

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.1613<sup>\*,\*\*</sup>

**Требования к эксплуатации и развертыванию систем фиксированного беспроводного доступа фиксированной службы в Районе 3 для обеспечения защиты систем спутниковой службы исследования Земли (активной) и службы космических исследований (активной) в полосе частот 5250–5350 МГц**

(Вопросы МСЭ-R 113/9 и 218/7)

(2003)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что полоса частот 5250–5350 МГц распределена спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) (активной) и службе космических исследований (СКИ) (активной) для активных космических датчиков, а также радиолокационной службе на первичной основе;
- b) что распределения в полосе частот 5250–5350 МГц будут пересмотрены на ВКР-03 согласно пункту 1.5 повестки дня с целью распределения этой полосы фиксированной службе в Районе 3 на первичной основе;
- c) что некоторые администрации в Районе 3 предложили использовать полосу 5250–5350 МГц для лицензируемых систем фиксированного беспроводного доступа (FWA) фиксированной службы;
- d) что такие системы FWA, работая вне помещений, могут создавать недопустимые помехи службам ССИЗ/СКИ (активным) в упомянутой полосе частот;
- e) что существует потребность определения требований к эксплуатации и развертыванию систем FWA в Районе 3 с целью защиты систем космических активных датчиков,

---

\* Настоящая Рекомендация была совместно разработана 7-й и 9-й Исследовательскими комиссиями по радиосвязи, и любой будущий пересмотр будет проводиться совместно.

\*\* Настоящая Рекомендация должна быть доведена до сведения 7-й и 8-й Исследовательских комиссий по радиосвязи.

*отмечая,*

а) что помехи от систем ССИЗ/СКИ (активных) системам FWA с характеристиками, описанными в Приложении 1, рассматриваются как допустимые,

*признавая,*

а) что существуют трудности при эксплуатации FWA и других типов систем беспроводного доступа (включая локальные радиосети (RLAN)) одновременно в одних и тех же зонах покрытия и на совпадающих частотах,

*рекомендует,*

**1** чтобы совокупные помехи от систем FWA (сумма э.и.и.м. в направлении на спутник) были меньше  $-7,6$  дБ (Вт/20 МГц) у поверхности Земли в зоне обслуживания активного датчика спутника ССИЗ/СКИ (см. Примечания 1, 2 и 3);

**2** чтобы для оценки совокупного уровня помех от систем FWA использовалась методика, приведенная в Приложении 1;

**3** чтобы на основе характеристик систем FWA, приведенных в таблице 4 для Района 3, в зоне обслуживания активного спутникового датчика разрешалось размещение максимум 23 базовых станций FWA на площади в  $220 \text{ км}^2$ . Изменения максимальной э.и.и.м., диаграмм направленности антенны и планирования частот будут вызывать изменение максимальной разрешенной плотности базовых станций FWA;

**4** чтобы максимальная э.и.и.м. каждой станции FWA не превышала 3 дБ (Вт/20 МГц) (см. Примечания 4 и 5);

**5** чтобы администрации осуществляли контроль этих систем для обеспечения выполнения требований в отношении развертывания систем FWA, приведенных выше в разделе *рекомендует*.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Данный совокупный уровень помех вычислен исходя из порогового уровня помех  $-132,35$  дБ (Вт/20 МГц) для спутникового приемника, описанного для радара SAR4 в таблице 5.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Размер зоны обслуживания рассматриваемого здесь активного датчика спутника ССИЗ/СКИ составляет примерно  $220 \text{ км}^2$ .

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Совокупная помеха от систем FWA в направлении спутника с активным космическим датчиком определяются такими параметрами, как мощность передачи систем FWA, направленность антенны и число базовых станций FWA, работающих в одном и том же радиочастотном канале в зоне обслуживания активного спутникового датчика.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Если направление основного лепестка антенны превышает  $10^\circ$  по углу места, то следует применять предел э.и.и.м. на 6 дБ ниже, т. е. максимальная э.и.и.м. должна быть равной  $-3$  дБ (Вт/20 МГц).

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Необходимо осуществлять контроль направления антенн станций FWA для исключения случайного прямого облучения спутника вследствие отклонения направления антенны, например, когда антенна удаленной станции направлена не на базовую станцию.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Необходимо разработать дополнительные указания для облегчения применения данной Рекомендации. Этот аспект требует дополнительного изучения.

