

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1748\*

**Защита радиоастрономической службы в полосе частот 1400–1427 МГц от нежелательных излучений фидерных линий ПСС, которые могут работать в полосах частот 1390–1392 МГц (Земля-космос) и 1430–1432 МГц (космос-Земля)**

(2006)

**Сфера применения**

В данной Рекомендации представлены значения эффективной плотности потока мощности (э.п.п.м.) для защиты радиоастрономических станций, работающих в полосе частот 1400–1427 МГц, от фидерных линий ПСС (космос-Земля), которые могут работать в полосе частот 1430–1432 МГц. Также представлена методика определения территориального разнеса между радиоастрономическими станциями, работающими в полосе частот 1330–1427 МГц, и фидерными линиями ПСС (Земля-космос), которые могут работать в полосе частот 1390–1392 МГц.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- а) что ВКР-03 распределила полосы частот 1390–1392 МГц и 1430–1432 МГц предварительно на вторичной основе для фиксированной спутниковой службы (ФСС) для фидерных линий для негеостационарных подвижных спутниковых систем (ПСС), которые работают на частоте ниже 1 ГГц в направлениях Земля-космос и космос-Земля, соответственно (см. п. 5.339А Регламента радиосвязи (РР)), и что применяется Резолюция 745 (ВКР-03);
- б) что Резолюция 745 (ВКР-03) предусматривает изучения, включая измерение излучений от оборудования, которое будет применяться в операционных системах, для подтверждения того, что эти системы соответствуют всем требованиям для защиты пассивных служб в полосе частот 1400–1427 МГц от нежелательного излучения фидерных линий ПСС;
- с) что полоса частот 1400–1427 МГц распределена для спутниковой службы исследования Земли (ССИЗ) (пассивной), радиоастрономической службы и службы комических исследований (пассивной) на первичной основе во всех Районах и что к данной полосе частот применяется п. 5.340 РР;
- д) что полоса частот 1400–1427 МГц широко используется радиоастрономами во всем мире для исследований нейтральной спектральной линии водорода, а также для исследований непрерывного спектра;
- е) что пороговые уровни для пагубных помех в радиоастрономических наблюдениях приведены в таблицах 1 и 2 Приложения 1 к Рекомендации МСЭ-R RA.769;
- ф) что в Рекомендации МСЭ-R RA.1513 представлен критерий рекомендуемых уровней потери данных для радиоастрономической службы в каждой сети и что как линия вверх, так и линия вниз, связанные с сетью, могут оказывать влияние на потерю данных для радиоастрономической службы в полосе частот 1400–1427 МГц;

---

\* Настоящая Рекомендация была подготовлена при совместной работе 7-й и 8-й Исследовательских комиссий по радиосвязи, и последующие исправления также будут производиться совместно.

g) что потери данных при передаче от земных станций, работающих в полосе частот 1390–1392 МГц, к радиоастрономической службе, которая работает в полосе частот 1400–1427 МГц, могут быть сведены к минимуму при использовании относительно небольших территориальных разносов, порядка 100 км или меньше;

h) что в Рекомендации МСЭ-R RA.1631 описана диаграмма направленности радиоастрономической антенны, которая должна использоваться при исследовании совместимости, включая группировки спутников, в Рекомендации МСЭ-R М.1184 представлены технические характеристики подвижных спутниковых систем в полосах частот ниже 3 ГГц для использования их при разработке критерия совместного использования частот для ПСС и других служб и в Рекомендации МСЭ-R М.1583 описана методология, которая должна использоваться при расчете помех между негеостационарной подвижной спутниковой службой или системами радионавигационной спутниковой службы и радиоастрономическими площадками,

*отмечая,*

a) что для характерных комбинаций скоростей передачи данных и технологий модуляции возможно снизить нежелательное излучение в полосе частот 1400–1427 МГц до уровней помех, пагубных для радиоастрономической службы, представленных в Рекомендации МСЭ-R RA.769, без использования специального фильтра после усилителя при применении методов обработки основной полосы частот;

b) что когда одного процесса обработки основной полосы частот, описанного в пункте а) раздела *отмечая*, недостаточно для обеспечения требуемых уровней защиты от нежелательного излучения, дополнительно может применяться дополнительный фильтр после усилителя;

c) что полоса частот 1330–1400 МГц, которая используется для наблюдения за смещением красной спектральной линии нейтрального водорода, также включена в п. 5.149 РР,

