

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S.1780\*

**Координация между сетями фиксированной спутниковой службы на геостационарной спутниковой орбите и сетями радиовещательной спутниковой службы в полосе 17,3–17,8 ГГц**

(2007)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации рассматривается вопрос межсистемной координации между сетями радиовещательной спутниковой службы (РСС), обслуживающими Район 2, и сетями фиксированной спутниковой службы (ФСС), обслуживающими Районы 1 и/или 3 во всей полосе частот 17,3–17,8 ГГц или в ее части. Этот вопрос поднимается в связи с введением с 1 апреля 2007 года распределения РСС на первичной основе в Районе 2 и уже существующим распределением на первичной основе ФСС космос-Земля в Районе 1 (17,3–17,8 ГГц) и Районе 3 (17,7–17,8 ГГц). Представительные характеристики систем ФСС и РСС рассматриваются в целях обеспечения технического анализа требований о координации.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что в п. 5.517 Регламента радиосвязи (РР) предусматривается вступление в силу с 1 апреля 2007 года распределения полосы частот 17,3–17,8 ГГц для радиовещательной спутниковой службы (РСС) в Районе 2;
- b) что существует требование об определении потребностей в координации между сетями фиксированной спутниковой службы (ФСС), обслуживающими Районы 1 и/или 3, и сетями РСС, обслуживающими Район 2;
- c) что простые методы определения потребностей в координации сетей ФСС и РСС ускорили бы процесс координации, в соответствии с целями Резолюции 86 (Марракеш, 2002 г.) Полномочной конференции;
- d) что типичные технические характеристики сетей РСС и ФСС можно было бы взять из положений РР, устанавливающих координационную дугу, применяемую между такими сетями;
- e) что в тех случаях, когда координационная дуга применяется для определения потребностей в координации, администрации могут просить, в соответствии с положениями п. 9.41 РР, об их включении в процесс координации для сетей, не подпадающих под установленную координационную дугу, определенную в Приложении 5 к РР;
- f) что в случаях, упомянутых в п. e) раздела *учитывая*, администрациям, направляющим запрос о включении в процесс координации, может потребоваться определенная информация, чтобы помочь им в осуществлении такой координации,

*отмечая,*

- a) что, в соответствии с п. 5.517 РР, начиная с 1 апреля 2007 года использование фиксированной спутниковой службы (космос-Земля) в полосе 17,7–17,8 ГГц не должно требовать защиты и не должно создавать вредных помех действующим системам радиовещательной спутниковой службы,

---

\* Настоящая Рекомендация должна быть доведена до сведения Рабочей группы 6S.

*рекомендует,*

1 чтобы администрации при осуществлении процесса координации в соответствии с положениями п. 9.7 РР между присвоениями, относящимися к сети РСС на ГСО, обслуживающей Район 2 в полосе частот 17,3–17,8 ГГц, и присвоениями, относящимися к сети ФСС на ГСО, обслуживающей Районы 1 и/или 3 в той же полосе частот, принимали во внимание материалы, представленные в Приложении 1, в целях содействия этой координации.

## Приложение 1

### Координация между сетями РСС на ГСО (космос-Земля) в Районе 2 и сетями ФСС на ГСО (космос-Земля) в полосе частот 17,3–17,8 ГГц

Во исполнение Резолюции 901 (ВКР-03), МСЭ-R рассмотрел значение возможной координационной дуги в полосе частот 17,3–17,8 ГГц. Эта полоса частот распределена полностью или частично, в частности, РСС в Районе 2 и ФСС в направлении космос-Земля. Положения п. 5.516В РР распространяются на распределение нисходящей линии связи ФСС в Районе 1.

В настоящем Приложении собраны результаты исследований, посвященных координации в Районе 2 сетей РСС на ГСО с сетями ФСС, зона обслуживания которых ограничена Районом 1 (взаимные исследования проводились также в рамках МСЭ-R, которые позволили сделать выводы, аналогичные выводам, содержащимся в настоящем Приложении). Приведенные в настоящем Приложении результаты являются следствием естественной географической изоляции между земельными массами обоих Районов. Содержащиеся в настоящем Приложении выводы можно распространить на сети ФСС в Районе 3, учитывая географическую изоляцию между Районами 2 и 3.