## Приложение 1

### Совместное использование частот системами FWA и системами с активными космическими датчиками служб ССИЗ (активной) и СКИ (активной) в полосе 5250–5350 МГц

#### 1 Введение

Полоса частот 5250–5350 МГц считается подходящей для работы систем FWA в фиксированной службе для обеспечения высокоскоростного доступа в Интернет или других приложений мультимедийных услуг. Поскольку данная полоса частот распределена Регламентом радиосвязи МСЭ службам ССИЗ (активной) и СКИ (активной) на глобальной основе, необходимо определить возможности совместной работы систем FWA и систем ССИЗ/СКИ (активных).

В данной полосе частот в службах ССИЗ/СКИ (активных) работают различные типы космических радаров с синтезированной апертурой (SAR), космических радиолокационных выотомеров и космических систем измерения рассеяния (рефлектометров).

В данном Приложении рассмотрены вопросы совместного использования частот системами FWA и указанными космическими активными датчиками с использованием типовых системных параметров, которые уже применяются или находятся на этапе разработки.

#### 2 Технические характеристики космических активных датчиков

Технические характеристики космических активных датчиков, работающих в полосе частот 5250–5350 МГц, приведены в таблицах 1–3.

ТАБЛИЦА 1

Типичные характеристики космических SAR, работающих в диапазоне 5,3 ГГц

Параметр	Значение		
	SAR2	SAR3	SAR4
Высота орбиты (км)	600 (круговая)	400 (круговая)	
Наклонение орбиты (градусы)	57		
Центральная частота РЧ (МГц)	5 405	5 305	5 300
Пиковая излучаемая мощность (Вт)	4 800	1 700	
Поляризация	Горизонтальная и вертикальная (HH, HV, VH, VV)		
Импульсная модуляция	Импульс с линейной ЧМ		
Ширина полосы частот импульса (МГц)	310		40
Длительность импульса (мкс)	31	33	

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Параметр	Значение		
	SAR2	SAR3	SAR4
Частота повторения импульсов (имп./с)	4 492	1 395	
Коэффициент заполнения (%)	13,9	5,9	
Коэффициент сжатия диапазона	9 610	10 230	1 320
Тип антенны (м)	Плоская фазовая антенная решетка 1,8 × 3,8	Плоская фазовая антенная решетка 0,7 × 12,0	
Пиковое усиление антенны (дБи)	42,9	42,7/38 (полный фокус/подавление луча)	
Медианное усиление бокового лепестка антенны (дБи)	-5		
Ориентация антенны (градусы)	20–38 от надира	20–55 от надира	
Ширина луча антенны	1,7 (угол места), 0,78 (азимут)	4,9/18 (угол места), 0,25 (азимут)	
Поляризация антенны	Линейная горизонтальная/вертикальная		
Коэффициент шума приемника (дБ)	4,62		
Компрессия сигнала в 1 дБ на выходе входных блоков приемника относительно входного сигнала	-62 дБВт по входу		
Допустимая максимальная мощность на входе приемника (дБВт)	+7		
Время функционирования	30% витка		
Минимальное время получения изображений (с)	15		
Зона обслуживания	Массивы суши и прибрежные зоны		
Ширина полосы обзора (км)	20	16/320	
Зона обслуживания спутника (км <sup>2</sup> )	159,03	76,5	76,5–220
Ширина полосы пропускания приемника (МГц)	356,5		46,00
Пороговый уровень помех (дБ)	I/N = -6		

ТАБЛИЦА 2

## Типичные характеристики космического альтиметра в диапазоне 5,3 ГГц

Характеристики альтиметров космической программы Jason	
Время жизни	5 лет
Высота (км)	1 347 ± 15
Наклонение (градусы)	66
Характеристики альтиметров Poseidon 2	
Тип сигнала	Импульсная линейная частотная модуляция
ЧПИ в С-диапазоне (Гц)	300
Длительность импульса (мкс)	105,6
Частота несущей (ГГц)	5,3
Ширина полосы (МГц)	320
Пиковая мощность излучения на РЧ (Вт)	17
Средняя мощность излучения на РЧ (Вт)	0,54
Усиление антенны (дБи)	32,2
Апертура по уровню 3 дБ (градусы)	3,4
Максимальный уровень бокового лепестка (дБ)	-20
Максимальный уровень заднего лепестка (дБ)	-40
Зона обслуживания луча по уровню -3 дБ (км)	77
Пороговый уровень помех (дБВт)	-118

