

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1827

**Технические и эксплуатационные требования к станциям воздушной подвижной (R) службы (ВП(R)С), ограниченной наземным применением в аэропортах, и к станциям воздушной подвижной службы (ВПС), ограниченной применениями воздушной безопасности (ВБ), в полосе частот 5091–5150 МГц**

(2007)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации приводятся технические и эксплуатационные требования к станциям воздушной подвижной (R) службы (ВП(R)С), ограниченной наземными применениями в аэропортах, и воздушной подвижной службы, ограниченной применениями<sup>1</sup> воздушной безопасности (ВБ), в полосе 5091–5150 МГц, которые должны использоваться администрациями в качестве технического руководства при определении требований соответствия станций с целью применения их на всемирной основе.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что воздушные станции будут работать во всем мире на национальной, региональной и международной основе;
- b) что перемещение воздушных станций обычно осуществляется в соответствии с рядом национальных и международных правил и норм, включая удовлетворительное соблюдение взаимно согласованных технических стандартов и эксплуатационных требований ИКАО;
- c) что существует необходимость определения технических и эксплуатационных требований для проведения проверки станций воздушных судов на соответствие;
- d) что определение технических и эксплуатационных требований к воздушным станциям обеспечит общую техническую основу для содействия проведению проверки станций воздушных судов на соответствие различными национальными, региональными и международными органами и разработки мероприятий по взаимному признанию соответствия воздушных станций;
- e) что технические и эксплуатационные требования должны быть направлены на обеспечение приемлемого баланса между сложностью оборудования радиосвязи и необходимостью эффективного использования спектра радиочастот,

*учитывая также,*

- a) что существует требование полной защиты всех первичных служб в полосе 5091–5150 МГц;
- b) что результаты исследований, проведенных в соответствии с Резолюцией 414 (Пересм. ВКР-03), показали возможность использования полосы 5091–5150 МГц ВП(R)С, ограниченной наземным применением в аэропортах, и ВПС, ограниченной применениями ВБ, на первичной основе при определенных условиях;

---

<sup>1</sup> *Терминология:* Станция ВБ работает в ВПС и является новой системой, ограниченной безопасной и конфиденциальной радиосвязью между воздушным судном и землей, предназначенной для систем, используемых в связи с созданием препятствий для эксплуатации воздушного судна, которые не были разрешены соответствующими органами.

с) что определение МСЭ-R технических и эксплуатационных требований к воздушным станциям, работающим в полосе 5091–5150 МГц, должно предотвратить создание недопустимых помех другим службам;

д) что следует постоянно и точно измерять и контролировать технические и эксплуатационные характеристики,

*признавая,*

а) что полоса 5000–5250 МГц распределена воздушной радионавигационной службе на первичной основе;

б) что полоса 5030–5150 МГц должна использоваться для работы международной стандартной микроволновой системы посадки (MLS) для точного захода и посадки самолетов (потребности в отношении данной системы должны иметь приоритет перед другими видами использования этой полосы, в соответствии с п. 5.444 Регламента радиосвязи (РР)),

*рекомендует,*

1 администрациям использовать в качестве руководства для обеспечения совместимости с ФСС<sup>2</sup> приведенные в Приложениях 1 и 2 технические и эксплуатационные требования к станциям ВП(Р)С, ограниченным наземным применением в аэропортах в полосе 5091–5150 МГц, или к станциям ВПС, ограниченным применениями ВВ в полосе 5091–5150 МГц.

## Приложение 1

### Основные требования, касающиеся совместимости с сетями ФСС в полосе 5091–5150 МГц

В целях осуществления приведенного ниже анализа в таблицу 1 сведены предполагаемые характеристики приемника ФСС.

