

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S.1587-2

Технические характеристики земных станций на борту морских судов, ведущих связь со спутниками ФСС в полосах частот 5925–6425 МГц и 14–14,5 ГГц, распределенных фиксированной спутниковой службе

(Вопрос МСЭ-R 254/4)

(2002-2003-2007)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- а) что Всемирная конференция радиосвязи (Женева, 2003 г.) (ВКР-03) приняла Резолюцию 902 (ВКР-03), касающуюся земных станций на борту судов (ESV);
- б) что ESV могут работать на основании п. 4.4 Регламента радиосвязи (РР) в рамках фиксированной спутниковой службы (ФСС) в части полосы частот 5925–6425 МГц;
- с) что ESV могут работать на основании п. 4.4 РР в рамках ФСС в части полосы частот 14–14,5 ГГц;
- д) что существует требование о защите существующих и планируемых геостационарных (ГСО) систем ФСС;
- е) что для обеспечения эффективного использования спектра и содействия совместному использованию ESV должны работать с определенными ограничениями, предусмотренными в Резолюции 902 (ВКР-03),

признавая,

- а) что ESV могут работать в сетях ФСС на основании п. 4.4 РР и не должны ни требовать защиты от других служб, имеющих распределения в данных полосах, ни создавать помехи этим службам, до тех пор пока их статус не будет изменен компетентной конференцией радиосвязи,

отмечая,

- а) что в Резолюции 902 (ВКР-03) приводятся регламентарные и эксплуатационные положения и технические ограничения для станций ESV, передающих в полосах частот 5925–6425 МГц и 14–14,5 ГГц,

рекомендует

1 характеристики в Приложении 1 в качестве примеров для станций ESV, ведущих связь со спутниками ФСС в полосе частот 5925–6425 МГц, которые могут использоваться при проведении исследований совместного использования частот с участием станций ESV;

2 характеристики в Приложении 2 в качестве примеров для станций ESV, которые работают в части полосы частот 14–14,5 ГГц, используемой совместно с наземными службами, а также характеристики для станций ESV, которые работают в части этого диапазона, которая не используется совместно с наземными службами и может использоваться при проведении исследований совместного использования частот.

Приложение 1

Технические характеристики станций ESV, работающих в полосе частот 5925–6425 МГц, распределенной ФСС

1 Введение

В настоящее время станции ESV эксплуатируются во всех Районах МСЭ на различных морских судах и подвижных платформах с использованием существующего космического сегмента ФСС в диапазоне 5925–6425 МГц на экспериментальной основе. Емкость широкополосного сигнала, повсеместное покрытие, надежная работа, устойчивость к перерывам связи из-за погодных условий и постоянная готовность к эксплуатации, обеспечиваемые существующими сетями ФСС в полосе частот 5925–6425 МГц, делают эти сети пригодными для работы станций ESV.

В настоящем Приложении содержится описание существующих и планируемых земных станций на борту судов, которые работают в сетях ФСС в полосе частот 5925–6425 МГц.

2 Описание развернутых систем ESV и их работы

2.1 Описание систем ESV

ESV, работающие в сетях ФСС в диапазоне частот 5925–6425 МГц, в настоящее время используются во всех Районах МСЭ на многих больших судах, таких как пассажирские суда, сейсмические исследовательские и нефтедобывающие суда, а также на военных кораблях. (Размеры, вес и затраты, связанные с системами ESV в полосе частот 5925–6425 МГц, предопределяют, что для таких систем пригодны только крупные суда). Кроме того, на передвижных нефтегазовых буровых платформах ESV используются для обмена высокоскоростными данными, необходимыми для их работы. На станциях ESV используются исключительно надежная устойчивая платформа и проверенная технология терминала с антеннами малой апертурой (VSAT). Каждая установка ESV на борту судов индивидуально контролируется сухопутной земной станцией (центральной станцией).

Оборудование земной станции, установленной на борту судна, можно разделить на три подсистемы:

- антенная подсистема;
- подсистема РЧ; и
- цифровая/модемная подсистема.