ТАБЛИЦА 3

## Типичные характеристики космического рефлектометра в диапазоне 5,3 ГГц

Параметр	Значение	
	Рефлектометр 1	Рефлектометр 2
Название системы	Рефлектометр 1	Рефлектометр 2
Высота орбиты (км)	780	800
Наклонение (градусы)	81,5	
Центральная частота (ГГц)	5,3	5,255
Ширина импульса	70 мкс (середина) 130 мкс (фронт/спад)	8 мс (середина) 10,1 мс (фронт/спад)
Модуляция	Прерывистая незатухающая	ЛЧМ
Полоса пропускания передатчика (кГц)	15	500
ЧПИ (Гц)	115 (середина) 98 (фронт/спад)	29,4
Тип антенны	Щелевая волноводная	

ТАБЛИЦА 3 (окончание)

Параметр	Значение			
Коэффициент усиления антенны (дБи)	31 (середина) 32,5 (фронт/спад)		28,5 (середина) 29,5 (фронт/спад)	
Ориентация основного лепестка антенны (градусы)	Углы падения: 18–47 (середина) 24–57 (фронт/спад)		Углы падения: 25,0–54,5 (середина) 33,7–65,3 (фронт/спад)	
Ширина луча антенны (–3 дБ) по углу места (градусы)	24 (середина)	26 (фронт/спад)	23,6 (середина)	23,9 (фронт/спад)
Ширина луча по азимуту (градусы)	1,3	0,8	1,1	0,8
Угол места оборудования (градусы)	29,3		37,6	
Поляризация антенны	Вертикальная			
Пиковая мощность передатчика	4,8 кВт		120 Вт	
Коэффициент шума приемника (дБ)	3			
Зона обслуживания	Океанские и прибрежные зоны, массивы суши			
Пороговый уровень помех (дБ(Вт/Гц))	–207			

### 3 Технические особенности систем FWA

Для выполнения требований как высокоскоростного доступа в Интернет, так и критериев совместного использования частот с другими службами, необходимо определить технические параметры систем FWA.

Поскольку системы FWA предназначены для работы в полосе 5250–5350 МГц, следует учитывать следующие моменты:

- системы FWA включают в себя базовую станцию и множество удаленных станций в зоне покрытия, иначе называемой ячейкой. Считается, что каждая из удаленных станций связывается с базовой станцией только в выделенный временной интервал (в режиме многостационарного доступа с временным разделением (МДВР)) или в свободный интервал времени (в режиме многостанционного доступа с обнаружением несущей (МДОН)). Это означает, что в любой момент времени в одной ячейке только одна станция работает на передачу. Поэтому помехи, создаваемые спутниковым станциям с космическим активным датчиком, определяются плотностью развертывания (на км<sup>2</sup>) базовых станций FWA.
- Большое значение имеет направленность антенны при высоких углах места. При достаточной избирательности антенн станций FWA в вертикальном направлении мощность помех будет существенно подавляться.
- Коэффициент активности группы передатчиков FWA в ячейке в наихудшем случае может достигать 100%.
- Для управления плотностью развертывания систем FWA могут потребоваться меры по лицензированию.

В соответствии с вышеприведенными особенностями для предварительного анализа в данном Приложении в качестве примера приняты технические параметры систем FWA, представленные в таблице 4.

Для данного анализа выбраны характеристики, приводящие к наихудшему случаю помех узкополосному приемнику SAR. Для системы FWA такого типа, если опорное направление антенны ориентировано приблизительно вдоль горизонта для обеспечения соединения типа точка–множество точек, угол относительно опорного направления будет представлять собой угол места. При углах надира от 20° до 55° углы места для антенны станции системы FWA, направленной на космический SAR, будут находиться в пределах от 69° до 30°.