ТАБЛИЦА 1

#### Значения параметров

Параметр	HIBLEO-4 FL
Шумовая температура спутникового приемника $T$ (К)	550
Эффективная площадь антенны на частоте 5120 МГц (дБм <sup>2</sup> )	-35,6
Поляризационная развязка $L_p$ (дБ)	1
Потери в фидере $L_{feed}$ (дБ)	2,9
Ширина полосы спутникового приемника $B$ (МГц)	1,23
Коэффициент усиления антенны спутникового приемника $G_r$ (дБи)	4

<sup>2</sup> Ввиду того, что другие пределы могут также быть приемлемыми и что настоящая Рекомендация охватывает не все основные требования, необходимо проведение дополнительного исследования.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Соответствие плотностям потока мощности, определенным ниже, получено в условиях распространения в свободном пространстве.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Маска э.и.и.м. может быть получена, исходя из значения п.п.м. путем применения метода, приведенного в Приложении 2 к настоящей Рекомендации. Может быть также рассмотрено упрощение результирующей э.и.и.м.

**I** С тем чтобы в полосе 5091–5150 МГц отношение  $\Delta T_s/T_s$  не превышало 2%, которые допустимы для ВП(Р)С и ВБ, станции ВП(Р)С и станции ВБ не должны одновременно работать на совпадающей частоте (в пределах охвата одного НГСО спутника). Практические меры для обеспечения этого требования должны быть разработаны с учетом того, что различные администрации могут эксплуатировать станции ВП(Р)С и/или ВБ в пределах одной зоны покрытия ФСС.

## **II** Дополнительные требования к ВП(Р)С

Представленные ниже требования представляют собой технические руководящие принципы, которые должны использоваться администрациями при определении требований соответствия к станциям воздушных судов с целью применения их на всемирной основе. Другие пределы могут быть также допустимы, однако требуется дополнительное исследование.

Плотность потока мощности, определенная в этом разделе, основана на том, чтобы увеличение шумовой температуры спутника ФСС (т. е.  $\Delta T_s/T_s$ ) из-за работы ВП(Р)С не превышало 2% (т. е. –17 дБ). Данная методика предполагает, что на одной частоте в пределах видимости спутника ФСС одновременно работают  $250^3$  передатчиков ВП(Р)С.

### **Расчет предела п.п.м. исходя из критерия защиты ФСС ( $\Delta T_s/T_s = 2\%$ ) и наличия 250 передатчиков ВП(Р)С**

Если предположить, что в таблице 1 представлены характеристики ФСС, то максимальный уровень допустимых суммарных помех на входе приемника, составляет  $I_{Agg-Rec}$ :

$$I_{Agg-Rec} = KTB - 17 \text{ дБ} = -157,3 \text{ дБ(Вт/1,23 МГц)},$$

где:

$K$ : постоянная Больцмана ( $1,38 \times 10^{-23}$ )

$T$ : шумовая температура приемника

$B$ : ширина полосы приемника.

Поэтому максимальный уровень п.п.м., создаваемый на одним передатчиком ВП(Р)С на входе антенны спутникового приемника, составляет:

$$\begin{aligned} pfd_{Max} &= I_{Agg-Rec} - Gr + L_{Feed} + L_P - 10 \log_{10}(250) + 10 \log\left(\frac{4\pi}{\lambda^2}\right) \\ &= -157,3 - 4 + 2,9 + 1 - 23,97 + 35,6 \\ &= -145,77 \text{ дБВт/(м}^2 \times 1,23 \text{ МГц)} \end{aligned}$$

где:

$Gr$ : коэффициент усиления антенны ФСС

250: максимальное число станций ВП(Р)С, ведущих одновременную передачу в пределах ширины полосы приемника ФСС.

<sup>3</sup> Исходя из предположения, что имеется 500 аэропортов, а коэффициент заполнения равен 50%.

### III Дополнительные требования по ВБ

Представленные ниже требования представляют собой технические руководящие принципы, которые должны использоваться администрациями при определении требований соответствия к станциям воздушных судов с целью применения их на всемирной основе. Другие пределы могут быть также допустимы, однако требуется дальнейшее исследование.

Плотность потока мощности, определенная в этом разделе, основана на том, чтобы увеличение шумовой температуры спутника ФСС (т. е.  $\Delta T_s/T_s$ ) из-за работы ВБ не превышало 2% (т. е. -17 дБ). Данная методика предполагает, что на одной частоте в пределах видимости спутника ФСС одновременно работают 70 передатчиков ВБ.

