

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R F.1570-2
(04/2010)

Влияние передачи на линии вверх в фиксированной службе с использованием станций на высотных платформах на спутниковую службу исследования Земли (пассивную) в полосе частот 31,3–31,8 ГГц

**Серия F
Фиксированная 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 Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/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
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 МСЭ-R.

Электронная публикация
Женева, 2010 г.

© ITU 2010

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.1570-2*

Влияние передачи на линии вверх в фиксированной службе с использованием станций на высотных платформах на спутниковую службу исследования Земли (пассивную) в полосе частот 31,3–31,8 ГГц

(2002-2003-2010)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлены руководящие указания относительно метода оценки помех, создаваемых линиями вверх станций на высотных платформах (HAPS) спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) (пассивной) в полосе частот 31,3–31,8 ГГц. В Приложении 1 приведены соображения, касающиеся предела нежелательных излучений передатчика на входе антенны наземной станции HAPS с использованием типовых параметров системы HAPS в полосе 31–31,3 ГГц, указанных в Рекомендации МСЭ-R F.1569.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- а) что разрабатываются новые технологии, в которых используются станции на высотных платформах (HAPS) в стратосфере;
- б) что полоса 31,3–31,8 ГГц распределена радиоастрономической службе, спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) (пассивной) и службе космических исследований (пассивной) и что необходимо надлежащим образом защищать эти службы от нежелательных излучений наземных станций HAPS, работающих в полосе 31–31,3 ГГц, учитывая критерии помех, установленные в соответствующих Рекомендациях МСЭ-R,

признавая,

- а) что полосы 27,9–28,2 ГГц и 31–31,3 ГГц в определенных странах могут также использоваться для HAPS в фиксированной службе при условии, что не будут создаваться помехи и обеспечиваться защита от них,

рекомендует,

- 1** что для определения параметров, относящихся к ССИЗ (пассивной), в целях оценки помех, создаваемых линиями вверх HAPS (направление земля-дирижабль) для ССИЗ (пассивной) в полосе 31,3–31,8 ГГц, следует использовать раздел 1 Приложения 1;
- 2** что для определения типовых параметров, относящихся к системам HAPS, в целях оценки воздействия системы HAPS на ССИЗ (пассивную) в полосе 31 ГГц следует использовать Рекомендацию МСЭ-R F.1569;
- 3** что для получения метода оценки помех, создаваемых линиями вверх HAPS для ССИЗ (пассивной) в полосе 31,3–31,8 ГГц, следует использовать раздел 2 Приложения 1.

* Настоящую Рекомендацию следует довести до сведения 7-й Исследовательской комиссии по радиосвязи.

Приложение 1

Влияние передачи на линии вверх в ФС с использованием HAPS на ССИЗ (пассивную) в полосе 31,3–31,8 ГГц

1 Параметры ССИЗ (пассивной) и системы HAPS

В таблице 1 приведены параметры, которые использовались в настоящем исследовании для оценки помех. Параметры, относящиеся к ССИЗ (пассивной), соответствуют пессимистическому сценарию, который в будущем может использоваться в качестве наихудшего случая. Основой параметров, относящихся к системе HAPS, является Рекомендация МСЭ-R F.1569, в которой предполагается, что при типовой эксплуатации HAPS учитывается совместное использование частот с другими службами.

ТАБЛИЦА 1

Параметры ССИЗ (пассивной) и системы HAPS, которые использовались в настоящем исследовании

ССИЗ (пассивная)	
Высота спутника исследования Земли (СИЗ)	300 км
Усиление антенны датчика	50 дБи
Диаграмма направленности антенны датчика	Рекомендация МСЭ-R S.672
Требования к защите датчика (по Рекомендации МСЭ-R RS.1029)	-183 дБ(Вт/МГц)
Угол наклона антенны датчика	0°
Система HAPS	
Высота дирижабля HAPS	20 км ⁽¹⁾
Усиление антенны наземной станции HAPS	35 дБи
Готовность системы HAPS	99,4% ⁽²⁾
Минимальный угол места наземной станции HAPS	20° ⁽³⁾
Число земных станций HAPS, одновременно осуществляющих передачу	1 468 ⁽⁴⁾
Расчетное число HAPS	1 ⁽⁵⁾
Диаграмма направленности антенны наземной станции HAPS	Рекомендация МСЭ-R F.1245
Интенсивность дождя при готовности системы	Средняя ⁽⁶⁾
Требуемое значение E_b/N_0 при BER = 1×10^{-6}	5,5 дБ ⁽⁷⁾
Запас системы HAPS ⁽⁸⁾	3 дБ