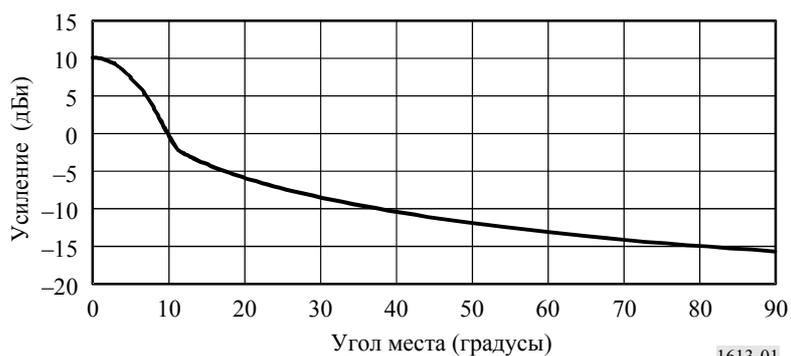
ТАБЛИЦА 4

**Технические характеристики систем FWA, работающих в диапазоне 5,3 ГГц**

	Базовая станция	Удаленная станция
Полоса частот (МГц)	5250–5350	
Режим эксплуатации	Точка–множество точек	
Радиус ячейки (км)	1–2	
Максимальная э.и.и.м./мощность передачи (Вт)	2/0,2	2/0,063
Коэффициент усиления/характеристики антенны	10 дБи/ Рек. МСЭ-R F.1336 Всенаправленная диаграмма ( $k = 0$ ) (рисунок 1)	15 дБи/ Рек. МСЭ-R F.1336 Антенна низкой стоимости с низким коэффициентом усиления (рисунок 2)
Ширина полосы (МГц)	20	
Коэффициент шума приемника (дБ)	8	
Пороговый уровень помех	$I/N = -6$ дБ или $-128,8$ дБ(Вт/20 МГц)	
Поляризация	Вертикальная или горизонтальная	
Коэффициент активности (%)	90	10

РИСУНОК 1

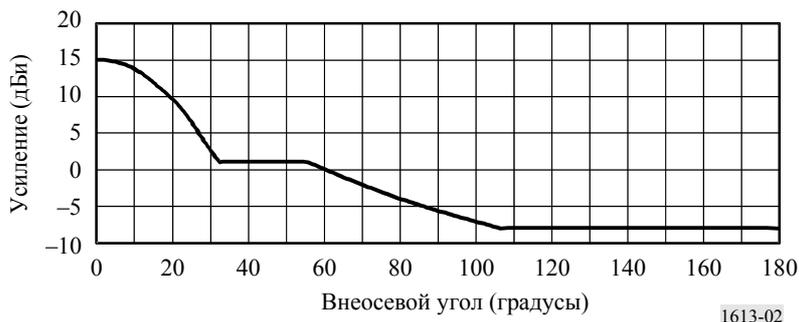
Диаграмма направленности антенны базовой станции



1613-01

РИСУНОК 2

Диаграмма направленности антенны удаленной станции



1613-02

#### 4 Совместное использование частот космическими активными датчиками и системами FWA

##### 4.1 Совместное использование частот SAR и FWA

###### 4.1.1 Помехи SAR от FWA

В таблице 5 приведены результаты расчета помех, создаваемых системой FWA с параметрами согласно таблице 4 радару SAR4 с характеристиками согласно таблице 1. Несмотря на то, что пороговые уровни помех на 1 МГц для SAR2, SAR3 и SAR4 почти одинаковы, в ходе дальнейшего анализа рассматривается радар SAR4, характеризующийся наиболее жесткими требованиями по абсолютной величине. При расчете помех учитываются влияние боковых лепестков антенны FWA и влияние рассеяния поверхностью Земли и зданиями. Для учета помех от боковых лепестков удаленных станций производится расчет средней э.и.и.м., поступающей на спутник от всех удаленных станций вокруг базовой станции (см. Добавление 1 к Приложению 1). Следует отметить, что в таблице 5 принят коэффициент повторного использования частоты, равный 4.

