

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Отчет МСЭ-R S.2151
(10/2009)

Применение и примеры систем фиксированной спутниковой службы для операций по предупреждению и оказанию помощи в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуациях

Серия S
Фиксированная спутниковая служба



Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции 1 МСЭ-R. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Отчетов МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publications/R-REP/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра

Примечание. – Настоящий Отчет МСЭ-R утвержден на английском языке Исследовательской комиссией в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 МСЭ-R.

Электронная публикация
Женева, 2010 г.

ОТЧЕТ МСЭ-R S.2151

Применение и примеры систем фиксированной спутниковой службы для операций по предупреждению и оказанию помощи в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуациях

(2009)

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1	Введение.....	2
2	Использование земных станций с малой апертурой для операций по оказанию помощи в случаях стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций.....	2
2.1	Введение.....	2
2.2	Основные соображения	2
2.2.1	Необходимые услуги.....	2
2.2.2	Требования к каналу и физическому уровню	2
2.2.3	Требования к сети.....	3
2.2.4	Соответствующая земная станция	3
2.3	Необходимые уровни э.и.и.м. земной станции и спутниковые ресурсы	3
2.3.1	Пример вычислений энергетического бюджета линии связи	8
2.4	Конфигурация перевозимой земной станции	10
2.4.1	Вес и размеры	10
2.4.2	Антенна	10
2.4.3	Усилитель мощности	10
2.4.4	Малозумящий приемник	11
2.5	Примеры перевозимых земных станций и реализация системы	11
2.5.1	Небольшие перевозимые земные станции	11
2.5.2	Пример сети оповещения об опасности и связанные с ней земные станции	13
3	Описание примера использования систем ФСС для операций по предупреждению стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций.....	18
3.1	Система раннего предупреждения землетрясений.....	18
3.2	Спутниковая доставка.....	20
3.2.1	Преимущества спутниковых сетей	20
3.2.2	Пример системы спутниковой доставки	20
3.3	Конкретные примеры услуг спутниковой доставки информации EEW	22
3.4	Дальнейшее развитие систем спутниковой доставки	22
4	Выводы.....	23

1 Введение

В данном Отчете описывается, как системы фиксированной спутниковой службы (ФСС) могут обеспечивать радиосвязь во время мероприятий по оказанию помощи при бедствиях.

При создании новой системы ФСС в ходе подготовки мероприятий по реагированию на стихийные бедствия, в ходе разработки такой системы ФСС, следует учитывать технические характеристики спутника(ов), к которым должен обеспечиваться доступ. В п. 2 данного Отчета представлено краткое описание системы и примеры характеристик систем, использующих земные станции с малой апертурой. Кроме того, так как системы ФСС по своей природе пригодны для передачи данных, ожидается, что они будут использоваться во время действий по предупреждению бедствий. В п. 3 данного Отчета в качестве примера действий по предупреждению при помощи системы ФСС представлена схема системы раннего предупреждения о землетрясениях.

В целом системы ФСС работают в диапазонах частот, определенных в Рекомендации МСЭ-R S.1001.

2 Использование земных станций с малой апертурой для операций по оказанию помощи в случаях стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций

2.1 Введение

В случае стихийных бедствий, эпидемий и голода и пр. существует крайняя необходимость использования надежной линии электросвязи при осуществлении операций по оказанию помощи. Спутник представляется наиболее подходящим средством для быстрого создания линии электросвязи с удаленным оборудованием. Здесь рассматриваются главные требования к таким спутниковым системам. Полагая, что эта система будет работать в ФСС, желательно, чтобы для транспортировки и установки в области бедствия были бы доступны небольшие земные станции с доступом к существующим спутниковым системам, например, фиксированные земные станции спутниковой связи с малой апертурой антенны (VSAT), земные станции, установленные на транспортных средствах, или перевозимые земные станции. Кроме того, желательно, чтобы в системе использовались общепринятые стандарты, с тем чтобы:

- оборудование было легкодоступно;
- обеспечивалось взаимодействие;
- обеспечивалась надежность.

В этом п. 2 представлены материалы, которые могут быть полезны при планировании использования систем в ФСС в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций для действий по предупреждению и оказанию помощи.

2.2 Основные соображения

2.2.1 Необходимые услуги

Базовая архитектура электросвязи для проведения операций по оказанию помощи должна состоять из линии связи, соединяющей зону бедствия и специальные центры оказания помощи и предоставляющей базовые услуги связи, которые включают, по крайней мере, телефонную связь, любой тип передачи данных (IP, дейтаграммы, факсимильную связь, ...) и передачу видеоинформации. Для такой связи в большинстве случаев используются цифровые технологии.

2.2.2 Требования к каналу и физическому уровню

В цифровой передаче одним из средств измерения характеристик закодированного сигнала является коэффициент ошибок по битам (КОБ). Рекомендуемым значением КОБ в ФСС, указанным в Рекомендации МСЭ-R S.1062, является 10^{-6} для 99,8% времени наихудшего месяца. Это значение КОБ получено как из отношения сигнала к шуму и помехе (SNIR), которое является характеристикой системы, так и из кодирования. Соответствующее кодирование может до определенной степени компенсировать плохое качество передачи в канале, но снижает полезную скорость передачи битов.

Следует учитывать за счет улучшения кодирования определенные условия передачи в месте бедствия в случае как операций по предупреждению, так и операций по оказанию помощи, например, местные климатические условия, характер миссии, ..., которые могут снизить качество канала. В идеале необходимо иметь адаптивное кодирование, т. е. система должна быть способна получить информацию обратно из канала и ответить при помощи адаптации скорости кодирования.

2.2.3 Требования к сети

Из-за обязательного требования иметь небольшие антенны, для операций по оказанию помощи предпочтительно использовать сети в диапазоне 14/12 ГГц или даже в диапазоне 30/20 ГГц. Несмотря на то что такие диапазоны, как 6/4 ГГц, требуют больших антенн, они также подходят, в зависимости от условий передачи и областей покрытия спутниковых ресурсов. С тем чтобы избежать помех, следует учитывать, что некоторые диапазоны используются совместно с наземными службами.

Сеть должна обеспечивать соответствующее качество обслуживания. В случае, когда сеть совместно используется с потребителями, у которых нет срочных потребностей, операции в чрезвычайных ситуациях должны иметь абсолютное преимущество, что означает класс обслуживания "с освобождением канала". Предпочтение вызывает полностью частная сеть, с зарезервированными диапазонами и оборудованием.

Если количество работающих земных станций велико, может потребоваться управление сетью на основе многостанционного доступа с предоставлением каналов по требованию (DAMA).

2.2.4 Соответствующая земная станция

В качестве небольшой(их) фиксированной(ых) земной(ых) станции(й), следует рассмотреть земную станцию на транспортном средстве или перевозимую станцию. Материал, представленный в пп. 2.3–2.6, может быть полезен для определения размеров таких земных станций.

Для бесперебойной работы земных станций в условиях бедствий необходимо регулярно обучать будущих операторов и очень важно выполнять подготовительное техническое обслуживание оборудования. В частности, особое внимание следует уделить наличию автономного аккумулятора или сети питания.

2.3 Необходимые уровни э.и.и.м. земной станции и спутниковые ресурсы

В п. 2 необходимые уровни э.и.и.м. земной станции и спутниковые ресурсы определяются при помощи вычисления энергетического бюджета линии связи на основе предположения, что работающая в зоне бедствия малая земная станция (фиксированная VSAT, установленная на транспортном средстве земная станция или перевозимая земная станция) связываются с земной станцией-концентратором, имеющей большую антенну.

Выбор параметров системы должен основываться на соображениях, перечисленных в п. 2.3 для диапазонов частот 6/4 ГГц, 14/12 ГГц 30/20 ГГц. В таблице с 1а) по 1f) перечислены параметры системы.

Стандартной цифровой модуляцией является квадратурная фазовая модуляция (QPSK) со сверточным кодированием с коэффициентом 1/2, со сверточным кодированием с коэффициентом 3/4, со сверточным кодированием с коэффициентом 1/2 + внешнее кодирование Рида-Соломона 188/204 и турбокодирование 1/2, а также для спутниковых линий ФСС обычно применяются методы опережающей коррекции ошибок (FEC). Стоит отметить, что комбинация сверточного кода в качестве внутреннего кода с кодом Рида-Соломона в качестве внешнего кода в настоящее время считается устаревшей, в связи с использованием турбокодирования или кодирования с проверкой четности с низкой плотностью (LDPC), которое в целом работает лучше; прежняя схема кодирования существует как наследие прошлого.

В этом примере вычисления энергетического бюджета линии связи предполагается, что диаметр антенны малых земных станций, установленных на транспортном средстве или перевозимых, должен быть от 2,5 до 5 м для диапазона 6/4 ГГц, от 1,2 до 3 м для диапазона 14/12 ГГц и от 1,2 до 2,4 м для диапазона 30/20 ГГц. Для станций в диапазоне 14/12 ГГц и 30/20 ГГц могут использоваться антенны с меньшим диаметром, если принимаются специальные меры для снижения внеосевых излучений до приемлемого уровня, например, используются спутники с более высокими значениями G/T или технологии расширения спектра.