#### 1 Методология

Методология исследования значения возможной надлежащей координационной дуги опирается на метод, описанный в Приложении 8 к РР в соответствии с положениями Приложения 5 к РР о запросах о координации, предусмотренных в п. 9.7 РР.

Цель исследования заключалась в следующем:

- оценить э.и.и.м., которую может излучать над Районом 1 сеть РСС, не требуя координации с сетью ФСС, в зависимости от орбитального разделения между двумя сетями;
- сравнить полученные в рамках описанного в предыдущем пункте исследования значения с техническими параметрами систем РСС, которые предполагается развернуть в полосе частот 17,3–17,8 ГГц.

#### 1.1 Получение максимального значения излучаемой э.и.и.м., не достигающего уровня, требующего координации

На основе температуры шума и критерия помех рассчитывается плотность помех. Затем рассчитывается плотность э.и.и.м. в Районе на основе этой плотности помех, учитывая только потери в свободном пространстве:

$$\text{э.и.и.м. (плотность)} = 10 \log \left( \frac{T_{ES} \frac{\Delta t}{t} k l_d}{g_{ES}(\theta_t)} \right),$$

где:

- э.и.и.м. (плотность)*: плотность э.и.и.м., излучаемой спутником в направлении Района (дБ(Вт/Гц))
- $T_{ES}$ : температура шума на выходе антенны принимающей системы земной станции (К)
- $\Delta t/t$ : критерий помехи
- $k$ : постоянная Больцмана ( $1,38 \times 10^{-23}$  J/К)
- $l_d$ : потеря в свободном пространстве по нисходящей
- $g_{ES}(\theta_i)$ : усиление антенны принимающей земной станции в направлении создающего помехи спутника
- $\theta_i$ : топоцентрический угол между желаемым и создающим помехи спутниками.

Потеря в свободном пространстве рассчитывалась исходя из расстояния в 38 650 км и частоты 17,3 ГГц. Предполагалось также, что топоцентрический угол на 10% больше, чем геоцентрический угол. Выигрыш от поляризации во внимание не принимался.

## 2 Технические параметры сетей РСС и ФСС

### 2.1 Сети РСС

В настоящем разделе представлены параметры систем РСС (главным образом максимальное значение э.и.и.м. спутника и географическое разделение), предназначенных для развертывания в полосе частот 17,3–17,8 ГГц. Тем самым может быть обеспечено сопоставление этих параметров и параметров, содержащихся в п. 3, которые не требуют координации между сетями РСС и ФСС.

#### 2.1.1 Максимальная плотность э.и.и.м. спутника

В Дополнении 1 указывается, что для одной системы максимальное значение э.и.и.м. спутника будет составлять 57,2 дБВт/25 МГц (т. е. –16,8 дБ(Вт/Гц), если исходить из равномерного распределения мощности), а для второй системы максимальное значение э.и.и.м. спутника будет находиться в пределах от 64,2 дБВт до 68,5 дБВт (ширина полосы ассоциированного канала составляет от 25 МГц до 500 МГц). В отношении этой второй сети еще не вполне ясно, относится ли более высокое значение э.и.и.м. к более широкому каналу: в таком случае плотность э.и.и.м. будет колебаться от –9,8 дБ(Вт/Гц) до –18,5 дБ(Вт/Гц), если исходить из равномерного распределения мощности.

В других исследованиях, проведенных МСЭ-R, использовались следующие максимальные значения э.и.и.м. для РСС:

- для луча общего охвата – пиковое значение э.и.и.м. составляло 58 дБВт/27 МГц (–16,3 дБ(Вт/Гц));
- для точечного луча – максимальное значение э.и.и.м. составляло 70 дБВт/27 МГц (–4,3 дБ(Вт/Гц)).