Антенная подсистема устанавливается над палубами и имеет характеристики, специфические для применения в морских условиях. Цифровая/модемная подсистема находится под палубами, а подсистема РЧ устанавливается над палубами вместе с антенной подсистемой. Компоненты, используемые для цифровой/модемной подсистемы и подсистем РЧ, представляют собой обычное оборудование, используемое для сухопутных земных станций.

2.2 Антенная подсистема

Антенная подсистема состоит из стабилизированной платформы и антенны. Эти компоненты монтируются над палубами и покрыты жестким обтекателем из смеси пенопласта/стекловолокна. В системе, приведенной в качестве примера, антенна представляет собой позиционируемую алюминиевую осесимметричную параболу диаметром 2,4 м с прямофокусным облучателем с круговой или линейной поляризацией. Коэффициент усиления антенны в направлении горизонта составляет от 4 до 7 дБи. Отношение G/T составляет 16,5 дБ/К или больше. Осевая линия антенны имеет фиксированное значение, составляющее 26 м над средним уровнем моря. Рабочие характеристики антенны соответствуют Рекомендациям МСЭ-R S.524, МСЭ-R S.580, МСЭ-R S.731 и МСЭ-R S.732.

Антенная подсистема должна быть сконструирована так, чтобы она могла компенсировать движение судна. Точность ориентации должна быть выше пикового значения $\pm 0,2^\circ$. Отмечается, что для того чтобы антенна имеющейся конструкции соответствовала рекомендациям относительно характеристик антенны, антенна должна иметь размер 2,4 м или больше.

Стабилизированная платформа имеет блок управления антенной на базе микропроцессора. Он стабилизирует земную станцию на передвижной морской платформе для поддержания блокировки сигнала и поддерживает точность ориентации в пределах пикового значения $\pm 0,2^\circ$. Блок управления осуществляет коррекцию относительно местоположения передвижной платформы и движения, вызываемого ветром или волнами.

2.3 Подсистема РЧ

Подсистема РЧ состоит из стандартных передатчиков и приемников и обычных повышающих и понижающих преобразователей, сертифицированных для работы со спутниками. Повышающие и понижающие преобразователи устанавливаются над палубами вместе с антенной в жестком обтекателе.

2.4 Цифровая/модемная подсистема

Цифровая/модемная подсистема, расположенная под палубами в радиорубке, состоит из блока управления антенной и другого обычного легкодоступного электронного оборудования, предназначенного для работы в соответствии с указанными выше эксплуатационными характеристиками.

2.5 Способность прекращать операции

- Для надлежащей защиты от случайных помех со станций наземной службы техническая конструкция станций ESV должна включать автоматические защитные меры, позволяющие либо ограничить, либо прекратить операции при соблюдении определенных условий. Эти эксплуатационные условия рассматриваются в п. 3.
- Система предусматривает немедленное прекращение передачи в том случае, если антенная система теряет блокировку ориентации на спутник.