В диапазоне 4 ГГц стандартное значение G/T земной станции равно 17,5 дБ/К и 23,5 дБ/К для антенн диаметром 2,5 и 5 м, соответственно. В диапазоне 12 ГГц стандартное значение G/T земной станции равно 20,8 дБ/К и 28,8 дБ/К для антенн диаметром 1,2 и 3 м, соответственно. В диапазоне 20 ГГц стандартное значение G/T земной станции равно 25,1 дБ/К и 31,1 дБ/К для антенн диаметром 1,2 и 2,4 м, соответственно. Считается, что шумовая температура малошумящего усилителя будет равна 60 К, 100 К и 140 К для диапазонов 4 ГГц, 12 ГГц и 20 ГГц, соответственно. Хотя можно использовать небольшую апертуру, например, 45 см, 75 см и т. д., при использовании этих антенн следует учитывать требования Регламента радиосвязи (РР), включая ограничения по внеосевому излучению. Использование небольших антенн может обеспечивать соответствия критериям внеосевого излучения, поэтому во избежание помех соседним спутникам и другим службам, следует уменьшить мощность передачи земной станции.

Следует отметить, что значения э.и.м. спутника и э.и.м. земной станции приведены для случая небольшой земной станции с углом места антенны 10° и общим запасом = 2 дБ.

В таблице 1f) приведены стандартные параметры спутника для глобальных лучей в диапазоне 6/4 ГГц, узконаправленных лучей в диапазонах 14/12 ГГц и 30/20 ГГц. "Усиление транспондера #a" "усиление транспондера #b" в таблице 1f) определены, как указано на рисунке 1.

ТАБЛИЦА 1

Стандартные параметры спутника, земной станции, несущей для вычислений

а) Расстояние до спутника ГСО

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

б) Затухание в тракте передачи (Угол места = 10°)

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
Затухание на пути распространения (дБ)	196,7	200,5	206,4	207,7	210,6	214,2

с) Параметры канала передачи

Модуляция FEC	QPSK Сверхточный 1/2 ⁽¹⁾	QPSK Сверхточный 3/4 ⁽¹⁾	QPSK Сверхточный 1/2 ⁽¹⁾	QPSK турбо-кодирование 1/2	8-PSK 2/3
BER	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}
Необходимая E_b/N_0 (дБ)	6,1	7,6	4,4	3,1	9,0
Коэффициент FEC	0,5	0,75	0,5	0,5	0,67
Коэффициент внешнего кода	1,0	1,0	188/204	1,0	1,0
Количество битов в символе	2	2	2	2	3
Необходимое C/N (дБ)	6,1	9,4	4,0	3,1	12,0

⁽¹⁾ Ограничение длины $k = 7$.

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

d) Усиление антенны и G/T земной станции

Диапазон 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	
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 усиление антенны (дБi)	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 и G/T земной станции HUB

Частота (ГГц)	6/4		14/12		30/20	
		4,0	6,2	12,25	14,25	20,0
Коэффициент усиления антенны (дБi)	55,7	59,5	57,9	59,5	58,0	61,8
G/T земной станции HUB (дБ/К)	35,0	/	35,0	/	35,0	/
Размер антенны земной станции HUB (м)	18 м		7,6 м		4,7 м	

f) Усиление спутникового транспондера

Спутник (ГГц)	6/4	14/12	30/20
Диапазон частот (ГГц)	6/4	14/12	30/20
Длина волны (м)	0,05	0,02	0,01
Тип луча	Глобальный	Узконаправл.	Несколько узконаправл.
Принимающий G/T спутника (дБ/К)	-13,0	2,5	11,0
Э.и.и.м. насыщения транспондера для одной несущей (дБВт)	29,0	45,8	54,5
SFD (дБ(Вт/м ²))	-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 транспондера #a (дБ)	146,1	174,2	200,2
Усиление транспондера #b (дБ)	-55,3	-33,5	-14,0

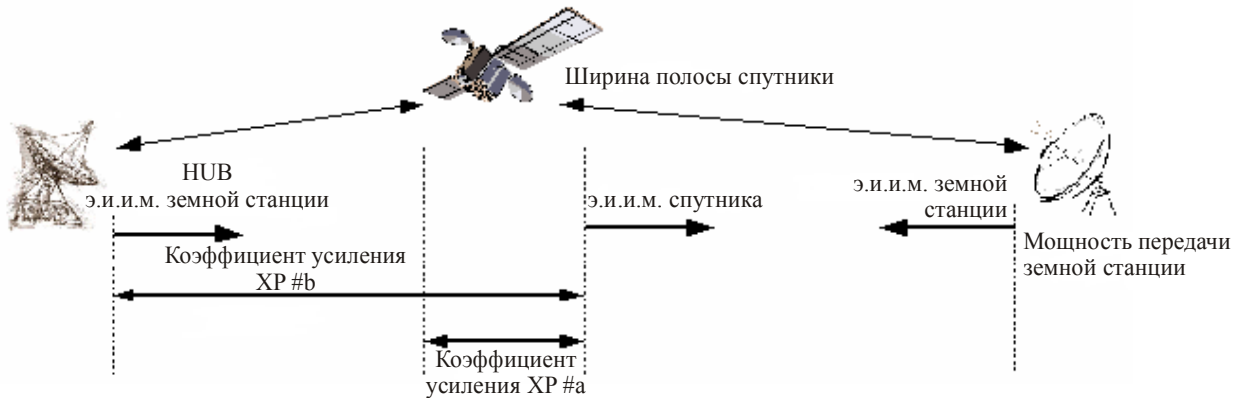
SFD: Насыщение плотности потока.

ИВО: Потеря мощности на входе.

ОВО: Потеря мощности на выходе.

РИСУНОК 1

Определение усиления транспондера (коэффициент усиления XP)



Коэффициент усиления XP gain #a = G_s + э.и.и.м. (насыщение спутника) SFD + ? (IBO-OBO)
 Коэффициент усиления XP gain #b = э.и.и.м. спутника HUB э.и.и.м. земной станции
 G_s : коэффициент усиления антенны 1 м^2

Report 2151-01

В качестве результата вычисления энергетического бюджета линии связи в исходящем (концентратор-VSAT) и входящем (VSAT-концентратор) направлении в таблицах 2a), 2b) и 2c) приведены примеры необходимых уровней э.и.и.м. земной станции и ресурсов спутника, включая необходимую э.и.и.м. спутника, э.и.и.м. земной станции и необходимую для стандартной цифровой модуляции ширину полосы и методы FEC в диапазонах 6/4 ГГц, 14/12 ГГц и 30/20 ГГц.

ТАБЛИЦА 2a

Примеры необходимых уровней э.и.и.м. земной станции и ресурсов спутника в диапазоне 6/4 ГГц

IR ⁽¹⁾	Модуляция/FEC	QPSK 1/2 Сверх. ⁽²⁾		QPSK 3/4 Сверх. ⁽²⁾		QPSK 1/2 Сверх. ⁽²⁾ +RS		QPSK 1/2 TK	
		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	Выделенная ширина полосы 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	Выделенная ширина полосы 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	Выделенная ширина полосы 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 ограничения $K = 7$.

ТАБЛИЦА 2б

Примеры необходимых уровней э.и.и.м. земной станции и ресурсов спутника в диапазоне 14/12 ГГц

IR ⁽¹⁾	Модуляция/FEC	QPSK 1/2 Сверх. ⁽²⁾		QPSK 3/4 Сверх. ⁽²⁾		QPSK 1/2 Сверх. ⁽²⁾ +RS		QPSK 1/2 ТК	
		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	Выделенная ширина полосы 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	Выделенная ширина полосы 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	Выделенная ширина полосы 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 ограничения $K = 7$.

ТАБЛИЦА 2с

Примеры необходимых уровней э.и.и.м. земной станции и ресурсов спутника в диапазоне 30/20 ГГц

IR ⁽¹⁾	Модуляция/FEC	QPSK 1/2 Сверх. ⁽²⁾		QPSK 3/4 Сверх. ⁽²⁾		QPSK 1/2 Сверх. ⁽²⁾ +RS		QPSK 1/2 ТК	
		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	Выделенная ширина полосы 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	Выделенная ширина полосы 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	Выделенная ширина полосы 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) Предельная длина $K = 7$.

Поскольку необходимая ширина полосы показана для одного направления, для двух направлений требуется значение в два раза больше указанного. Требуемая э.и.и.м. спутника приведена для линии вниз исходящего направления, которое обычно находится в условиях ограничения мощности на спутниках. Требуемая э.и.и.м. земной станции и мощность передачи приведены для линии вверх входящего направления, которая обычно находится в условиях ограничения мощности на земной станции.

В приведенных выше вычислениях не учтено ослабление в дожде. В зависимости от местных условий может понадобиться предусмотреть запасы на дождь. Не принимаются во внимание также помехи или интермодуляция. Поэтому необходим дополнительный запас. См. Рекомендацию МСЭ-R P.618 для ослабления в дожде для местных климатических условий и Рекомендацию МСЭ-R S.1432 для разных критериев помех.

2.3.1 Пример вычислений энергетического бюджета линии связи

В таблице 3а для иллюстрации приведены детали вычислений энергетического бюджета линии связи из таблицы 2а для случая 6 Мбит/с в диапазоне 6/4 ГГц с QPSK и сверточным кодированием 1/2, и для антенны диаметром 2,5 м.