Примечания к таблице 1:

- (1) При том что в РР верхняя граница высоты HAPS определена равной 50 км, более реалистичным в свете настоящей технологии будет развертывание системы HAPS на высоте ниже 25 км (см. раздел 3 Рекомендации МСЭ-R F.1569). Несмотря на то что для проектирования бюджета линии для линии вверх HAPS в настоящем исследовании использовалась высота HAPS 20 км, этот бюджет линии сохраняется для высоты HAPS 25 км без увеличения выходной мощности наземной станции HAPS (см. раздел 3 Рекомендации МСЭ-R F.1569).
- (2) Метод автоматической регулировки мощности передатчика (АТРС) может обеспечить возможность увеличения значения готовности без повышения уровня помех для ССИЗ (пассивной). Как показано в разделе 8 Рекомендации МСЭ-R F.1569, при применении АТРС в диапазоне 12,2 дБ может быть достигнуто значение готовности, равное 99,8%.
- (3) В настоящем исследовании в качестве типового значения минимального рабочего угла места используется значение 20°. Определение минимального рабочего угла места системы HAPS необходимо для проведения дальнейших исследований с учетом совместного использования частот с другими службами на равной первичной основе, введения ряда методов ослабления влияния помех (например, АТРС) и т. д. (см. разделы 4 и 7 Рекомендации МСЭ-R F.1569).
- (4) Число наземных станций HAPS в области, покрываемой одной HAPS, ограничивается величиной 1468 (см. раздел 10 Рекомендации МСЭ-R F.1569), принимая в качестве исходного условия, что доступной полосой частот является полоса 300 МГц, коэффициент повторного использования частоты составляет 4, ширина полосы сигнала – 20 МГц, и число сфокусированных лучей – 367.
- (5) Основные помехи поступают от наземных станций HAPS в ограниченной области вблизи направления главного луча пассивного датчика. Таким образом, оценка помех от наземных станций HAPS, ограничиваемая одной HAPS, даст примерно те же результаты, что и оценка помех с применением модели, в которую включены несколько дирижаблей HAPS.
- (6) В данном исследовании для составления бюджета линии использовалась интенсивность дождя в Токио (климатическая зона М по Рекомендации МСЭ-R P.837) в качестве образца области умеренных дождевых осадков. В случае условий высокой интенсивности дождевых осадков (например, климатическая зона Р по Рекомендации МСЭ-R P.837) потребуются введение АТРС (см. раздел 8 Рекомендации МСЭ-R F.1569).
- (7) В данной системе связи обязательным является применение метода кодирования. Следовательно, корректно использовать значение требуемого E_b/N_0 , составляющее около 5 дБ при BER = 1×10^{-6} .
- (8) Необходима дальнейшая работа для определения распределения помех, причиняемых ССИЗ, между HAPS в ФС и другими системами ФС.

Зона обслуживания, освещаемая сфокусированным лучом, рассматривается как ячейка сети HAPS. В данном исследовании принят коэффициент повторного использования частоты, равный 4, то есть полоса частот 300 МГц (31–31,3 ГГц), доступная для линии вверх HAPS, разделена на четыре равные части, и подполоса 75 МГц многократно используется для передачи на линии вверх в каждой из четырех ячеек. В исследовании в качестве исходного условия принято, что в наземной станции HAPS реализован метод автоматической регулировки мощности передатчика (АТРС). Уровень нежелательных излучений от станции HAPS, который использовался в настоящем исследовании, составляет –105 дБ(Вт/МГц).