2.6 Описание функционирования центральной станции ESV

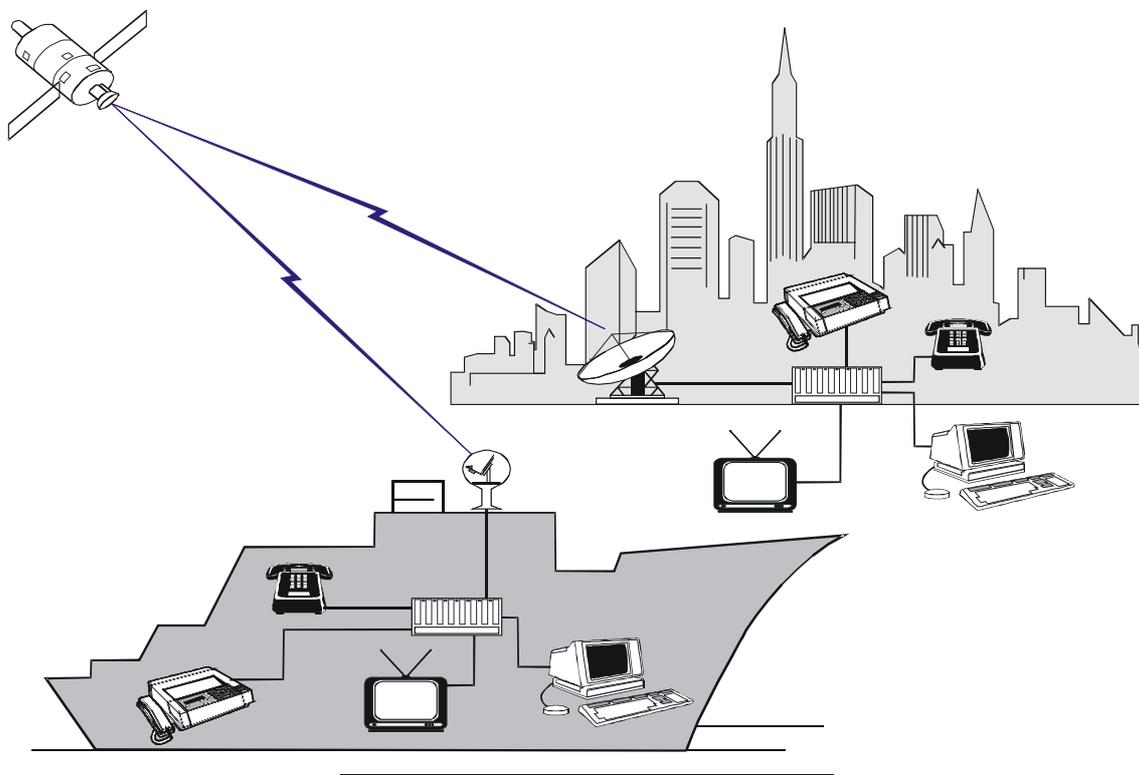
На рисунке 1 наглядно показано операционное взаимодействие типичной станции ESV с ее центральной станцией. Система представляет собой сеть замкнутой группы абонентов, в которой суда ведут связь лишь через центральную земную станцию без прямого соединения с коммутируемой телефонной сетью общего пользования. Оператор центральной станции несет ответственность за запросы о прекращении обслуживания на борту какого-либо судна по той или иной причине. Центральная станция осуществляет контроль за передачей с судна 24 часа в сутки и семь дней в неделю.

3 Эксплуатационные характеристики типичной станции ESV, работающей в полосе частот 5925–6425 МГц

Поскольку эти земные станции довольно большие, они размещаются на крупных судах с большой осадкой. Станции ESV способны работать 24 часа в сутки во время нахождения судна в порту, во время движения по глубоководному фарватеру в порт и из порта и в открытом море. В порту эти суда приписаны к заранее определенным пирсам, которые могут принимать крупнотоннажные суда. Во время движения между портом и открытым морем эти суда должны поддерживать надлежащую скорость, как правило, не менее 5 узлов для эффективного управления кораблем и находиться в глубоководном канале. Основные лепестки антенн, невосприимчивых к качке, ориентированы в направлении спутника на геостационарной орбите.

РИСУНОК 1

Операционное взаимодействие типичной станции ESV с ее центральной станцией



1587-01

Передатчик станции ESV должен быть заблокирован при наступлении любого из следующих условий:

- антенная подсистема теряет блокировку ориентации на спутник и/или способность отслеживать точность; например, во время сильного волнения на море, когда теряется точность ориентации;
- э.и.и.м. станции ESV в направлении горизонта превышает рекомендованное значение;
- когда станция ESV находится в пределах некоторых предварительно определенных географических границ, где использование ESV запрещено.

3.1 В целом: три конкретных этапа работы

Для целей изучения возможности помех между станциями ESV и наземной службой существуют три конкретных этапа работы:

- 1 этап:* работа в открытом море;
- 2 этап:* работа во время нахождения в конкретном фиксированном месте, например, когда судно находится в доке в порту;
- 3 этап:* работа во время движения по морским коридорам и портовым фарватерам вблизи побережья, когда судно приближается к порту или покидает его.