Значения, указанные в таблице 2а как результаты вычислений, отмечены знаком ⁽²⁾ в таблице 3а.

ТАБЛИЦА 3а

**Вычисления энергетического бюджета линии связи из таблицы 2а
(6 Мбит/с в диапазоне 6/4 ГГц с QPSK + сверточн. 1/2, антенна 2,5 м)**

Предмет	Единица измерения	Значение
<i>А) Параметр канала передачи</i>		
Модуляция		QPSK 1/2 сверточное кодирование ⁽¹⁾
BER		10^{-6}
Необходимая E_b/N_0 (дБ)	дБ	6,1
Необходимое C/N (дБ)	дБ	6,1
<i>В) Главный параметр спутника</i>		
SFD (граница луча)	дБ(Вт/м ²)	-78,0
G/T (граница луча)	дБ/К	-13,0
Э.и.и.м. насыщения транспондера для одной несущей (граница луча) (дБВт)	дБВт	29,0
ИВО	дБ	-5,4
ОВО	дБ	-4,5
Δ (ИВО-ОВО)	дБ	0,9
Коэффициент усиления 1 квадратного метра	дБ	37,3
Коэффициент усиления ТР (#а)	дБ	145,2
<i>С) Параметр канала передачи</i>		
Скорость передачи информации	кбит/с	6 144,0
Коэффициент FEC		0,5
Коэффициент RS (Рида-Соломона)		1,0
Скорость передачи	кбит/с	12 288,0
Ширина полосы шума	кГц	6 144,0
Выделенная ширина полосы ⁽²⁾	кГц	8 601,6 ⁽²⁾

ТАБЛИЦА 3а (окончание)

Предмет	Единица измерения	Значение	
<i>D) Главный параметр земной станции</i>			
<i>G/T</i>	дБ/К	17,5 (земная станция с диаметром антенны 2,5 м)	35,0 (земная станция HUB)
<i>E) Вычисление энергетического бюджета линии связи</i>			
		Исходящий (HUB ≥ земная станция с диаметром антенны 2,5 м)	Входящий (земная станция с диаметром антенны 2,5 м ≥ HUB)
<i>1) C/N на линии вверх (HUB E/S -> спутник)</i>			
Э.и.и.м. HUB/земной станции	дБВт	81,9	66,0 ⁽²⁾
Затухание в открытом космосе (6 ГГц)	дБ	200,5	200,5
<i>G/T</i> спутника (граница 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> (c)	дБ	99,0	99,0
<i>4) C/N на линии вниз (спутник-> E/S)</i>			
Э.и.и.м. спутника (граница луча)	дБВт	26,6 ⁽²⁾	10,7
Преимущество матрицы и т. д.	дБ	0,0	0,0
Затухание в открытом космосе (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) Помехи в совпадающем канале</i>			
<i>C/N</i> (e)	дБ	99,0	99,0
Общее <i>C/N</i> (<i>C/N</i> (а) ~ <i>C/N</i> (e))	дБ	8,1	8,1
Запас	дБ	2,0	2,0
Общее <i>C/N</i>	дБ	6,1	6,1
Коэффициент усиления транспондера (#b)	дБ	-55,3	
Затухание питания	дБ		0,8
Коэффициент усиления антенны земной станции (2,5 м)	дБi		42,0
Необходимая мощность передачи земной станции	Вт		302,1 ⁽²⁾

(1) Предельная длина $K = 7$.

2.4 Конфигурация перевозимой земной станции

Земная станция состоит из следующих главных подсистем:

- антенны;
- усилителя мощности;
- малошумящего приемника;
- оборудования радиосвязи наземной сети;
- контрольно-управляющей аппаратуры;
- оконечного оборудования, включая факсимильные и телефонные аппараты;
- средства технического обслуживания.

Этот раздел следует рассматривать, как руководящее указание по фактическим характеристикам системы и малых земных станций, например, параметры передачи, вес/размер и производительность подсистемы.

2.4.1 Вес и размеры

Должна быть обеспечена возможность упаковки всего оборудования, включая контейнеры, в блоки, вес которых позволяет обеспечить их переноску минимальным количеством людей. Более того, общий объем и вес не должны превышать значений, которые соответствуют требованиям перевозки в багажном отделении пассажирского реактивного самолета. Этого легко достичь при помощи современных технологий. Во время разработки спутниковых терминалов электросвязи для оказания помощи при бедствиях следует рассматривать допустимые спецификации размеров и весов для разных самолетов.

2.4.2 Антенна

Одним из главных требований к антенне является простота ее установки и транспортировки. Для того чтобы это обеспечивалось, отражатель антенны может состоять из нескольких панелей, изготовленных из легких материалов, например, пластмассы со стекловолокном или алюминиевого сплава. Прогнозируется, что в диапазоне 6/4 ГГц будут использоваться антенны с диаметром от 2,5 до 5 м. Однако для других диапазонов частот требования к конструкции антенны упрощены, так как могут применяться антенны меньшего размера.

Отражатель главной антенны может облучаться рупорным облучателем, установленным спереди, или облучателем, содержащим вспомогательное зеркало. Второй тип может иметь небольшое преимущество по значению G/T , в результате оптимизации кривизны как вспомогательного зеркала, так и главного отражателя, однако простота установки и настройки может иметь преимущество перед улучшением показателей G/T .

В соответствии с размерами и энергопотреблением системы наведения, контролирующие сигналы несущей от спутника могут предоставляться с ручным или автоматическим управлением, которое имеет диапазон регулировки примерно в $\pm 5^\circ$.

2.4.3 Усилитель мощности

Для данного применения подходят как усилители на клистронах с воздушным охлаждением, так и на ЛБВ спирального типа, но с точки зрения эффективности и простоты обслуживания предпочтительнее первый.

Хотя мгновенные значения ширины полосы передачи невелики, выходной усилитель может требовать возможности настройки в более широкой полосе, например 500 МГц, так как доступный спутниковый канал может находиться в любом месте этой ширины полосы.

Для мощности менее 100 Вт подойдет и усилитель мощности на полевых транзисторах (FET).

В диапазоне 30 ГГц для этого применения подходят усилители на полупроводниковых приборах, на ЛБВ и клистронах.

2.4.4 Малошумящий приемник

Так как малошумящий приемник должен быть небольшим, легким и простым в использовании практически без технического обслуживания, предпочтительным является малошумящий усилитель без охлаждения.

В диапазоне 4 ГГц обеспечивается шумовая температура 50 К, а в будущем ожидаются более низкие температуры. Усилитель на полевых транзисторах (FET) больше подходит с точки зрения размеров, веса и энергопотребления, чем параметрический усилитель. В усилителях FET применяются шумовая температура 50 К в диапазоне 4 ГГц и 150 К в диапазоне 12 ГГц. В диапазоне 20 ГГц создан усилитель FET, обеспечивающий при комнатной температуре шумовую температуру 300 К или менее.

2.5 Примеры перевозимых земных станций и реализация системы

2.5.1 Небольшие перевозимые земные станции

В диапазонах 14/12 ГГц и 30/20 ГГц большинство перевозимых станций имеют антенны диаметром около 1,2 м.

2.5.1.1 Примеры воздушных судов и транспортных средств, оборудованных малыми земными станциями в диапазоне 14/12 ГГц

Для использования новых систем спутниковой радиосвязи в диапазоне 14/12 ГГц были разработаны различные виды оборудования малых земных станций. Для разработки малых земных станций предпринимались усилия по уменьшению размера и улучшению условий перевозки, с тем чтобы облегчить их использование для основных применений. Это позволяет использовать эти земные станции дополнительно или временно в ходе операций по оказанию помощи в любых районах страны или даже мира. Такие временные земные станции устанавливаются либо на транспортном средстве, либо используют портативные контейнеры с небольшой антенной. Таким образом, можно использовать их в чрезвычайных ситуациях.

Транспортное средство, оборудованное земной станцией, все необходимое оборудование которой установлено в транспортном средстве, например, в полноприводном фургоне, позволяет начать работу уже через 10 минут после прибытия, которых хватает на все необходимые действия, включая корректировку направления антенны.

Переносная земная станция перед транспортировкой разбирается, а затем на месте собирается в течение примерно 15–30 мин. Размеры и вес оборудования таковы, что один или два человека его могут перенести в руках, а размер контейнеров для перевозки отвечает правилам регистрации багажа Международной ассоциации воздушного транспорта (ИАТА). Общий вес земной станции этого типа, включая генератор и антенны, как сообщается, составляет всего лишь 150 кг, но, как правило, вес составляет 200 кг. Кроме того, такое оборудование можно перевозить на вертолете.