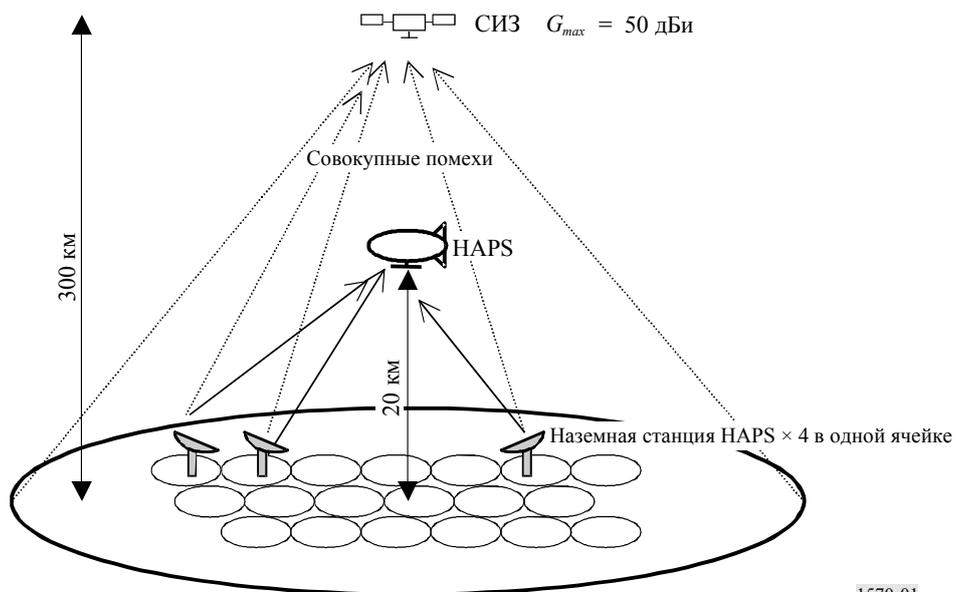
2 Процедура оценки помех

Геометрия модели оценки воздействия, которая использовалась в настоящем исследовании, показана на рисунках 1 (полный вид) и 2 (вид сверху). Число наземных станций HAPS, которым разрешено вести одновременную передачу сигналов, ограничено вследствие ограничения доступной ширины полосы частот. Как указано в разделе 1, доступная ширина полосы частот составляет 75 МГц в одном сфокусированном луче (= ячейке). Поскольку в качестве исходного условия было принято, что ширина полосы сигнала является равной 20 МГц на несущую, число наземных станций HAPS, которым разрешено вести одновременную передачу сигналов, составляет 3,75 на одну ячейку. Учитывая это ограничение полосы частот, рассчитывается воздействие от четырех наземных станций HAPS, расположенных в центре каждого сфокусированного луча. В этом случае суммируются совокупные помехи от $4 \times 367 = 1468$ наземных станций HAPS. В центре каждой ячейки

расположены (с интервалом 5,5 км) четыре наземные станции HAPS. Исходно принято, что все антенны наземной станции HAPS наведены на дирижабль HAPS, который находится на высоте 20 км, а диаграмма направленности антенны земной станции HAPS рассчитана согласно Рекомендации МСЭ-R F.1245. Принято также, что пассивный датчик наведен в направлении надира, а диаграмма направленности антенны пассивного датчика рассчитана согласно Рекомендации МСЭ-R S.672. Для рассмотрения худшего случая помех дирижабль HAPS и пассивный датчик размещены непосредственно над наземной станцией HAPS, которая находится в центре ячейки в надире, как показано на рисунке 2. Для оценки воздействия используется уровень нежелательных излучений, составляющий -105 дБ(Вт/МГц) в условиях ясного неба. Хотя уровень нежелательных излучений в условиях дождя повышается на величину до 6 дБ, возросшая мощность нежелательных излучений частично ослабляется на трассе под действием дождя. Потери при распространении между наземной станцией HAPS и пассивным датчиком рассчитываются согласно распространению в свободном пространстве.