#### 2.1.2 Географическая изоляция

В Дополнении 2 представлены представительные зоны обслуживания спутника РСС (или огибающие). На основе этих примеров можно отметить, что географическая изоляция между Районом 2 и Районом 1 варьируется от чуть более 10 дБ до целых 35 дБ. Поэтому для целей настоящего исследования оценочные параметры были определены с использованием таких значений географической изоляции, как 10 дБ, 15 дБ и 20 дБ.

## 2.2 Сети ФСС

### 2.2.1 Критерий помех

Этот критерий получен из раздела Приложения 5 к РР, в котором рассматриваются положения п. 9.7 РР, в соответствии с которым обеспечивается координация систем ФСС в полосе частот 17,3–17,8 ГГц:

$$\frac{\Delta T}{T} = 6\%.$$

### 2.2.2 Технические характеристики принимающей земной станции

В настоящем разделе представлены технические характеристики принимающей земной станции ФСС, которые являются представительными с точки зрения систем, которые планируется развернуть в прилегающих полосах частот (а именно 17,7–20,2 ГГц). В качестве исходных были взяты следующие параметры:

- диаметр антенны: 45, 60, 90 и 120 см<sup>1</sup>;
- диаграмма направленности излучения антенны: были рассмотрены четыре варианта диаграмм направленности, а именно Дополнение III Приложения 8, Рекомендация МСЭ-R S.465 (дополненная Приложением 8 в отношении главного луча), Рекомендация МСЭ-R S.580 (дополненная Приложением 8 в отношении главного луча) и Рекомендация МСЭ-R ВО.1213;
- температура шума принимающей системы на выходе антенны земной станции ФСС: 140 К.

### 3 Помехи, создаваемые сетями РСС на ГСО для сетей ФСС на ГСО

В разделе 2.1 представлены некоторые типичные значения плотности э.и.и.м., которые излучались бы сетями РСС над Районом 2. В таблице 1 приводится краткое содержание данных о минимальном орбитальном разделении, необходимом для передачи сигнала с определенной плотностью э.и.и.м., которое не требует координации, в зависимости от диаграмм направленности антенны ФСС.

---

<sup>1</sup> Более широкие антенны могут применяться для шлюзов. Тем не менее, поскольку полоса частот определена для ФСС высокой плотности (см. п. 5.516В РР), то в первую очередь были рассмотрены небольшие антенны.

ТАБЛИЦА 1

## Необходимое орбитальное разделение, не требующее координации с сетями ФСС

		Географическая изоляция								
		10 дБ	10 дБ	10 дБ	15 дБ	15 дБ	15 дБ	20 дБ	20 дБ	20 дБ
		э.и.и.м. спутника РСС над Районом 2								
		-5 дБ (Вт/Гц)	-10 дБ (Вт/Гц)	-15 дБ (Вт/Гц)	-5 дБ (Вт/Гц)	-10 дБ (Вт/Гц)	-15 дБ (Вт/Гц)	-5 дБ (Вт/Гц)	-10 дБ (Вт/Гц)	-15 дБ (Вт/Гц)
Диаграммы направленности антенны ФСС	Приложение 8 РР	19,4°	12,2°	7,7°	12,2°	7,7°	4,8°	7,7°	4,8°	2,7°
	Рекомендация МСЭ-R S.465	11,3°	7,1°	4,5°	7,1°	4,5°	3,4°	4,5°	3,4°	2,6°
	Рекомендация МСЭ-R S.580	8,6°	5,4°	3,4°	5,4°	3,4°	3,4°	3,4°	3,4°	2,6°
	Рекомендация МСЭ-R ВО.1213	8,6°	5,4°	3,4°	5,4°	3,4°	2,8°	3,4°	2,8°	2,3°

#### 1.4 Вывод

В настоящем Приложении показано, что значение координационной дуги в  $\pm 8^\circ$ , как правило, было бы достаточным для начала осуществления координации сетей РСС, обслуживающих Район 2, с сетями ФСС, обслуживаемыми Район 1.