Рассеяние поверхностью Земли или возможное рассеяние ближайшими зданиями могут оказаться возможными источниками помех. Это влияние определяется местностью развертывания систем, высотой подвеса антенн (наверху или сбоку зданий), и т. д. Можно ожидать, что системы FWA будут использоваться в городских зонах с высокой плотностью застройки, где будет иметь место рассеяние от большого числа объектов, поэтому в дополнение к рассеянию поверхностью Земли следует учитывать и другие виды рассеяния. Особо следует учитывать современные офисные здания, построенные с использованием металла, где нельзя исключать вероятности высокого уровня отражения в направлении датчика. Для наихудшего случая коэффициент рассеяния принимается равным  $-18$  дБ. Это предположение может потребовать пересмотра.

Вышеприведенный анализ основан на предположении, что не используются передатчики FWA с секторными антеннами. Наличие секторных антенн усложнит сценарий совместного использования частот из-за учета рассеяния.

Результаты показывают, что в зоне обслуживания SAR4 на площади  $220 \text{ км}^2$  при помехах спутниковому приемнику SAR ниже допустимого уровня могут работать 23 ячейки системы FWA. Если параметры систем FWA отличаются от приведенных в таблице 4, включая случай использования на базовых станциях секторных антенн, то число ячеек, которое можно разместить в зоне обслуживания спутника, будет другим. Таблицу 5 следует пересчитать с учетом фактических параметров.

ТАБЛИЦА 5  
Помехи SAR4 от системы FWA

Параметр			20° от надира		55° от надира	
			Значение	дБ	Значение	дБ
Мешающая э.и.и.м. от бокового лепестка антенны FWA	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Усиление передающей антенны (дБи)		-14,20		-8,80
		Коэффициент активности э.и.и.м. (дБВт)	90%	-0,46	90%	-0,46
	От удаленных станций	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Среднее усиление передающей антенны (дБи)		-4,96		-2,34
		Коэффициент активности э.и.и.м. (дБВт)	10%	-10,00	10%	-10,00
Общая э.и.и.м. от бокового лепестка (дБВт)				-20,54		-15,63
Мощность помехи ввиду поверхностного рассеяния	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Коэффициент активности	90%	-0,46	90%	-0,46
		Мощность передачи (дБВт)		-7,46		-7,46
	От удаленных станций	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Коэффициент активности	10%	-10,00	10%	-10,00
		Мощность передачи (дБВт)		-22,00		-22,00
	Общая мощность передачи (дБВт)				-7,31	
Коэффициент рассеяния (дБ)				-18,00		-18,00
Общая э.и.и.м. рассеяния (дБВт)				-25,31		-25,31
Общая мешающая э.и.и.м. от ячейки (дБВт)				-19,29		-15,19
Мощность помех, принимаемая SAR	Усиление приемной антенны (дБ)			42,70		42,70
	Потери на поляризацию (дБ)			-3,00		-3,00
	Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)		(427 км)	-159,55	(749 км)	-164,43
	Принимаемая мощность (дБВт)			-139,14		-139,92
Чувствительность приемника SAR	Коэффициент шума (дБ)			4,62		4,62
	$kT$		$4,0 \times 10^{-21}$	-203,98	$4,0 \times 10^{-21}$	-203,98
	Ширина полосы пропускания приемника (МГц)		20,0	73,01	20,0	73,01
	Мощность шума (дБВт)			-126,35		-126,35
Пороговый уровень помех SAR ( $I/N = -6$ дБ) (дБВт)				-132,35		-132,35
Допустимое число ячеек FWA	Запас (дБ)			6,79		7,57
	Максимальное число ячеек FWA, использующих тот же РЧ канал в пределах зоны обслуживания SAR		4,78		5,71	
Максимальное число ячеек FWA при коэффициенте повторного использования частоты 4			19,1		22,8	

#### 4.1.2 Помехи FWA от SAR

Первым этапом анализа вероятных помех от космических SAR системам FWA является определение мощности сигнала боковых лепестков космического SAR вблизи поверхности Земли. В данном анализе использован медианный уровень усиления боковых лепестков, так как эти боковые лепестки покрывают существенно большую зону обслуживания, нежели основной лепесток, что приводит к помехам большей длительности. В таблице 6 приведены уровни помех, создаваемых системам FWA боковыми лепестками спутников SAR4. SAR4 выбран для демонстрации наихудшего случая. В таблице 6 показан положительный запас порядка 20 дБ, что дает благоприятный сценарий совместного использования частот с точки зрения учета влияния боковых лепестков.