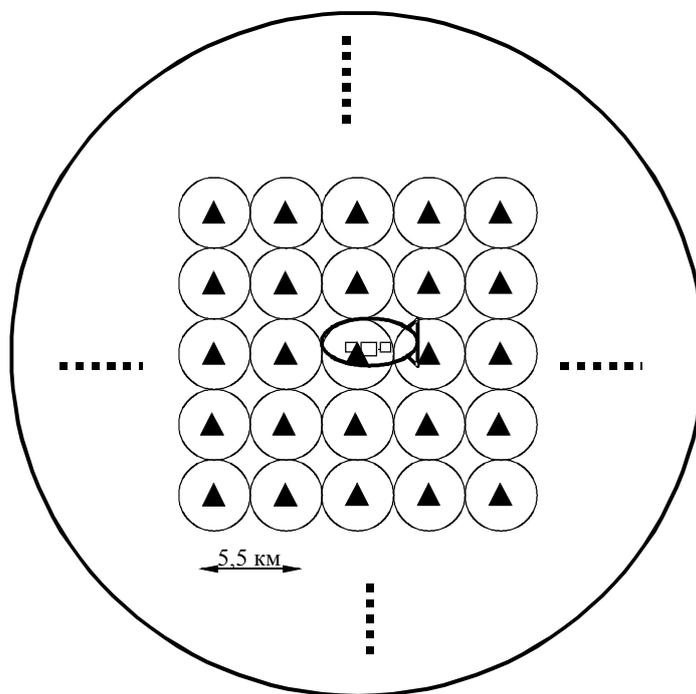
РИСУНОК 1

Геометрия модели оценки воздействия (полный вид)



1570-01

РИСУНОК 2
Геометрия модели оценки воздействия (вид сверху)



▲ Наземная станция HAPS × 4

1570-02

Совокупные помехи I рассчитываются с помощью уравнения (1).

$$I = 10 \log \left(4 \sum_{i=1}^{367} \left(P \cdot Gt_i \cdot (4\pi d_i / \lambda)^2 \cdot Gr_i \right) \right) \quad \text{дБ(Вт/МГц)}, \quad (1)$$

где:

- P : уровень нежелательных излучений: $1 \times 10^{-10,5}$ Вт/МГц (= -105 дБ(Вт/МГц));
- Gt_i : усиление передающей антенны i -той наземной станции HAPS для спутника ССИЗ, рассчитанное согласно Рекомендации МСЭ-R F.1245 (дБи) (максимальное усиление = $10^{3,5}$ (= 35 дБи));
- d_i : расстояние между i -той наземной станцией HAPS и пассивным датчиком (м);
- λ : длина волны сигнала несущей (м): в настоящем исследовании частота составляла 31,28 ГГц;
- Gr_i : усиление приемной антенны пассивного датчика для i -той земной станции HAPS, рассчитанное согласно Рекомендации МСЭ-R S.672 (дБи) (максимальное усиление = 10^5 (= 50 дБи)).

Критерий защиты ССИЗ (пассивной) определен в Рекомендации МСЭ-R RS.1029, в которой указано, что пороговый уровень -183 дБ(Вт/МГц) не должен превышать в течение более чем 0,01% времени.

3 Результат исследования

В описанных выше условиях совокупные помехи от 4×367 наземных станций HAPS пассивному датчику составляют $-185,9$ дБ(Вт/МГц), что на $2,9$ дБ ниже критерия защиты ССИЗ (пассивной) в полосе $31-31,3$ ГГц. Совокупные помехи от наземных станций HAPS в области, покрываемой другой HAPS, пренебрежимо малы (на 30 дБ меньше значения $-185,9$ дБ(Вт/МГц)). Таким образом, совокупные помехи от наземных станций HAPS, охватываемых дирижаблем 200 HAPS, не превышают критерия защиты ССИЗ (пассивной).

Требуемая защитная полоса составляет 10 МГц при ширине полосы фильтра ПЧ $20,2$ МГц (-3 дБ). Величина этой защитной полосы зависит от ширины полосы сигнала и характеристик ослабления полосового фильтра ПЧ.