3.2 Работа станций ESV в открытом море

Когда станции ESV работают в открытом море, они должны находиться на достаточном расстоянии от наземных служб и станций ФСС, с тем чтобы они не представляли собой источник потенциальных помех для этих станций или не подвергались воздействию помех, создаваемых наземными передатчиками, работающими на частоте 4 ГГц. С операционной точки зрения было бы желательным

и практичным выбрать фиксированное расстояние от берега, при котором можно было бы с уверенностью предположить, что станции ESV могут работать без необходимости осуществлять координацию со станциями наземной службы.

3.3 Работа станций ESV в стационарном режиме

Станции ESV, которыми оборудованы суда, находящиеся в стационарном режиме в порту, могут координироваться путем использования применимых процедур и технических характеристик, изложенных в Рекомендациях МСЭ-R SM.1448 (координационная зона) и МСЭ-R SF.1006 (возможные помехи). Суда, оборудованные станциями ESV, как правило, являются большими, и все осуществляемые ими операции неизбежно связаны с конкретно определенными портовыми фарватерами (проход в порт и из порта, как правило, окруженный сушей), морскими коридорами (границами, обозначенными сразу за пределами порта после прохождения портовых фарватеров, с указанием зоны, в пределах которой судно может безопасно работать, когда оно приближается к порту или покидает его) и пирсами. Для целей координации вся зона определенного пирса, в которой находится судно, оборудованное станцией ESV, может быть точно указана, проанализирована и скоординирована в отношении помех. После каждого рейса суда, оборудованные станциями ESV, обычно заходят в док у одних и тех же пирсов, что позволяет координировать работу в зоне соответствующих пирсов путем использования существующих процедур координации.

3.4 Работа станций ESV во время движения

Когда суда, оборудованные станциями ESV, находятся в пределах фарватера или морского коридора, они постоянно движутся со скоростью от 5 до 15 узлов. Крупным судам, на которых установлены станции ESV, требуются определенные пирсы, определенные портовые каналы и конкретно указанные морские коридоры. В каждом случае границы этих портовых фарватеров и морских коридоров имеют четкое визуальное обозначение, с тем чтобы при проходе крупных судов их можно было различать и соблюдать, а также указываются на картах и схемах. Крупные суда обычно какое-то время находятся в доках определенных пирсов и периодически выходят в море. В пределах одного и того же порта могут эксплуатироваться несколько судов, оборудованных земными станциями, однако каждое судно какого-либо определенного типа имеет те же эксплуатационные характеристики, что и другие суда этого типа, в том числе местонахождение у пирса и границы прохода при заходе в порт и выход из него (например, портовый фарватер и границы морских коридоров). Работа станций ESV во время движения вблизи побережья сопряжена с возможностью создания помех для приемников наземных фиксированных станций, работающих на частоте 6 ГГц, а также с возможностью создания помех для приемника станции ESV от наземных передатчиков, работающих на частоте 4 ГГц.

4 Технические характеристики станций ESV

Технические характеристики терминалов четырех земных станций, работающих в полосах частот 5925–6425 МГц, представлены в таблице 1. Представленные системы в настоящее время используются операторами станций ESV. В таблице 2 представлена система, которая может работать и использоваться при проведении совместных исследований в полосах частот 5925–6425 МГц. Ниже приводится некоторая дополнительная информация о типичных станциях ESV:

- модем с переменной скоростью с различными типами кодирования скорости ошибки;
- интерфейс GPS;
- обслуживание во всех Районах МСЭ;
- соответствуют стандарту IESS-601 для ИНТЕЛСАТ или превышают его;
- типичным обозначением излучения является 80K00G7W;
- типичная высота над средним уровнем моря составляет 26 м.