Следует отметить, что предполагается одно и то же значение географической дискриминации между Районами 2 и 3, а также между Районами 2 и 1. Поэтому можно сделать одинаковые выводы в отношении координации между сетями РСС, обслуживаемыми Район 2, и сетями ФСС, обслуживаемыми Район 3.

### Дополнение 1 к Приложению 1

#### Примеры системных параметров незапланированных систем РСС и ассоциированных фидерных связей в полосах частот 17,3–17,8 ГГц и 24,75–25,25 ГГц

В следующей таблице содержатся краткие данные о представительной координационной информации для систем РСС Района 2, которые были представлены на рассмотрение Бюро радиосвязи. Эти системы считаются представительными примерами типов систем, которые могут эксплуатироваться в соответствии с распределениями для РСС в Районе 2.

#### Технические характеристики систем

		Система А	Система В
Орбита		ГСО	ГСО
Позиция		95,0° з. ш.	101,0° з. ш.
Частота	Связь по восходящей	24,75–25,25 ГГц	24,75–25,25 ГГц
	Связь по нисходящей	17,3–17,8 ГГц	17,3–17,8 ГГц
<b>Радиовещание</b>			
Охват		Северная Америка	Северная Америка
Ширина полосы предписанного канала		25 МГц	25–500 МГц
<i>Связь по восходящей</i>			
Усиление приемной антенны спутника		35 дБи	49,4 дБи
Размер передающей антенны земной станции		5,6 м, 3,5 м	5–13 м
Усиление передающей антенны земной станции (максимальное)		61,1 дБи, 57,0 дБи	60,5–68,8 дБи
Температура шума принимающей спутниковой системы		730 К	810 К
Диаграмма направленности передающей антенны земной станции		Пр. 4 А, В, С, Д к РР, параметры $\phi$ : 29, 25, 32, 25, 7°	Рек. МСЭ-R S.465
Поляризация		Левая круговая	Левая круговая
Максимальная мощность, подаваемая на вход передающей антенны земной станции		22,2 дБВт	21,2–29,5 дБВт
<i>Связь по нисходящей</i>			
Усиление передающей антенны спутника		35 дБи	49,4 дБи
Размер принимающей антенны земной станции		0,45–1,4 м	0,45–1,2 м
Усиление принимающей антенны земной станции		36,1–46,0 дБи	36,5–45,0 дБи

	Система А	Система В
<b>Радиовещание (продолжение)</b>		
Поляризация	Правая круговая	Правая круговая
Температура шума принимающей земной станции	170 К	140 К
Диаграмма направленности принимающей антенны земной станции	См. подробную диаграмму направленности после этой таблицы	Рек. МСЭ-R S.465
Максимальная мощность, подаваемая на вход передающей антенны спутника	22,2 дБВт	14,8–19,1 дБВт
$E_b/N_0$	6,5 дБ	Нет сведений
Пороговый уровень $C/N$	6,6 дБ	Нет сведений
Требуемое значение $C/N$ (при ясном небе)	9,0 дБ	По восходящей 17,4 дБ, по нисходящей 6–17,6 дБ
<b>Только Система А</b>		
<b>Прямая связь</b>		
Охват	Видимая часть Земли	
Ширина полосы канала	25 МГц	
<i>Связь по восходящей</i>		
Усиление принимающей антенны спутника	44,5 дБи	
Размер передающей антенны земной станции	5,6 м, 3,5 м	
Усиление передающей антенны земной станции (максимальное)	61,1 дБи, 57,0 дБи	
Температура шума принимающей спутниковой системы	730 К	
Диаграмма направленности передающей антенны земной станции	Пр. 4 А, В, С, Д к РР параметры $\varphi$ : 29°, 25°, 32°, 25°, 7°	
Поляризация	Левая круговая	
Максимальная мощность, подаваемая на вход передающей антенны земной станции	18,0 дБВт	
<i>Связь по нисходящей</i>		
Усиление передающей антенны спутника	44,5 дБи	
Размер принимающей антенны земной станции	0,45–1,4 м	
Усиление принимающей антенны земной станции	36,1–46,0 дБи	
Поляризация	Правая круговая	
Температура шума принимающей земной станции	170 К	
Диаграмма направленности принимающей антенны земной станции	См. подробную диаграмму направленности после этой таблицы	
Максимальная мощность, подаваемая на вход передающей антенны спутника	21,0 дБВт	
$E_b/N_0$	6,5 дБ	
Пороговый уровень $C/N$	6,6 дБ	
Требуемое значение $C/N$ (при ясном небе)	11,0 дБ	
<b>Обратная связь</b>		
Охват	Видимая часть Земли	
Ширина полосы канала	55 МГц, 113 МГц	