ТАБЛИЦА 6  
Помехи FWA от боковых лепестков SAR4

Параметр	20° от надира		55° от надира	
	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции
Мощность передачи (дБВт)	32,3		32,3	
Усиление передающей антенны (дБи)	-5,0		-5,0	
Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)	-159,5 (427 км)		-164,4 (749 км)	
Усиление приемной антенны (дБи)	-14,2	-2,2	-8,8	2,3
Потери в фидере FWA (дБ)	-5,0	-10,0	-5,0	-10,0
Принимаемая мощность (дБВт)	-151,4	-144,4	-150,9	-144,8
Сужение полосы частот (дБ)	-3,0		-3,0	
Принимаемая мощность (дБ(Вт/20 МГц))	-154,4	-147,4	-153,9	-147,8
Пороговый уровень помех FWA (дБ(Вт/20 МГц))	-128,8		-128,8	
Запас (дБ)	25,6	18,6	25,1	19,0

Однако пиковый коэффициент усиления антенны на 43–47,7 дБ выше среднего коэффициента усиления боковых лепестков, равного -5 дБи. Поэтому во время пролета спутника уровень помех у поверхности Земли будет выше порогового уровня помех для FWA. Хотя этот уровень и превышает, частота появления этих повышенных помех, по предположениям, составит один раз в 8–10 дней, а продолжительность каждого такого события оценивается как 0,5–1 с.

#### 4.1.3 Резюме

Было показано, что совместное использование частот системой SAR и системой FWA в полосе 5250–5350 МГц возможно при выполнении определенных требований к эксплуатации и развертыванию системы FWA. На системы FWA в короткие промежутки времени во время пролета над ними спутника могут воздействовать повышенные помехи от SAR. Такие помехи считаются приемлемыми с учетом ожидаемой небольшой вероятности одновременного появления помех от SAR и замираний в системе FWA. Однако могут потребоваться дальнейшие исследования для уточнения влияния помех на системы FWA.

## 4.2 Совместное использование частот космическим альтиметром и FWA

### 4.2.1 Помехи космическим альтиметрам от FWA

В таблице 7 показан расчет помех от системы FWA космическому альтиметру. Результаты показывают достаточный запас в 42,6 дБ относительно порогового уровня, равного –118 дБВт. Поэтому можно считать, что системы FWA не будут причинять неприемлемых помех работе космического альтиметра.

ТАБЛИЦА 7  
Помехи от FWA космическому альтиметру

Параметр			От надира	
			Значение	дБ
Мешающая э.и.и.м. от бокового лепестка антенны FWA	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	–7,00
		Усиление передающей антенны (дБи)		–15,84
		Коэффициент активности э.и.и.м. (дБВт)	90%	–0,46
	От удаленной станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	–12,00
		Среднее усиление передающей антенны (дБи)		–5,71
		Коэффициент активности э.и.и.м. (дБВт)	10%	–10,00
Общая э.и.и.м. от бокового лепестка (дБВт)				–21,96
Мощность помехи вследствие рассеяния на поверхности Земли	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	–7,00
		Коэффициент активности	90%	–0,46
		Мощность передачи (дБВт)		–7,46
	От удаленной станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	–12,00
		Коэффициент активности	10%	–10,00
		Мощность передачи (дБВт)		–22,00
Общая мощность передачи (дБВт)				–7,31
Коэффициент рассеяния (дБ)				–18,00
Общая э.и.и.м. вследствие рассеяния (дБВт)				–25,31
Общая мешающая э.и.и.м. от ячейки (дБВт)				–20,31
Мощность помехи, принимаемая приемником альтиметра	Усиление приемной антенны (дБи)			32,20
	Потери на поляризацию (дБ)			–3,00
	Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)		(1347 км)	–169,53
	Принимаемая мощность (дБВт)			–160,64
Пороговый уровень помех альтиметра (дБВт)				–118,00
Запас (дБ)				42,64

#### 4.2.2 Помехи FWA от космического альтиметра

В таблице 8 приведены уровни помех, причиняемых базовой станции и удаленной станции от основного лепестка космического альтиметра. В обоих случаях имеется существенный запас.