ТАБЛИЦА 1

Параметр	Система 1				Система 2		
Диапазон настройки передатчика (МГц)	5 925–6 425						
Тип излучения (модуляция)	QPSK						
Скорость передачи данных	19,2 кбит/с	128 кбит/с	Типичные каналы передачи данных		1,544 Мбит/с		
Занимаемая ширина полосы	23 кГц	153,6 кГц	FEC с 1/2 скорости		2,346 МГц		
Мощность передатчика (дБВт)	1	9,5			23		
Мощность передатчика/полоса пропускания (дБ(Вт/1 МГц))	1	9,5			19		
Потери в фидере (дБ)	1	1			2		
Плотность мощности передатчика на входе антенны (дБ(Вт/1 МГц))	0	8,8			17		
Усиление основного луча антенны (дБи)	41,7	41,7	Включая потери в обтекателе		42		
Плотность э.и.и.м. передатчика (дБ(Вт/1 МГц))	41,7	50,2			59		
Диапазон настройки приемника (МГц)	3 700–4 200						
Ширина полосы ПЧ приемника (МГц)	70 ± 20				2,346	Занимаемая ширина полосы	
Тип антенны	Прямофокусная				Трехосная стабилизи-роанная параболическая	С кольцевым фокусом	
Размер антенны (м)	2,4		С обтекателем		2,74		
Поляризация	Круговая				Круговая	Левосторонняя круговая или правосторонняя круговая	
Ширина луча (градусы)	1,4		Передача		1,4	Передача	
Ориентация луча (градусы)	0,2				Азимут 360° угол места 10°–90°	Если угол места меньше 10°, работа не допускается	
Усиление первого бокового лепестка антенны (дБи)	20,1				28	на 2,5°	
Стабильность слежения (градусы)	0,2 макс.				0,2 макс.	0,2 макс.	
Число терминалов	Около 40				Около 50		
Географическая зона развертывания	Глобальная		Все океанские районы		Глобальная	Все океанские районы	
Параметр	Система 1				Система 2		
Диапазон настройки передатчика (МГц)	5 925–6 425						
Тип излучения (модуляция)	QPSK						
Скорость передачи данных	19,2 кбит/с	$n \times 64$ кбит/с	2 Мбит/с		128 кбит/с	2 048 кбит/с	И другие скорости передачи данных в этом диапазоне
Занимаемая ширина полосы	33 кГц	$n \times 73$ кГц	2,3 МГц		107,5 кГц	1 720,3 кГц	Для FEC 3/4
Мощность передатчика (дБВт)	1,8	$10 \log n + 4,7$ для $n \leq 10$	19,6	20 W SSPA $\leq 512,2 \text{ кбит/с}$ $< 140 \text{ W TWTA}$	7,6	19,2	При максимальной потере в фидере
Мощность передатчика/ширина полосы (дБ(Вт/1 МГц))	1,8	$10 \log n - 19,3$ для $n \leq 10$	16		7,2	16,9	

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Параметр	Система 1				Система 2		
	1	1	1		1,5–3,5		
Потери в фидере (дБ)	0,8	$10 \log n - 20,3$ для $n \leq 10$	15		3,7	13,4	
Плотность мощности передатчика на входе антенных (дБ(Вт/1 МГц))	41,2	41,2	41,2		41,5		
Плотность э.и.и.м. передатчика (дБ(Вт/1 МГц))	42,0	$10 \log n + 20,9$ для $n \leq 10$	56,2		45,2	54,9	Для несущей 128 кбит/с предполагаются одиночные несущие с шириной полосы в 1 МГц
Диапазон настройки приемника (МГц)	3 700–4 200						
Ширина полосы ПЧ приемника (МГц)					70 ± 20		
Тип антенны	Прямофокусная				Прямофокусная, двухосная стабилизированная		
Размер антенны (м)	2,4				2,4		
Поляризация	Круговая				Круговая		
Ширина луча (градусы)	1,4			Передача	1,5		Передача
Ориентация луча (градусы)	Азимут 360, ограниченный угол места				Азимут 360, ограниченный угол места		
Усиление первого бокового лепестка антенны (дБи)					28		
Стабильность слежения (градусы)	0,2 макс.				0,2 макс.		
Число терминалов	43				Около 50		Планируемое
Географическая зона развертывания	Атлантический океан и Южно-китайское море				Глобальное		Все океанские районы

SSPA: твердотельный усилитель мощности.

