендацию МСЭ-R S.1711).

Для содействия осуществлению связи из области, которой был нанесен ущерб вследствие бедствий, или в направлении такой области осуществляется разработка еще более малых высокопроизводительных земных станций для пользователей. В таблице 8 перечислены типичные параметры таких земных станций. Имеется два типа передвижных земных станций. Земная станция типа А разработана для передачи полномасштабных изображений на основе MPEG-2 (т. е. 6 Мбит/с) и обеспечивает канал передачи речи одновременно с передачей видеоданных. Земная станция должна быть смонтирована на довольно крупном автотранспортном средстве, таком как автофургон. С другой стороны, станция типа В разработана для передачи изображения ограниченного масштаба при небольшой скорости посредством MPEG-4/IP (т. е. 1 Мбит/с) при канале передачи речи, который переключается с передачи видеоданных. Земная станция монтируется на менее крупном автотранспортном средстве, например внедорожнике. Аналогично передвижным земным станциям типа В, перевозимая земная станция разработана для передачи изображения ограниченного масштаба

на небольшой скорости посредством MPEG-4/IP при канале передачи речи, который переключается с передачи видеоданных. Скорость передачи видеоданных составляет всего 256 кбит/с.

ТАБЛИЦА 7

## Сведения о параметрах канала спутниковой сети

| Параметры                               | SCPC (речь, факс, данные) | Объявления          | Передача данных по IP       | Цифровая передача видеоданных | Передача данных со спутников | CSC                 |
|---|---------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|
| Направление                             | двустороннее              | двустороннее        | двустороннее                | одностороннее                 | одностороннее                | двустороннее        |
| Много-станционный доступ <sup>(1)</sup> | DA-FDMA                   | PA-TDMA/<br>FDMA    | DA-FDMA                     | DA-FDMA                       | DA-FDMA                      | RA-TDMA/<br>FDMA    |
| Модуляция                               | QPSK <sup>(2)</sup>       | QPSK <sup>(3)</sup> | QPSK                        | QPSK                          | QPSK                         | QPSK <sup>(3)</sup> |
| Скорость передачи информации            | 32 кбит/с                 | 32 кбит/с           | 32к-8 Мбит/с <sup>(4)</sup> | 7,3 Мбит/с                    | 6,1 Мбит/с                   | 32 кбит/с           |
| FEC                                     | 1/2 FEC                   | 1/2 FEC             | 1/2 FEC <sup>(5)</sup>      | 3/4 FEC+RS                    | 3/4 FEC+RS                   | 1/2 FEC             |
| Шифрование                              | н. п.                     | н. п.               | (IPSec) <sup>(6)</sup>      | (MULTI2) <sup>(6)</sup>       | MISTY                        | н. п.               |
| Кодирование                             | 32к ADPCM                 | 32к ADPCM           | н. п.                       | MPEG2                         | н. п.                        | н. п.               |

(1) Для схем многостанционного доступа применяются следующие акронимы:

DA-FDMA: Присвоение по требованию – многостанционный доступ с частотным разделением каналов.

PA-TDMA: Постоянное присвоение – многостанционный доступ с временным разделением каналов.

RA-TDMA: Произвольный доступ – многостанционный доступ с временным разделением каналов.

(2) Пакетный канал используется в связи с управлением голосом.

(3) Пакетный канал используется в направлении вверх.

(4) Переменная скорость асимметричного типа при IP.

(5) 3/4 FEC + RS используется для каналов со скоростью более 3 Мбит/с.

(6) Факультативно.

ТАБЛИЦА 8

## Параметры передвижной и перевозимой земных станций

| Параметры                              | Передвижная земная станция  |   | Перевозимая земная станция  |
|--|---|---|---|
|  | Тип А   | Тип В   |   |
| Описание                               | – Полномасштабное изображение на основе MPEG-2<br>– Канал одновременной передачи речи | – Изображение при небольшой скорости на основе IP посредством MPEG-4<br>– Канал передачи речи переключается с канала передачи видеоданных | – Изображение при небольшой скорости на основе IP посредством MPEG-4<br>– Канал передачи речи переключается с канала передачи видеоданных |
| Диаметр антенны                        | 1,5 м (смещаемая параболическая антенна)  | 75 см (смещаемая параболическая антенна)  | 1 м (плоская антенная решетка)  |
| Выходная мощность                      | 70 Вт (SSPA)  | 15 Вт (SSPA)  | 15 Вт (SSPA)  |
| Количество каналов и скорость передачи | Видеоданные: 1 канал (6 Мбит/с, MPEG2)<br>Речь/IP: 1 канал                            | Видеоданные: 1 канал (1 Мбит/с, IP)<br>Речь/IP: 1 канал   | Видеоданные: 1 канал (256 кбит/с, IP)<br>Речь/IP: 1 канал   |
| Тип автотранспортного средства         | Автофургон  | Внедорожник   | н. п.   |

### 2.3 Пример сети для чрезвычайных ситуаций в Юго-Восточной Азии, работающей в диапазоне 14/12 ГГц

Одно из агентств в Юго-Восточной Азии ввело сквозную широкополосную систему VSAT с целью улучшения широкополосной электросвязи между своими отделениями и совершенствования политики электронного управления в случае рисков.