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

ТАБЛИЦА 4

Примеры малых перевозимых земных станций для диапазона 14/12 ГГц

№ примера	1	2	3	4 ⁽¹⁾	5	6
Тип транспортировки	Оборудованное транспортное средство					
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 (95–400 Вт) ⁽²⁾	54–64 (20–200 Вт) ⁽²⁾	72 (400 Вт) ⁽²⁾
Ширина полосы РЧ (МГц)	24–27	20–30	30	1,4–60 Мбит/с	64 кбит/с – 60 Мбит/с	1,4–60 Мбит/с
Общий вес	6,4 тонн	6,0 тонн	2,5 тонн	250 кг ⁽³⁾	70 кг ⁽⁴⁾	210 кг
Пакет: – Общие размеры (м) – Общее количество – Макс. вес (кг)	– – –	– – –	– – –	2,62 × 1,95 × 0,88 – < 345 кг	1,2 × 1,1 × 0,4 м 1 –	2,37 × 1,53 × 0,45 1 –
Емкость двигателя-генератора или потребляемая мощность	7,5 кВА	10 кВА	5 кВА	~ 4 100 Вт	~ 4 100 Вт	~ 4 100 Вт
Требуемое количество человек	1–2	1–2	1–2	1	1	1

№ примера	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Тип транспортировки	Воздушное базирование								
Диаметр антенны (м)	1,8	1,4	1,2	0,75	0,9	0,9 × 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
Ширина полосы РЧ (МГц)	20–30	30	30	до 0,5	до 0,5	2	6	64 к ~ 60 Мбит/с	64 к ~ 4 Мбит/с
Общий вес	275	250	200	131	141	100	110	130	39
Пакет: – Общие размеры (м) – Общее количество – Макс. вес (кг)	< 2 10 45	< 2 13 34	< 2 8 20	1 5 37	1,2 5 37	– – –	– – –	1 × 0,6 × 1,2 3 ⁽⁵⁾ < 43 кг	70 × 47 × 31 (см) 1 39 кг
Емкость двигателя-генератора или потребляемая мощность	3 кВА	0,9–1,3 кВА	1,0 кВА	< 370 Вт	< 370 Вт	< 2 кВА	< 2 кВА	~ 4 100 Вт	750 Вт
Требуемое количество человек	2–3	2–3	1–2	1–2	1–2	2	3	1	1

⁽¹⁾ Для перевозки по воздуху.

⁽²⁾ Для этой цели можно выбрать размер усилителя.

⁽³⁾ Общий вес не включает вес автомобиля.

⁽⁴⁾ Без усилителя.

⁽⁵⁾ Существуют три пакета; размеры 72 × 60 × 26 (см), 51 × 29 × 40 (см) и 100 × 60 × 40 (см), соответственно.

2.5.1.2 Примеры небольших перевозимых земных станций для работы в диапазоне 30/20 ГГц

В Японии изготовлены и эксплуатируются несколько типов небольших перевозимых земных станций диапазона 30/20 ГГц, которые могут транспортироваться на автомобиле или вертолете.

Примеры небольших перевозимых земных станций для работы в диапазоне 30/20 ГГц приведены в таблице 5.

ТАБЛИЦА 5

Примеры небольших перевозимых земных станций для диапазона 30/20 ГГц

Рабочая частота (ГГц)	Общий вес (тонн)	Требуемая мощность (кВА)	Антенны		Макс. э.и.и.м. (дБВт)	G/T (дБ/К)	Тип модуляции	Общее время установки (ч)	Нормальное положение земной станции
			Диаметр (м)	Тип					
30/20	5,8	12	2,7	Кассегрена	76	27	FM (цветное ТВ, 1 канал) ⁽¹⁾ или FDM-FM (132 телефонных канала)	1	На автомобиле
	2	9	3	Кассегрена ⁽²⁾	79,8	27,9	FM (цветное ТВ, 1 канал) ⁽¹⁾ и ADPCM-BPSK-SCPC (3 телефонных канала)	1	На земле
	1	1 ⁽³⁾	2	Кассегрена	56,3	20,4	ADM-QPSK-SCPC (1 телефонный канал)	1,5	На земле
	3,5 ⁽⁴⁾	< 8,5	1,4	Кассегрена со сдвигом	68	20	Цифровое ТВ (3 голосовых канала мультиплексированы) ⁽¹⁾ или 1 голосовой канал	> 1	В фургоне /SUV
	0,7	3	1	Кассегрена	59,9	15,2	FM-SCPC (1 телефонный канал) или DM-QPSK-SCPC (1 телефонный канал)	1	На автомобиле

⁽¹⁾ Однонаправленная.

⁽²⁾ Отражатель разделен на три части.

⁽³⁾ Исключая мощность для кондиционирования воздуха.

⁽⁴⁾ Включая транспортное средство.

2.5.2 Пример сети оповещения об опасности и связанные с ней земные станции

2.5.2.1 Пример сети оповещения об опасности в Италии, использующей диапазон 14/12 ГГц

В Италии была разработана и реализована спутниковая сеть оповещения об опасности для работы через транспондер EUTELSAT в диапазоне частот 14/12,5 ГГц. Это выделенная сеть, основанная на использовании полностью цифровой техники, обеспечивает передачу голоса и передачу данных в чрезвычайных ситуациях, а также для операций по оказанию помощи и сбора экологических данных передачу сжатого видеоизображения в канале, используемом на основе временного разделения. Архитектура сети для предоставления двух услуг основана на звездообразной конфигурации двойной подсети и использует схему TDM-BPSK и FDMA-TDMA-BPSK с динамической передачей исходящих и входящих каналов. Земной сегмент включает в себя: две сети звездообразной архитектуры, главную общую станцию-концентратор, которая является фиксированной земной станцией с диаметром антенны 9 м и мощностью передатчика 80 Вт; несколько перевозимых земных станций, имеющих антенны диаметром 2,2 м и мощность передатчиков 110 Вт; ряд фиксированных платформ передачи данных с диаметром зеркальной антенны 1,8 м и полупроводниковыми передатчиками с мощностью усилителя 2 Вт.

Для того чтобы работой этих станций можно было управлять дистанционно с главной станции, платформы имеют возможность приема ($G/T = 19$ дБ/К) и их средняя пропускная способность передачи равна 1,2 кбит/с. Перевозимые земные станции устанавливаются на грузовой транспорт, а в случае необходимости, для быстрой транспортировки они также могут быть загружены в грузовой вертолет. Они имеют $G/T = 22,5$ дБ/К и оборудованы двумя наборами оборудования, каждый из которых содержит один голосовой канал (вокодер) с 16 кбит/с и один канал факсимильной передачи со скоростью 2,5 кбит/с. Такие земные станции также могут передавать канал со сжатым видеоизображением со скоростью 2,048 Мбит/с на SCPC-BPSK, дистанционно управляемый главной станцией. Основные возможности этой специальной сети оповещения об опасности приведены в таблице 6.

ТАБЛИЦА 6

**Пример спутниковой сети радиосвязи в чрезвычайных ситуациях,
использующей диапазон 14/12 ГГц**

Назначение станции	Диаметр антенны (м)	G/T (дБ/К)	Мощность передатчика (Вт)	Основные требования мощности (кВА)	Схема передачи		Возможность услуг
Главная	9,0	34,0	80	15,0	Tx	512 кбит/с-TDM/BPSK (+ FEC 1/2)	Голосовые каналы 12 × 16 кбит/с (вокодер) Каналы факсимильной передачи 12 × 2,4 кбит/с Видеоканал 1 × 2,048 Мбит/с
					Rx	"n" × 64 кбит/с-FDMA/TDMA/BPSK (+ FEC 1/2) и 2,048 Мбит/с-SCPC/QPSK (+ FEC 1/2)	
Периферическая (перевозимая)	2,2	22,5	110	2,0	Tx	64 кбит/с-TDMA/BPSK (+ FEC 1/2) и 2,048 Мбит/с-SCPC/QPSK (+ FEC 1/2)	Голосовые каналы 2 × 16 кбит/с (вокодер) Каналы факсимильной передачи 2 × 2,4 кбит/с
					Rx	512 кбит/с-TDM/BPSK (+ FEC 1/2)	
Автоматические платформы	1,8	19,0	2	0,15	Tx	64 кбит/с-TDMA/BPSK (+ FEC 1/2)	Канал передачи данных 1 × 1,2 кбит/с
					Rx	512 кбит/с-TDM/BPSK (+ FEC 1/2)	