ТАБЛИЦА 8  
Помехи FWA от космического альтиметра

Параметр	К надиру	
	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции
Мощность передачи (дБВт)	12,3	
Усиление передающей антенны (дБи)	32,2	
Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)	-169,5 (1347 км)	
Усиление приемной антенны (дБ)	-15,8	-5,7
Потери в фидере FWA (дБ)	-5,0	-10,0
Принимаемая мощность (дБВт)	-145,8	-140,7
Сужение полосы частот (20 МГц/320 МГц) (дБ)	-12,0	
Принимаемая мощность (дБ(Вт/20 МГц))	-157,8	-152,7
Пороговый уровень помех FWA (дБ(Вт/20 МГц))	-128,8	
Запас (дБ)	29,0	23,9

#### 4.2.3 Резюме

Было показано, что совместное использование частот системами космических альтиметров и системами FWA в полосе частот 5250–5350 МГц возможно.

### 4.3 Совместное использование частот рефлектометром и FWA

#### 4.3.1 Помехи рефлектометру от FWA

В таблице 9 приведен анализ помех от FWA рефлектометру 1. Рефлектометр 1 выбран для демонстрации наихудшего случая. Таблица 9 демонстрирует отсутствие неприемлемых помех от FWA.

#### 4.3.2 Помехи FWA от рефлектометра

В таблице 10 приведен анализ помех FWA от рефлектометра. Отрицательное значение запаса означает, что системы FWA могут испытывать краткие периоды высокого уровня помех в течение пролета системы рефлектометра.

ТАБЛИЦА 9  
Помехи рефлектометру 1 от FWA

Параметр			18° от надира (Угол места: 69,7°)		57° от надира (Угол места: 19,7°)		
			Значение	дБ	Значение	дБ	
Мешающая э.и.и.м. от бокового лепестка антенны FWA	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	-7,00	0,2	-7,00	
		Усиление передающей антенны (дБи)		-14,20		-5,94	
		Коэффициент активности	90%	-0,46	90%	-0,46	
		э.и.и.м. (дБВт)		-21,66		-13,40	
	От удаленной станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	-12,00	0,063	-12,00	
		Среднее усиление передающей антенны (дБи)		-4,93		0,64	
		Коэффициент активности	10%	-10,00	10%	-10,00	
э.и.и.м. (дБВт)			-26,96		-21,36		
Общая э.и.и.м. от бокового лепестка (дБВт)				-20,54		-12,76	
Мощность помехи вследствие рассеяния на поверхности Земли	От базовой станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,2	-7,00	0,2	-7,00	
		Коэффициент активности	90%	-0,46	90%	-0,46	
		Мощность передачи (дБВт)		-7,46		-7,46	
	От удаленной станции	Пиковая мощность передачи (Вт)	0,063	-12,00	0,063	-12,00	
		Коэффициент активности	10%	-10,00	10%	-10,00	
		Мощность передачи (дБВт)		-22,00		-22,00	
	Общая мощность передачи (дБВт)				-7,31		-7,31
	Коэффициент рассеяния (дБ)				-18,00		-18,00
Общая э.и.и.м. вследствие рассеяния (дБВт)				-25,31		-25,31	
Общая мешающая э.и.и.м. от ячейки (дБВт)				-19,29		-12,53	
Мощность помех, принимаемая SAR	Усиление приемной антенны (дБи)			31,00		32,50	
	Потери на поляризацию (дБ)			-3,00		-3,00	
	Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)		(825 км)	-165,27	(1745 км)	-171,78	
	Принимаемая мощность (дБВт)			-156,56		-154,81	
	Принимаемая мощность (дБ(Вт/Гц))			-229,57		-227,82	
Пороговый уровень помех рефлектометра (дБ(Вт/Гц))				-207,00		-207,00	
Запас (дБ)				22,57		20,82	

ТАБЛИЦА 10  
Помехи FWA от рефлектометра 1

Параметры	18° от надира (Угол места: 69,7°)		57° от надира (Угол места: 19,7°)	
	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции	Помехи базовой станции	Помехи удаленной станции
Мощность передачи (дБВт)	36,8		36,8	
Усиление передающей антенны (дБи)	31,0		32,5	
Потери при распространении в свободном пространстве (дБ)	-165,3 (825 км)		-171,8 (1745 км)	
Усиление приемной антенны (дБ)	-14,2	-4,9	-5,9	0,6
Потери в фидере FWA (дБ)	-5,0	-10,0	-5,0	-10,0
Принимаемая мощность (дБВт)	-116,7	-112,4	-113,4	-111,9
Пороговый уровень помех FWA (дБВт)	-128,8		-128,8	
Запас (дБ)	-12,1	-16,4	-15,4	-16,9