#### Расчет предела п.п.м. исходя из критерия защиты ФСС ( $\Delta T_s/T_s = 2\%$ ) и наличия 70 передатчиков ВБ

Если предположить, что в таблице 1 представлены характеристики ФСС, то максимальный уровень допустимых суммарных помех на входе приемника, составляет  $I_{Agg-Rec}$ :

$$I_{Agg-Rec} = KTB - 17 \text{ дБ} = -157,3 \text{ дБ(Вт/1,23 МГц)},$$

где:

- $K$ : постоянная Больцмана ( $1,38 \times 10^{-23}$ )
- $T$ : шумовая температура приемника
- $B$ : ширина полосы приемника.

Поэтому максимальный уровень п.п.м., создаваемый на одним передатчиком ВБ на входе антенны спутникового приемника, составляет:

$$\begin{aligned} pfd_{Max} &= I_{Agg-Rec} - Gr + L_{Feed} + L_P - 10 \log_{10}(70) + 10 \log\left(\frac{4\pi}{\lambda^2}\right) \\ &= -157,3 - 4 + 2,9 + 1 - 18,45 + 35,6 \\ &= -140,25 \text{ дБВт/(м}^2 \times 1,23 \text{ МГц)} \end{aligned}$$

где:

- $Gr$ : коэффициент усиления антенны ФСС
- 70: максимальное число станций ВБ, ведущих одновременную передачу в пределах ширины полосы приемника ФСС.

## Приложение 2

### Получение маски э.и.и.м. для верхнего полушария исходя из предела п.п.м.

При испытании оборудования ВП(R)С или ВБ для определения его соответствия заданному пределу п.п.м., например, приведенному в Приложении 1, может оказаться полезным определение эквивалентной маски э.и.и.м., которую можно применять для целей испытаний.

Предел п.п.м. может использоваться для математического определения маски э.и.и.м. в верхнем полушарии (т. е. э.и.и.м.  $(\theta, H)$ , где  $\theta$  – угол выше местной горизонтальной плоскости и  $H$  – высота полета воздушного судна). Это преобразование осуществляется в два этапа. Сначала  $\theta$  преобразуется в эквивалентный угол ниже горизонтальной плоскости на спутнике  $\gamma$ . Затем определяется длина трассы распространения сигнала для угла выше горизонтальной плоскости  $\theta$ , которая используется для расчета потерь распространения для данной трассы и результирующей э.и.и.м.

*Этап 1:* Расчет угла ниже горизонтальной плоскости на спутнике в градусах  $\gamma$ , исходя из  $\theta$  и  $H$ :

$$\gamma = \arccos \left( (R_e + H) \times \cos \left( \frac{\theta}{R_e + H_{Sat}} \right) \right),$$

где:

- $\theta$ : угол над горизонтом на станции ВБ
- $R_e$ : радиус Земли (6378 км)
- $H$ : высота полета воздушного судна (км)
- $H_{sat}$ : высота спутника ФСС (км)
- $\gamma$ : угол ниже горизонтальной плоскости на спутнике.

*Этап 2:* Расчет значения э.и.и.м. (е.и.г.р.) на основе определенного предела п.п.м.:

$$d = \left( (R_e + H)^2 + (R_e + H_{sat})^2 - 2(R_e + H)(R_e + H_{sat}) \cos(\gamma - \theta) \right)^{1/2}$$

$$\text{е.и.г.р.}(\theta, H) = \text{pfd} + 10 \log_{10}(4 \pi d^2) + 60,$$

где:

- $d$ : расстояние между станцией ВБ и рассматриваемой точкой на поверхности Земли (км)
- $\text{pfd}$ : предел п.п.м. (дБ(Вт/(м<sup>2</sup> · МГц)))
- $\text{е.и.г.р.}$ : (дБ(Вт/ МГц)).

График на рисунке 1 показывает данную функцию для высоты полета воздушного судна, равной 12 км, на основе предела п.п.м., приведенного в Приложении 1, Приложении 1 к Части III, и предполагаемой высоты нахождения спутника  $H_{sat}$ , составляющей 1414 км.

РИСУНОК 1

Максимальная э.и.и.м. в зависимости от угла выше горизонтальной плоскости