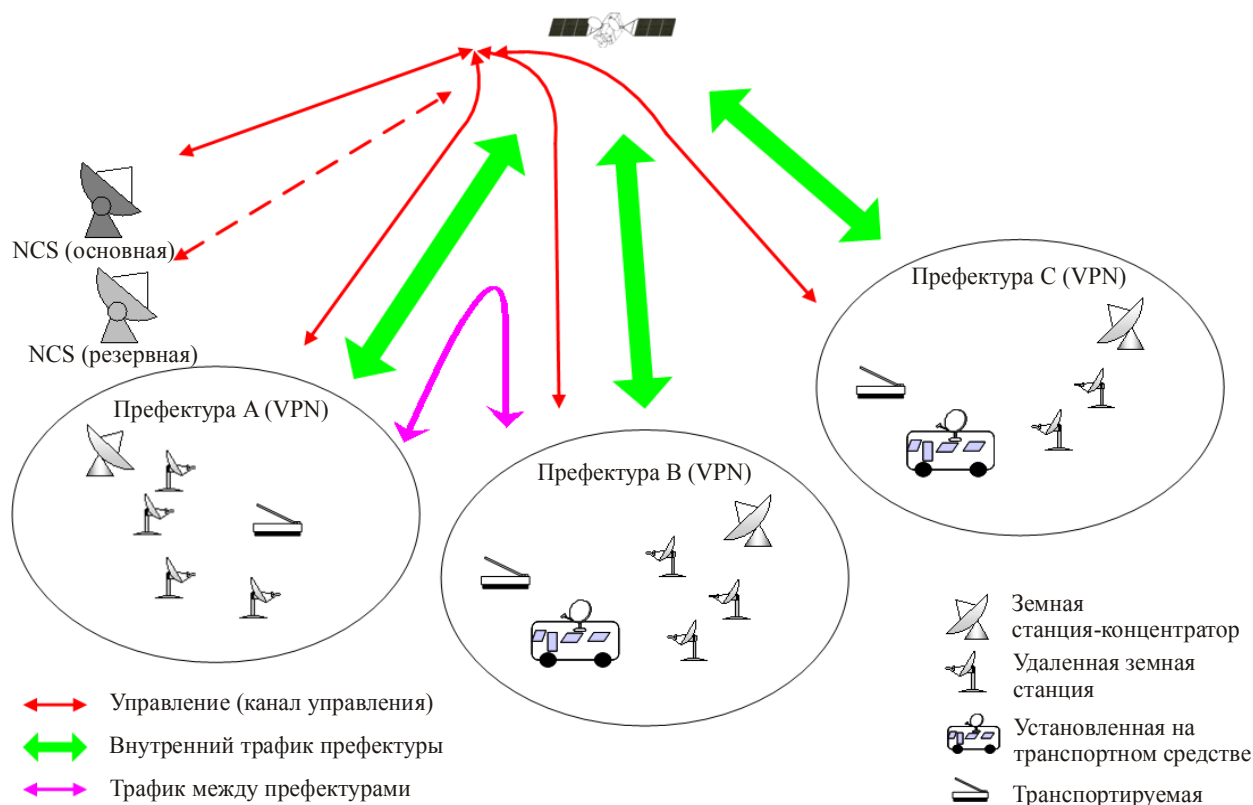
2.5.2.2 Пример сети оповещения об опасности в Японии, использующей диапазон 14/12 ГГц

В Японии существует спутниковая сеть, работающая в диапазоне частот 14/12,5 ГГц, в основном для предоставления услуг электросвязи в целях оповещения об опасности, эта сеть объединяет более 4700 земных станций, включая VSAT, расположенных в муниципальных управлениях и пожарных частях, перевозимые земные станции и установленные на транспортных средствах земные станции. Эта сеть предоставляет услуги: голосовой и факсимильной связи, передач видео и IP-данных.

Как показано на рисунке 2, сеть основана на DAMA, так что примерно 5000 земных станций могут эффективно совместно использовать спутниковые каналы. До установления радиосвязи с другими земными станциями земная станция запрашивает у координационной станции сети (NCS) выделение каналов для трафика, например, голосового, факсимильного и IP. Следует отметить, что в сети существуют две NCS, главная и резервная.

Устройство сети подразумевает наличие множества сетей звездообразной топологии, где каждая префектура (отметим, что Япония состоит из 47 префектур) настраивает свою независимую подсеть так, чтобы головной офис префектуры мог быть концентратором радиосвязи оповещения об опасности в случае события. Из-за того, что они находятся в сети замкнутой группы, NCS может управлять ресурсами спутника в зависимости от срочности событий. Например, NCS может предоставить преимущества сеансам радиосвязи, исходящим из определенной префектуры, где произошла чрезвычайная ситуация, перед обычной радиосвязью в других префектурах. Эта сеть также обеспечивает радиосвязь между префектурами, если она есть.

РИСУНОК 2
Конфигурация сети оповещения об опасности



Report 2151-02

Список параметров канала приведен в таблице 7. Существует шесть типов каналов, состоящих из одного канала на несущую (SCPC) (голос/данные/факс), объявлений, передачи IP-данных, цифрового видео, передачи данных по спутнику и сигнализации по общему каналу (CSC). NCS выделила земным станциям каналы SCPC (32 кбит/с ADPCM) и каналы передачи IP-данных, в которых переменная скорость от 32 кбит/с до 8 Мбит/с выделяется по запросу пользователя. Ширина полосы канала передачи IP-данных запрашивается у земной станции на основе мгновенной пропускной способности трафика IP-данных и назначается NCS. Таким образом, NCS эффективно управляет ресурсами спутника, используя каналы трафика с переменной шириной полосы при помощи алгоритма нового управления каналом. Земная станция, выделенная для высокоскоростной передачи TCP/IP, для увеличения пропускной способности протокола управления передачей (TCP) оборудована 2-х сегментным TCP шлюзом разветвления (см. Рекомендацию МСЭ-R S.1711).

С тем чтобы обеспечить электросвязь в направлении/из области, пострадавшей от бедствий, ведется разработка более мелких абонентских высококачественных земных станций. В таблице 8 приведены стандартные параметры этих земных станций. Существует два типа земных станций, устанавливаемых на транспортном средстве. Земная станция типа А предназначена для передачи полнокадрового изображения на основе MPEG-2 (т. е. 6 Мбит/с) и обеспечивает наличие одновременного канала передачи речи, доступного синхронно во время передачи видеосигнала. Такая земная станция должна устанавливаться на достаточно большом транспортном средстве, например, на трейлере. С другой стороны, земная станция типа В предназначена для низкоскоростной передачи изображения с ограниченным движением в формате MPEG-4/IP (т. е. 1 Мбит/с) с возможностью подключения к передаче видеосигнала канала передачи речи. Эти земные станции должны устанавливаться на транспортном средстве меньшего размера, например типа "Лэнд-крузер". Аналогично установленным на транспортном средстве земным станциям типа В, перевозимые земные станции предназначены для передачи на низкой скорости изображения с ограниченным движением в формате MPEG-4/IP с возможностью подключения к передаче видеосигнала канала передачи речи. Их скорость передачи видеосигнала составляет всего 256 кбит/с.

ТАБЛИЦА 7

Резюме параметров канала спутниковой сети

Параметры	SCPC (голос, факс, данные)	Оповещение	Передача IP-данных	Передача цифрового видео	Спутниковое радиовещание данных	CSC
Направление	2-направленное	2-направленное	2-направленное	1-направленное	1-направленное	2-направленное
Многостанционный доступ ⁽¹⁾	DA-FDMA	PA-TDMA/ FDMA	DA-FDMA	DA-FDMA	DA-FDMA	RA-TDMA/ FDMA
Модуляция	QPSK ⁽²⁾	QPSK ⁽³⁾	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK ⁽³⁾
Скорость передачи информации	32 кбит/с	32 кбит/с	32 кбит/с – 8 Мбит/с ⁽⁴⁾	7,3 Мбит/с	6,1 Мбит/с	32 кбит/с
FEC	1/2 FEC	1/2 FEC	1/2 FEC ⁽⁵⁾	3/4 FEC+RS	3/4 FEC+RS	1/2 FEC
Шифрование	Н/Д	Н/Д	(IPSec) ⁽⁶⁾	(MULTI2) ⁽⁶⁾	MISTY	Н/Д
Кодирование	32k ADPCM	32k ADPCM	Н/Д	MPEG2	Н/Д	Н/Д

⁽¹⁾ Далее приведены сокращения для схем многостанционного доступа:

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

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

RA-TDMA: Случайный доступ – многостанционный доступ с временным разделением.

⁽²⁾ Используется канал всплеска из-за активации голосом.

⁽³⁾ Канал всплеска используется в направлении вверх.

⁽⁴⁾ Переменная скорость асимметричного типа с IP.

⁽⁵⁾ 3/4 FEC + RS используется для каналов выше 3 Мбит/с.

⁽⁶⁾ Дополнительно.

ТАБЛИЦА 8

Параметры установленной на транспортном средстве и перевозимой земной станции

Параметры	Установленная на транспортном средстве земная станция		Перевозимая земная станция
	Тип А	Тип В	
Описание	<ul style="list-style-type: none"> – Полнокадровое изображение на основе MPEG-2 – Синхронная схема передачи речи 	<ul style="list-style-type: none"> – Передача на IP-основе на низкой скорости изображения с ограниченным движением в формате MPEG-4 – Схема речи с возможностью ее подключения к видеоканалу 	<ul style="list-style-type: none"> – Передача на IP-основе на низкой скорости изображения с ограниченным движением в формате MPEG-4 – Схема речи с возможностью ее подключения к видеоканалу
Диаметр антенны	1,5 м (параболическая со сдвигом)	75 см (параболическая со сдвигом)	1 м (плоская решетка)
Выходная мощность	70 Вт (SSPA)	15 Вт (SSPA)	15 Вт (SSPA)
Количество каналов и скорость передачи	Видео: 1 канал (6 Мбит/с, MPEG2) Голос/IP: 1 канал	Видео: 1 канал (1 Мбит/с, IP) Голос/IP: 1 канал	Видео: 1 канал (256 кбит/с, IP) Голос/IP: 1 канал
Тип транспортного средства	Трейлер	Тип "Лэнд-Круизер"	Н/Д

2.5.2.3 Пример сети оповещения об опасности в Юго-Восточной Азии, использующей диапазон 14/12 ГГц

Одно из агентств в Юго-Восточной Азии для улучшения широкополосной электросвязи между своими офисами и в целях улучшения управления стратегией электронных рисков создало широкополосную систему VSAT между оконечными пунктами.