	Система А	Система В
<b>Обратная связь (продолжение)</b>		
<i>Связь по восходящей</i>		
Усиление принимающей антенны спутника	44,5 дБи	
Размер передающей антенны земной станции	0,45–1,4 м	
Усиление передающей антенны земной станции (максимальное)	39,2–49,1 дБи	
Температура шума принимающей спутниковой системы	730 К	
Диаграмма направленности передающей антенны земной станции	Рек. МСЭ-R S.465	
Поляризация по восходящей	Левая круговая, правая круговая	
Максимальная мощность, подаваемая на вход передающей антенны земной станции	36,4 дБВт, 39,7 МГц	
<i>Связь по нисходящей</i>		
Усиление передающей антенны спутника	44,5 дБи	
Размер принимающей антенны земной станции	5,6 м, 3,5 м	
Усиление принимающей антенны земной станции	58,0 дБи, 54 дБи	
Поляризация по нисходящей	Правая круговая, левая круговая	
Температура шума принимающей земной станции	185 К	
Диаграмма направленности принимающей антенны земной станции	Пр. 4 А, В, С, D к РР параметры $\varphi$ : 29°, 25°, 32°, 25°, 7°	
Максимальная мощность, подаваемая на вход передающей антенны спутника	21,2 дБВт	
$E_b/N_0$	6,5 дБ	
Пороговый уровень $C/N$	6,6 дБ	
Требуемое значение $C/N$ (при ясном небе)	10,0 дБ	

Диаграмма направленности принимающей антенны земной станции Системы А

Диаграмма направленности принимающей антенны земной станции:

$$G_{co}(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left( \frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 \quad \text{при } 0 \leq \varphi < \varphi_m, \quad \text{где } \varphi_m = \frac{\lambda}{D} \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0,0025}}$$

$$G_{co}(\varphi) = G_1 = 29 - 25 \log_{10} \varphi, \quad \text{при } \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r, \quad \text{где } \varphi_r = 95 \frac{\lambda}{D}$$

$$G_{co}(\varphi) = 29 - 25 \log_{10} \varphi \quad \text{при } \varphi_r \leq \varphi < 7^\circ$$

$$G_{co}(\varphi) = 7,9 \text{ дБи} \quad \text{при } 7^\circ \leq \varphi < 9,2^\circ$$

$$G_{co}(\varphi) = 32 - 25 \log_{10} \varphi \quad \text{при } 9,2^\circ \leq \varphi < 48^\circ$$

$$G_{co}(\varphi) = -10 \text{ дБи} \quad \text{при } 48^\circ \leq \varphi < 180^\circ,$$

где:

- $G_{co}$ : усиление в плоскости основной поляризации (дБи)
- $G_{max}$ : максимальное изотропное усиление антенны (дБи)
- $\varphi$ : угол отклонения от оси антенны относительно электрической оси (в градусах)
- $D$ : диаметр антенны (м)
- $\lambda$ : длина волны (м).

Дополнение 2  
к Приложению 1

Примеры диаграмм направленности спутниковой антенны РСС