Спутниковая сеть соединяет между собой штаб-квартиру (посредник) и 13 национальных отделений, 25 областных отделений, 72 сельских населенных пунктов и 12 автотранспортных средств для чрезвычайных ситуаций. Действуя на основе IP, штаб-квартира предоставляет все общие услуги интранет, такие как доступ к веб-сайтам и серверам FTP, обмен электронными сообщениями и распределение контента при многоадресной передаче, т. е. поточную передачу. Кроме того, она предлагает широкополосные применения, относящиеся к управлению в кризисных ситуациях (набор услуг по электронному управлению в случае рисков): проведение видеоконференций, совместная работа и передача речи по протоколу IP.

В обычной ситуации система работает на скорости до 8 Мбит/с:

- 2 Мбит/с – для совместного использования при всей речевой связи;
- 3 Мбит/с – для обмена важнейшими данными;
- 3 Мбит/с – для данных, используемых совместно при обмене другими данными.

В кризисной ситуации система работает на скорости до 21 Мбит/с:

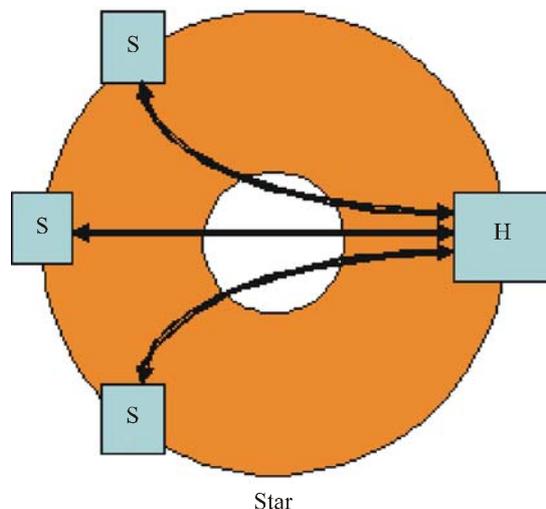
- 12 Мбит/с – для двух потоков видеоданных;
- 9 Мбит/с – для окончного оборудования количеством до 16 для проведения видеоконференций.

Система основана на звездообразной спутниковой сети DVB-RCS. RCS предназначена для обратного канала со спутника. Такая технология соответствует стандарту EN 301 790 и дает возможность доступа к мультимедийным услугам спутника с применением небольшой зеркальной антенны. Этот стандарт упоминается в Рекомендации МСЭ-R S.1709 "Технические характеристики радиointерфейсов для глобальных широкополосных спутниковых систем".

Выбрана звездообразная топология (а не ячеистая), при которой центральная станция устанавливается в штаб-квартире, а спутниковые терминалы – в удаленных местоположениях, перечисленных выше.

РИСУНОК 3

Звездообразная топология



Эта топология лучше всего подходит для таких услуг, как проведение видеоконференций, поскольку по своему характеру они предполагают соединение одного абонента с несколькими, когда блок многоточечного контроля располагается на центральной станции. Кроме того, такая топология дает возможность доступа в интернет посредством сервера широкополосного доступа. Он должен быть расположен вне места бедствия, и в связи с этим к устройствам применяются менее строгие ограничения; например, размер антенны может быть таким, какой требуется.

Сеть работает в диапазоне 14/12 ГГц (диапазон 14 ГГц для линий вверх; диапазон 12 ГГц для линий вниз). Антенны, работающие в диапазоне 14/12 ГГц, меньше по размеру и легче, что облегчает их использование и перевозку материалов. Оконечное оборудование является самым современным, с диаметром от 0,6 м до 1,2 м; диаметр избирается с учетом оптимального компромисса между соотношением сигнал-шум и легкостью перевозки. Дополнительная РЧ система удаленного оконечного оборудования указывается в стандарте как наружный узел.

Прямой канал соответствует стандарту DVB-S, предполагающему модуляцию QPSK и комбинацию кода Рида-Соломона (188, 204) в качестве внешнего кода, а также сверточного кода 1/2 в качестве внутреннего кода. Блок протокола для прямого канала – IP/MPE/MPEG2-TS/DVB-S<sup>1</sup>.

В обратном канале используется модуляция QPSK и турбокод 2/3. Блок протокола для обратного канала – IP/AAL5/ATM/DVB-RCS.

Технология спутникового доступа для обратного канала – фиксированный многостанционный доступ с временным разделением каналов на нескольких частотах (фиксированный MF-TDMA). Фиксированный MF-TDMA позволяет, чтобы группа спутниковых терминалов установила связь с центральной станцией с использованием набора частот несущих с одинаковой полосой пропускания, при том что время подразделяется на интервалы равной продолжительности. Центр сетевого контроля на центральной станции будет выделять каждому активному спутниковому терминалу серии пакетов, каждый из которых определяется частотой, шириной полосы, временем начала и продолжительностью работы.

Спутниковая сеть поддерживает качество услуг благодаря стандартным характеристикам на уровне MAC, так называемым категориям пропускной способности, однако архитектура позволяет определить политику в отношении качества обслуживания на более высоких уровнях, такую как политика, основанная на DiffServ или InterServ (как правило, DiffServ предпочтительнее).

Спутниковые терминалы могут контролироваться с центральной станции, они могут конфигурироваться, ошибки могут обнаруживаться и может загружаться программное обеспечение.

---

<sup>1</sup> MPE означает многопротокольное пакетирование.