Спутниковая сеть соединяет штаб-квартиру (основную) с: 13 национальными офисами, 25 офисами в округах, 72 деревнями и 12 автомобилями скорой помощи. Эта IP сеть предлагает общие услуги интранета, например, доступ к веб и FTP серверам, электронным сообщениям и многоадресному распределению содержания, например потоковой передаче. Кроме того, она предлагает широкополосные приложения кризисного регулирования (набор услуг для электронных рисков): видеоконференции, совместная работа и передача голоса по IP.

В обычных условиях скорость в системе достигает 8 Мбит/с:

- 2 Мбит/с совместно используются с голосовой радиосвязью;
- 3 Мбит/с для централизованного обмена данными;
- 3 Мбит/с для передачи данных, совместно используемых с другими системами обмена данными.

В кризисных ситуациях скорость в системе достигает 21 Мбит/с:

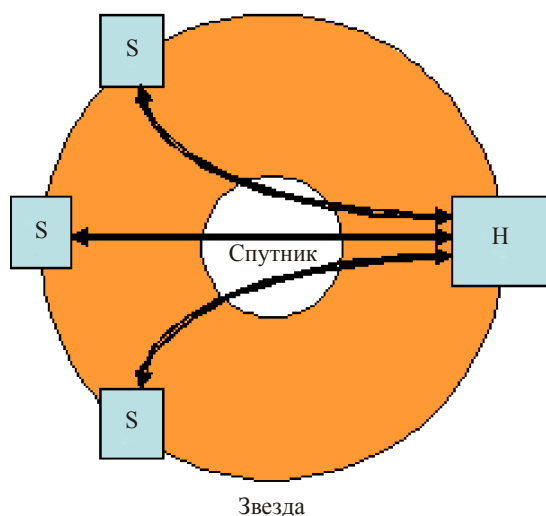
- 12 Мбит/с для двух видеопотоков;
- 9 Мбит/с для 16 терминалов для проведения видеоконференций.

Она основана для звездообразной спутниковой сети DVB-RCS. DVB-RCS служит для цифрового транслирования видео сигналов с обратным каналом связи через спутник. Эта технология соответствует стандарту ETSI (EN 301 790) и позволяет доступ к мультимедийным услугам через спутник при помощи небольшой спутниковой антенны. Она описана в Рекомендации МСЭ-R S.1709 "Технические характеристики радиоинтерфейсов для глобальных широкополосных спутниковых систем".

Выбранной топологией является звездообразная (в противоположность ячеистой) с концентратором, установленным в штаб-квартире, и спутниковыми терминалами, установленными в удаленных местах, указанных выше.

РИСУНОК 3

Звездообразная топология



Звездообразная топология лучше всего подходит для таких услуг как видеоконференция, поскольку они по своей природе являются услугами связи пункта со многими пунктами с блоком многоадресного управления, расположенном в концентраторе. Данная топология также обеспечивает доступ в интернет через сервер широкополосного доступа. Он должен быть расположен вдалеке от места бедствия, и поэтому существует меньше ограничений на средства, например антенна может быть больше, чем необходимо.

Сеть работает в диапазоне 14/12 ГГц (в диапазоне 14 ГГц на линиях вверх; в диапазоне 12 ГГц на линиях вниз). Антенны диапазона 14/12 ГГц меньше и легче, что облегчает их использование и перемещение. Используются современные терминалы диаметром от 0,6 м до 1,2 м; диаметр выбирается так, чтобы обеспечить оптимальный компромисс между отношением сигнал-шум и легкостью перемещения. РЧ подсистема удаленных терминалов задается в норме как внешний блок.

Прямая линия совместима со стандартом DVB-S, что означает использование квадратурной фазовой модуляции (QPSK) и применение комбинации кода Рида-Соломона (188, 204) в качестве внешнего кода и сверточного кодирования с коэффициентом 1/2 в качестве внутреннего кода. Стек протокола на прямой линии – IP/MPE/MPEG2-TS/DVB-S¹.

Обратная линия основывается на модуляции QPSK и турбокодировании со скоростью 2/3. Стек протокола на обратной линии – IP/AAL5/ATM/DVB-RCS.

Технология доступа через спутник в обратной линии является фиксированным многочастотным многостанционным доступом с временным разделением каналов (фиксированный MF-TDMA). Фиксированный MF-TDMA позволяет группе спутниковых терминалов связываться с концентратором при помощи набора несущих частот с равной шириной полосы, а время разделяется по интервалам равной длины. Центр управления сетью в концентраторе будет распределять каждому активному терминалу серию всплесков, каждый из которых определен по частоте, ширине полосы, времени старта и длительности.

Спутниковая сеть поддерживает качество обслуживания благодаря стандартным функциям на уровне управления доступом к среде передачи (MAC): так называемым категориям емкости; но архитектура позволяет определение стратегии QoS на более высоких уровнях, например, DiffServ или InterServ на основе правил (DiffServ обычно предпочтительнее).

Концентратор может управлять спутниковыми терминалами, им можно задать конфигурацию, можно заметить отказы и загрузить программное обеспечение.

3 Описание примера использования систем ФСС для операций по предупреждению стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций

3.1 Система раннего предупреждения землетрясений

В Японии люди страдают с давних времен от крупных землетрясений (см. рисунок 4), и требования по защите жизни и собственности и уменьшению ущерба функционированию общества были увеличены.

В ответ на эти требования по всей Японии была развернута наблюдательная сеть с целью уловить продольную волну (Р-волну) сейсмографами, размещенными близко от эпицентра, и передать информацию о Р-волне в метеорологические центры, ответственные за обработку такой информации (см. рисунок 5).

Японское метеорологическое агентство (JMA) анализирует эти данные и получает информацию о центре и магнитуде землетрясения, и на основе этого анализа оценивает ожидаемое время прибытия волны и сейсмическую активность главного движения в каждом пункте. Предварительное оглашение этих оценок называется "Ранним предупреждением землетрясений" (EEW).

В настоящее время JMA использует эту схему для прогнозирования возможных цунами и раннего предупреждения сообществ, на которые могут воздействовать подобные события.

¹ MPE – многопрофильная инкапсуляция.

РИСУНОК 4

Значительные землетрясения, произошедшие около Японии (1996 г. – май 2008 г.)

(Взято с веб-сайта JMA)