### 4.3.3 Резюме

Было показано, что совместное использование частот системами рефлексометров и системами FWA возможно. Системы FWA могут испытывать краткие периоды высокого уровня помех от систем рефлексометров в течение отрезков времени их пролета. Эти помехи рассматриваются как приемлемые ввиду невысокой предполагаемой вероятности одновременных помех от рефлектометра и замираний в системах FWA. Однако могут потребоваться дальнейшие исследования для детального рассмотрения влияния помех на системы FWA.

## 5 Заключение

Совместное использование частот системами ССИЗ/СКИ (активными) и системами FWA возможно при условии управления развертыванием систем FWA таким образом, чтобы полная э.и.и.м. помех от систем FWA, поступающая на спутник ССИЗ/СКИ, не превышала – 7,6 дБ(Вт/20 МГц) в зоне обслуживания активного датчика спутника. На системы FWA в периоды пролета спутников в короткие промежутки времени могут воздействовать помехи от активных датчиков ССИЗ/СКИ. Такие помехи считаются приемлемыми в этой полосе частот с учетом предполагаемой невысокой вероятности одновременных помех от активного датчика и замираний в системах FWA.

Необходимо отметить, что данное заключение относится только к совместной работе систем FWA и ССИЗ/СКИ (активных) и не касается возможного повышения совокупных помех ССИЗ/СКИ со стороны мобильных устройств, которые также могут работать в зоне обслуживания ССИЗ/СКИ (активных). Однако исследования показали, что будет затруднено использование систем FWA или других систем беспроводного доступа (включая сети RLAN) одновременно на совпадающих частотах и зонах покрытия. Этот аспект требует дополнительных исследований, однако ожидается, что результаты не повлияют на выводы данной Рекомендации.

## Добавление 1 к Приложению 1

### Помехи активным космическим датчикам, создаваемые боковыми лепестками удаленных станций FWA

В ячейке FWA удаленные станции размещены вокруг базовой станции. Предполагается, что удаленные станции равномерно размещены вокруг базовой станции относительно их углов азимута при наблюдении с удаленной станции. Поскольку основной лепесток антенны удаленной станции направлен на базовую станцию, то угол между основным лепестком удаленной станции и направлением на спутник будет больше угла места, под которым виден спутник ССИЗ\СКИ за счет разноса по азимуту, как показано на рисунке 3.

РИСУНОК 3

Внеосевой угол:  $\theta$  с удаленной станции на спутник ССИЗ\СКИ



1613-03

Внеосевой угол  $\theta$  направления на спутник от удаленной станции рассчитывается из следующего соотношения, полагая, что угол места антенны удаленной станции равен  $0^\circ$ :

$$\cos \theta = \cos \alpha \cdot \cos \beta,$$

где:

$\alpha$ : угол места направления на спутник

$\beta$ : угол азимута между направлениями на спутник и на базовую станцию.

Полагая, что  $\beta$  равномерно распределен между  $0^\circ$  и  $360^\circ$ , среднее усиление в направлении на спутник рассчитывается, как показано в таблице 11.

ТАБЛИЦА 11

**Средний коэффициент усиления антенны удаленной станции  
в направлении на спутник**

Угол места спутника (градусы)	70	30
Средний коэффициент усиления (дБи)	-4,96	-2,34

**Добавление 2  
к Приложению 1**

**Перечень сокращений**

Az	Азимут
BW	Ширина полосы частот
МДОН	Многостанционный доступ с обнаружением несущей
CW	Незатухающая волна
ССИЗ	Спутниковая служба исследования Земли
EI	Угол места
ЧМ	Частотная модуляция
FWA	Фиксированный беспроводный доступ
ЧПИ	Частота повторения импульсов
РЧ	Радиочастота
RLAN	Локальная вычислительная радиосеть
SAR	Радар с синтезированной апертурой
СКИ	Служба космических исследований
МДВР	Многостанционный доступ с временным разделением каналов