TWTA: усилитель на ЛБВ.

ТАБЛИЦА 2

Параметр	Система 5		
Диапазон настройки передатчика (МГц)	5 925–6 425		
Тип излучения (модуляция)	QPSK/CDMA		
Скорость передачи данных (кбит/с)	38,4	76,8	128
Коэффициент распространения МДКР	127	127	127
Занимаемая ширина полосы (МГц)	9,14	18,29	30,48
Переходная мощность (дБВт)	–1,2	3,3	4,8
Переходная мощность/ширина полосы (дБ(Вт/1 МГц))	–10,8	–9,3	–10
Потери в фидере (дБ)	0,5		
Мощность передатчика на входе антенны (дБ(Вт/1 МГц))	–11,3	–9,8	–10,5
Усиление основного луча антенны (дБи)	35,7		
Плотность э.и.м. передатчика (дБ(Вт/1 МГц))	24,4	25,9	25,2
Диапазон настройки приемника (МГц)	3 700–4 200		
Ширина полосы ПЧ приемника (МГц)	950–1 450		
Тип антенны	Параболическая		
Размер антенны (м)	1,2		
Поляризация	Круговая		
Ширина луча (градусы)	2,9		
Ориентация луча (градусы)	Азимут 360, ограниченный угол места		
Усиление первого бокового лепестка антенны (дБи)	22,7		
Стабильность слежения (градусы)	0,2 макс.		
Географическая зона развертывания	Глобальная		

SSPA: твердотельный усилитель мощности.

TWTA: усилитель на ЛБВ.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Необходимо дополнительное исследование для преобразования эталонной ширины полосы 1 МГц для полосы частот 14 ГГц и полосы частот 6 ГГц в 40 кГц и 4 кГц, соответственно.

Приложение 2

Технические характеристики станций ESV, ведущих связь со спутниками ФСС в полосе частот 14–14,5 ГГц, распределенной ФСС

Описание примера систем ESV 12/14 ГГц

Станции ESV состоят из трех элементов:

- антенная подсистема;
- подсистема РЧ;
- модемная подсистема.

Последняя обычно устанавливается под палубой, тогда как антенная подсистема и подсистема РЧ устанавливаются над палубами и соответствуют всем морским спецификациям для такого оборудования. Компоненты, используемые для модема и оборудования РЧ, являются обычными элементами оборудования, используемого для сухопутных земных станций.

1 Антенная подсистема

Антенная подсистема состоит из стабилизированной платформы и зеркальной антенны. Эти системы монтируются над палубами и покрыты жестким обтекателем из смеси пенопласта/стекловолокна. Диаметр антенны, применяющей совместно используемые частоты, обычно составляет от 0,6 м до 1,5 м. Используются офсетные антенны, а также осесимметричные параболы, как правило, с линейной подачей. Коэффициент усиления антенны в направлении горизонта составляет от 0 до -10 дБи. Отношение G/T составляет 17 дБ(K^{-1}) или больше. Рабочие характеристики антенны соответствуют Рекомендациям МСЭ-R S.524, МСЭ-R S.580, МСЭ-R S.731 и МСЭ-R S.732.

2 Подсистема РЧ

Подсистема РЧ состоит из стандартных передатчиков и приемников и обычных повышающих и понижающих преобразователей, сертифицированных для работы со спутниками. Повышающие и понижающие преобразователи устанавливаются над палубами вместе с антенной в жестком обтекателе. Фактическое значение с.п.м. передающей станции ESV зависит от целого ряда параметров, а именно:

- местоположение судна относительно зоны обслуживания луча спутника;
- размер антенны станции ESV (усиление передающей антенны);
- местоположение принимающей земной станции относительно зоны обслуживания луча спутника;
- размер антенны принимающей земной станции (G/T на приеме);
- уровень рабочего усиления ретранслятора спутника и т. д.