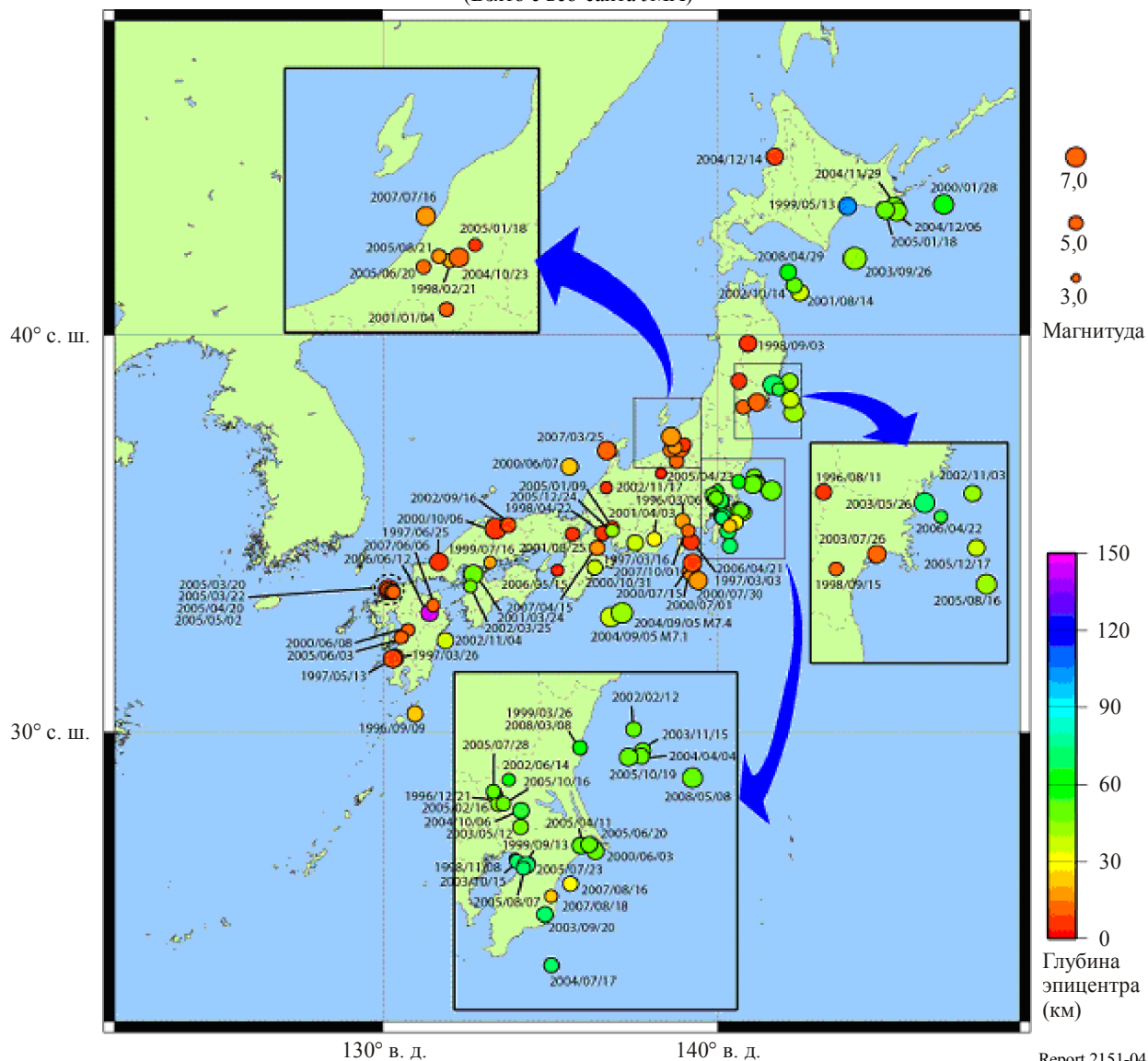
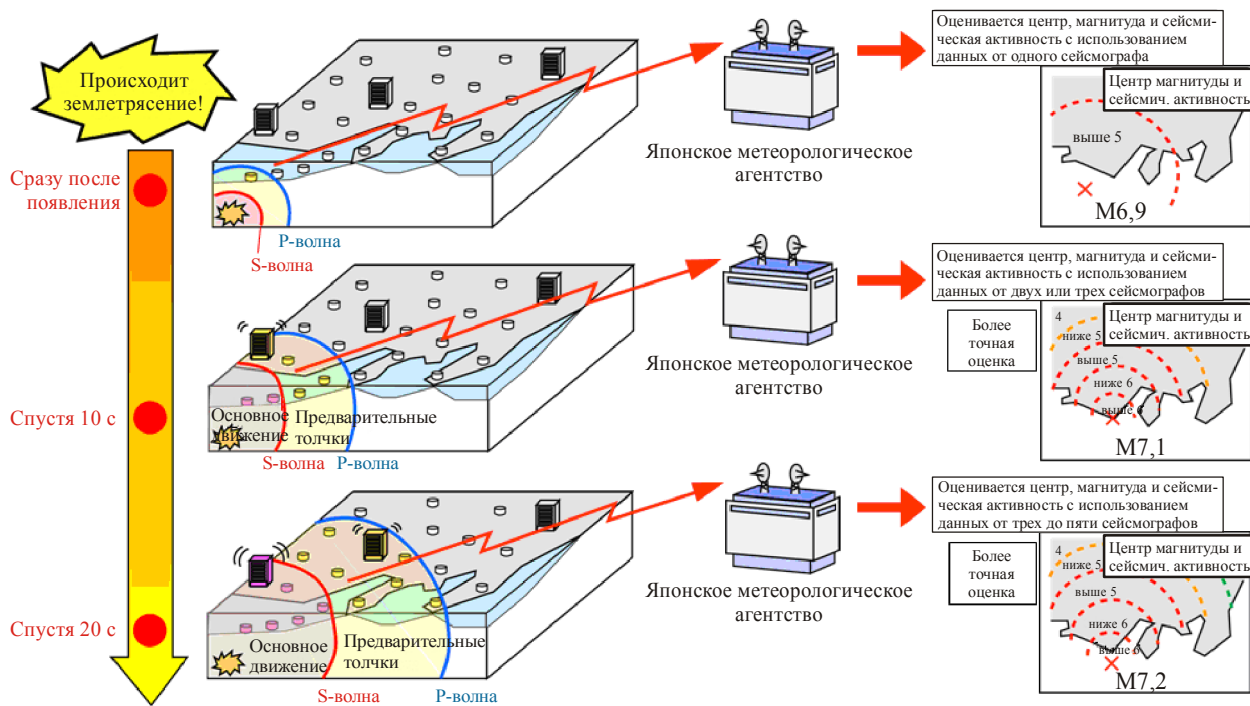


РИСУНОК 5
Механизм EEW

(Взято с веб-сайта JMA)



3.2 Спутниковая доставка

В Японии вышеупомянутая информация EEW передается различными способами, в том числе системами ФСС. В этом разделе рассматриваются преимущества и архитектура системы службы спутниковой доставки информации EEW.

3.2.1 Преимущества спутниковых сетей

Поскольку спутниковые сети по своей сути защищены от стихийных бедствий, информация, передаваемая по сетям спутниковой связи, может быть получена безопасно и достоверно даже если приемная станция находится вблизи эпицентра. В отличие от наземных сетей связи, маловероятно, что спутниковая сеть будет перегружена или ухудшится связь в случае стихийных бедствий и аналогичных чрезвычайных ситуаций.

Кроме того, еще одним преимуществом спутниковой сети является то, что новые приемные станции могут быть осуществлены с минимальными трудностями в любом месте в пределах зоны покрытия интересующего спутника.

3.2.2 Пример системы спутниковой доставки

Схема системы спутниковой доставки информации EEW показана на рисунке 6, где информация EEW, присланная JMA, была доставлена на приемные терминалы через спутниковую систему. Информация EEW также может быть доставлена посредством других систем электросвязи.

Блок-схема системы показана на рисунке 7. Информация EEW, предоставленная JMA, передается безопасным (от перехвата) и надежным (с высокой пропускной способностью канала) способом.

Технология многоадресной IP передачи, применяемая в этой системе, позволяет пользователям и/или системным интеграторам настраивать подсистемы пользователей, чтобы отвечать их требованиям. Кроме того, прилагаемое ПО позволяет приемным терминалам представлять необходимую информацию в кратком виде. На рисунках 8 и 9 показана схема приемной подсистемы и изображение на экране прилагаемого ПО, соответственно.

РИСУНОК 6

Схема системы спутниковой доставки информации EEW

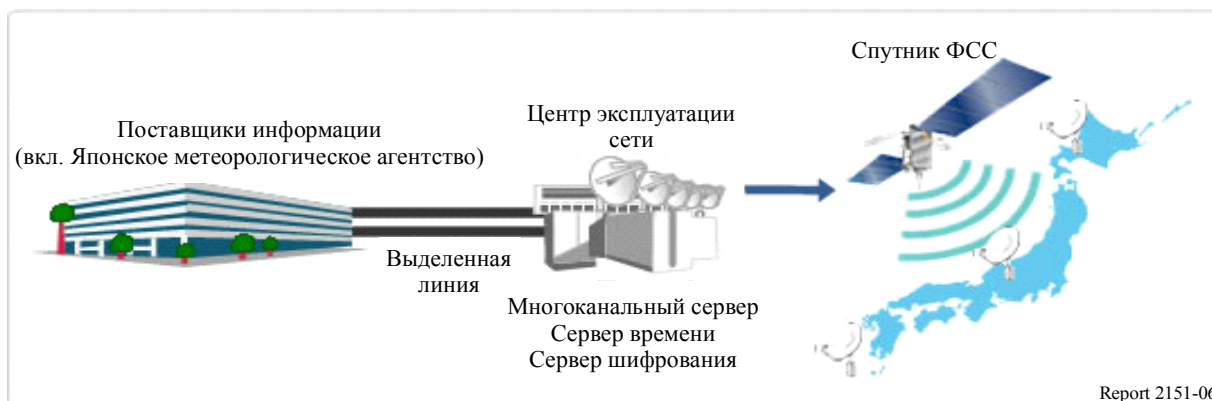


РИСУНОК 7

Блок-схема системы спутниковой доставки информации EEW

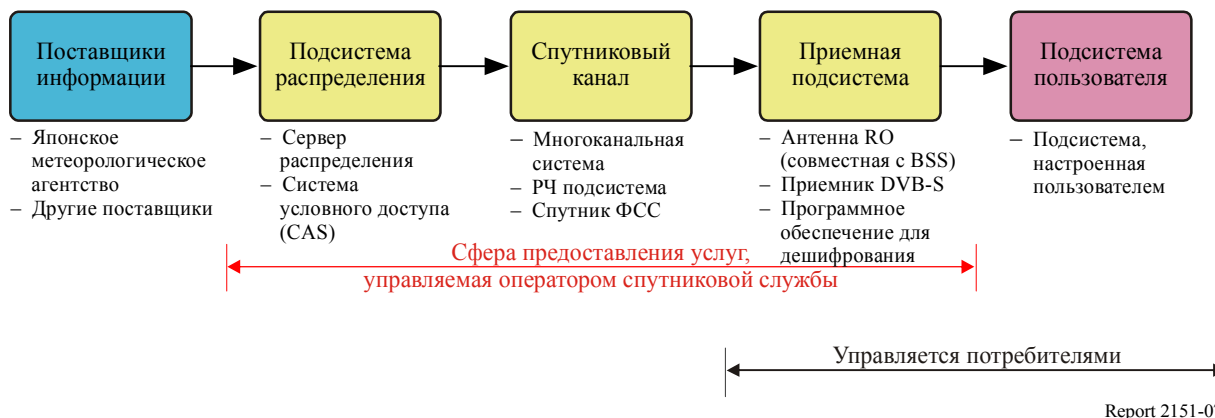


РИСУНОК 8

Приемная подсистема

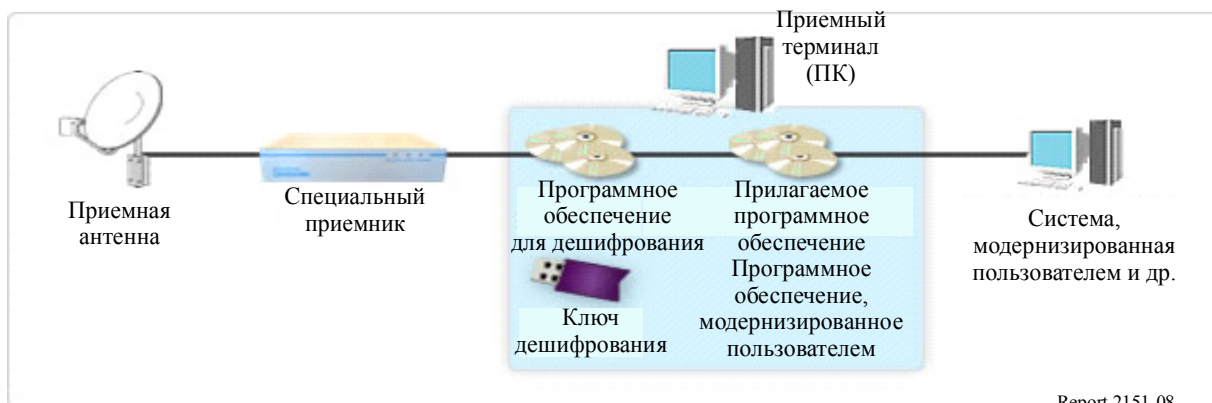
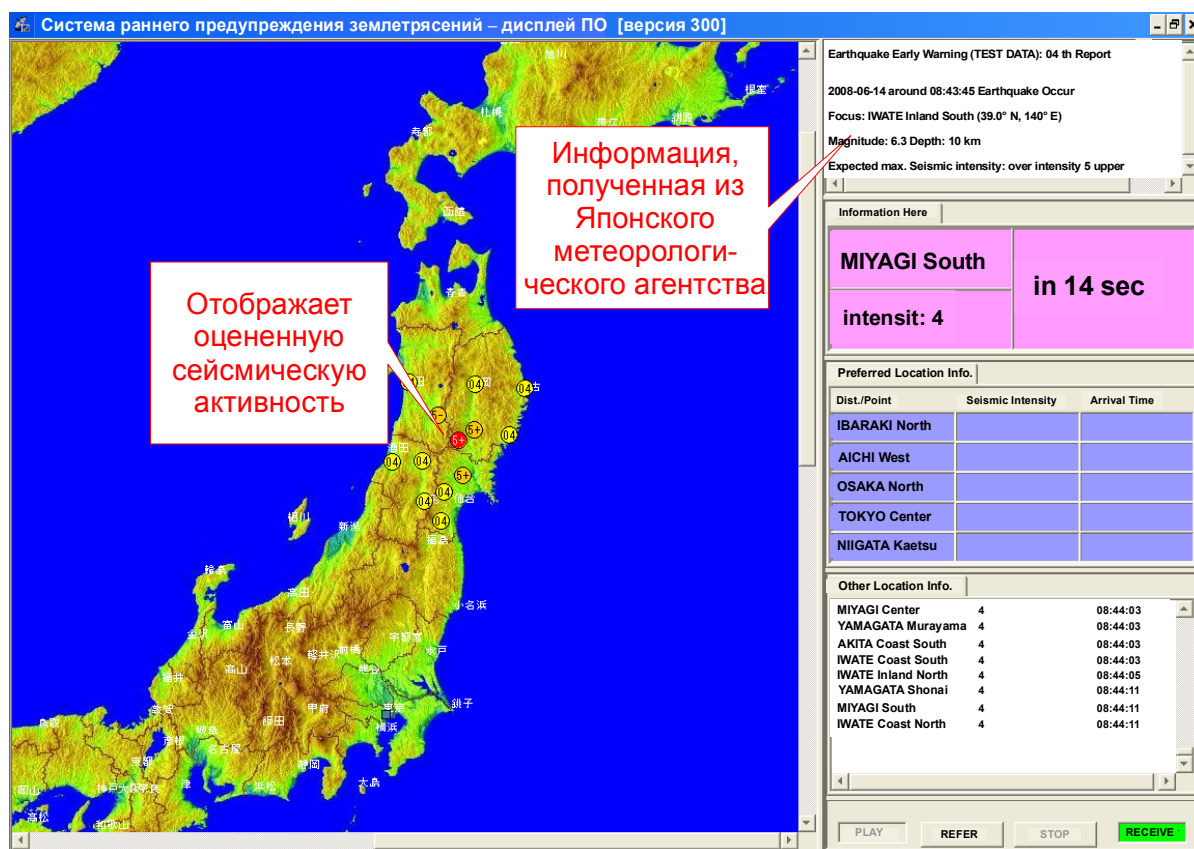


РИСУНОК 9

Пример изображения на экране прилагаемого ПО



Report 2151-09

3.3 Конкретные примеры услуг спутниковой доставки информации EEW

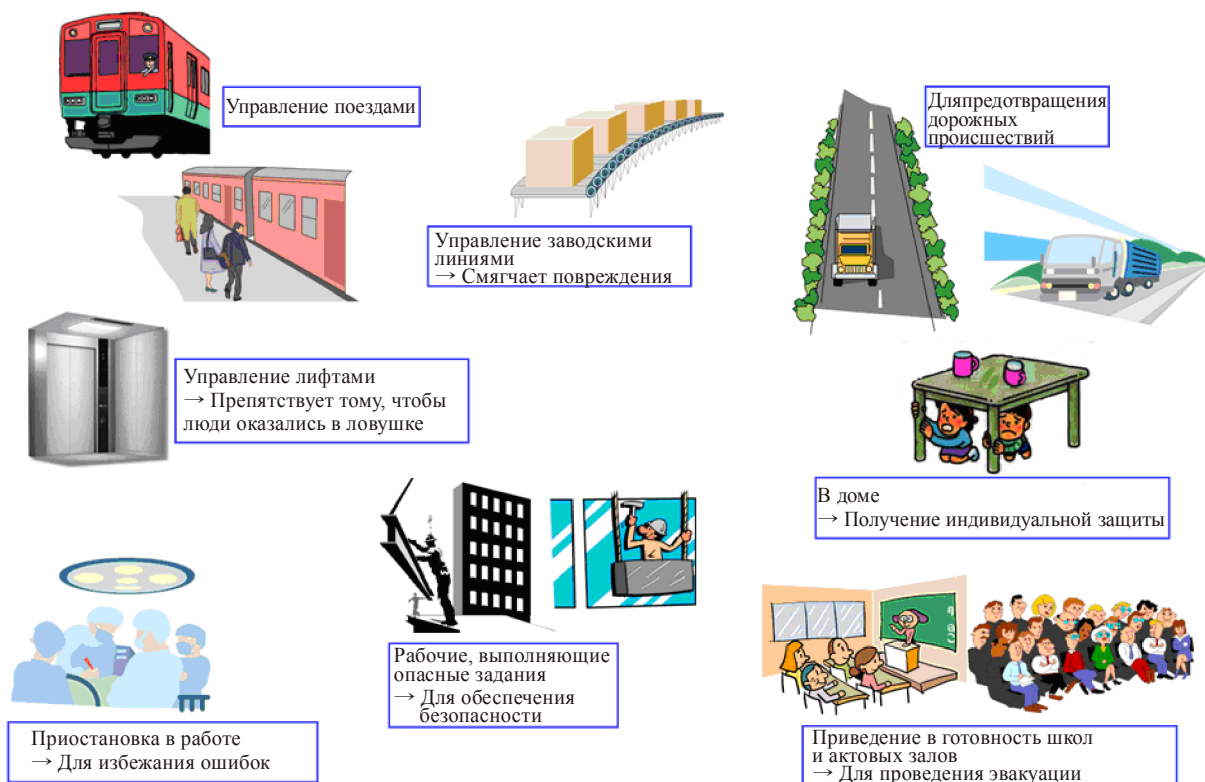
В приемной системе спутниковой доставки информации EEW ряд функций, таких как контактный выход, воспроизведение звука, отправка электронной почты и т. д., могут быть изготовлены на заказ для облегчения объявлений внутри зданий, и работы устройств радиопредупреждения, промышленного оборудования контроля и видеоканалов. Этими функциями снабжены различные объекты, такие как железнодорожные компании, операторы кабельного ТВ, фабрики, школы, строительные компании, производители лифтового оборудования и больницы (см. рисунок 10).

3.4 Дальнейшее развитие систем спутниковой доставки

В Японии оперативное объявление и прогноз возникновения грозных разрядов и осадков также производится по сетям ФСС.

По всей Японии развернуты подразделения сети наблюдения за молниями для наблюдения и записи мест возникновения разрядов молний, их продолжительности, силы тока разряда и так далее. Эти подразделения обеспечивают оперативное объявление и прогноз возникновения разрядов молний и осадков.

РИСУНОК 10
Примеры применения ЕЕВ
 (Взято с веб-сайта JMA)



Report 2151-10

4 Выводы

Данный Отчет будет регулярно обновляться.

Другие примеры сетей оповещения о безопасности, связанные с ФСС, приведены в проекте нового Отчета "Руководящие указания по развертыванию спутниковой связи для управления операциями в случае бедствий в развивающихся странах" (см. Документ 2/245 МСЭ-D).