3 Модемная подсистема

Модемная подсистема, расположенная под палубами в радиорубке, состоит из блока управления антенной и другого обычного легкодоступного электронного оборудования, предназначенного для работы в соответствии с указанными выше эксплуатационными характеристиками.

4 Технические характеристики станций ESV

Технические характеристики терминалов земных станций, работающих в полосе частот 14–14,5 ГГц, представлены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3

Параметр	Система 1			Система 2			Система 3			Система 4	
Диапазон настройки передатчика (МГц)	14 000–14 500						14 000–14 500			14 000–14 500	
Тип излучения (модуляция)	QPSK						8-PSK	QPSK	8-PSK	O-QPSK/ CRMA	
Скорость передачи данных (кбит/с)	19,2	$n \times 64$	Типичные каналы передачи данных	128	1 024	И другие скорости передачи данных в этом диапазоне	12 288	7 667	35	16–1 024 кбит/с	
Занимаемая ширина полосы (кГц)	16,4	$n \times 54,6$ $n \leq 3$	FEC с 3/4 скорости	107,5	860,2	FEC с 3/4 скорости	7 372,8	6 660	44,1	6,75–36 МГц (в зависимости от ширины полосы ретранслятора)	
Мощность передатчика (дБВт)	-11,5	$-6,4 + 10 \log(n)$ $n \leq 3$		2,5	13,5	Для максимальной потери в фидере	20	26,5	6,6	12,0 (макс.)	9,0 (макс.)
Мощность передатчика/ширина полосы (дБ(Вт/1 МГц))	-11,5	$-6,4 + 10 \log(n)$ $n \leq 3$		2,5	13,5	Предполагается одиночная несущая с шириной полосы 1 МГц	12,1	19,1	6,6	-3,1 (макс.)	-6,1 (макс.)
Потери в фидере (дБ)	2	2		1,5–3,5			2,2	2,3		0,5	
Мощность передатчика на входе антенны (дБ(Вт/1 МГц))	-13,5	$-8,4 + 10 \log(n)$ $n \leq 3$		1,0	10,0		9,9	16,8	4,3	-3,6 (макс.)	-6,6 (макс.)
Усиление основного луча антенны (дБи)	43,3			43,4			38,5	38,6		43,0	37,0
Плотность э.и.и.м. передатчика (дБ(Вт/1 МГц))	29,8	$34,9 + 10 \log(n)$ $n \leq 3$		44,4	53,4		48,4	55,4	42,9	39,4 в ретрансляторе 36 МГц	
Диапазон настройки приемника (МГц)	10 950–12 750						12 250–12 650			10 7000–12 750	
Ширина полосы ПЧ приемника (МГц)	70 ± 20			70 ± 20						36	
Тип антенны	Зеркальная антенна со смещенным облучателем		Трехосная стабилизированная	Зеркальная со смещенным облучателем трехосная стабилизированная			Зеркальная антенна Грегори со смещенным облучателем			Зеркальная антенна "Бэкфайер" с центральным облучателем	
Размер антенны (м)	1,2			1,2			0,75			1,2	0,6
Поляризация	Двойная линейная			Двойная линейная			Двойная линейная			Двойная линейная	
Ширина луча (градусы)	1,2		Передача	1,2		Передача	1,9 (Передача)			1,2	2,4
Ориентация луча (градусы)											
Усиление первого бокового лепестка антенны (дБи)											
Стабильность слежения (градусы)	± 0,2 макс.			± 0,2 макс.			0,5 макс. (среднеквадратичное значение 0,3)			± 0,2 макс.	
Число терминалов											
Географическая зона развертывания	Все океанские районы			Все океанские районы			Все океанские районы			Все океанские районы	

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Необходимо дополнительное исследование для преобразования эталонной ширины полосы 1 МГц для полосы частот 14 ГГц и полосы частот 6 ГГц в 40 кГц и 4 кГц, соответственно.