*рекомендует,*

1 чтобы нежелательное излучение фидерных линий НГСО ПСС (космос-Земля) отдельной сети, которые могут работать в полосе частот 1430–1432 МГц, было меньше чем:

- э.п.п.м.  $-259$  дБ(Вт/м<sup>2</sup>) в любой полосе шириной 20 кГц полосы частот 1400–1427 МГц для более чем 98% интеграционных периодов продолжительностью 2000 секунд для исследований спектральной линии; и
- э.п.п.м.  $-243$  дБ(Вт/м<sup>2</sup>) во всей полосе частот 1400–1427 МГц для более чем 98% интеграционных периодов продолжительностью 2000 секунд для исследований непрерывного спектра (широкополосного);

2 чтобы методика, описанная в Рекомендации МСЭ-R М.1583, использовалась для определения предела п.п.м. для спутника через пределы э.п.п.м, которые для сетей ПСС указаны в пункте 1 раздела *рекомендует*, выше;

3 чтобы земные станции, которые могут работать в полосе частот 1390–1392 МГц, в связке с данной сетью НГСО ПСС были отделены от радиоастрономических станций, осуществляющих наблюдения в полосе частот 1400–1427 МГц, таким образом суммарные потери при передаче данных на линии вверх и на линии вниз не превышали 2%;

4 чтобы методика, описанная в Приложении 2, использовалась для определения территориального разноса между радиоастрономической станцией и земной станцией фидерных линий ПСС по принципу рассмотрения конкретной ситуации.

## Приложение 1

### Пример расчета п.п.м. для спутника, необходимой для соблюдения пределов э.п.п.м. для защиты радиоастрономической службы, работающей в полосе частот 1400–1427 МГц, от нежелательного излучения фидерных линий ПСС, которые могут работать в полосе частот 1430–1432 МГц

#### 1 Методика

В Рекомендации МСЭ-R S.1586 (или в Рекомендации МСЭ-R М.1583) представлена методика оценки уровней нежелательного излучения системы негеостационарного спутника на радиоастрономической площадке. Методика основана на разделении воздушного пространства на соты приблизительно одинакового размера и на статистическом анализе, в котором направление наведения антенны радиоастрономической службы и пусковой период группировки спутников являются случайными переменными. Для каждого опыта уровень нежелательного излучения (выраженный в единицах э.п.п.м.) усредняется для каждого периода продолжительностью 2000 секунд.

Более того, в Приложении 1 к Рекомендации МСЭ-R RA.769 представлены пороговые уровни для помех, пагубных для радиоастрономической службы, а в Рекомендации МСЭ-R RA.1513 содержится критерий в 2% для максимально допустимого значения потерь данных для радиоастрономической службы по причине помех от любой сети, которое определяется в процентах от периодов интеграции в 2000 секунд, в которые средняя спектральная плотность потока мощности (п.п.м.) в радиотелескопе превышает уровни, определенные в Рекомендации МСЭ-R RA.769.

Целью данного исследования является определение максимального уровня п.п.м., который не должен превышать нежелательными излучениями фидерных линий НГСО системы ПСС в полосе частот 1430–1432 МГц для соответствия критерию защиты радиоастрономических наблюдений в полосе частот 1400–1427 МГц, как указано в Рекомендациях МСЭ-R RA.769 и МСЭ-R RA.1513, путем применения методики Рекомендации МСЭ-R S.1586, которая разработана, для того чтобы принять во внимание негеостационарную природу этих систем во время оценки уровней нежелательного излучения в радиотелескопах.

#### 2 Характеристики системы ПСС

Характеристики системы ПСС приведены в таблице 1. Предполагается, что спутники оснащены антенной изодозы нейтронного потока, которая может обеспечивать постоянную п.п.м. на поверхности земли.

ТАБЛИЦА 1

Характеристики системы ПСС

Высота орбиты	1 000 км
Наклон орбиты	50° (и 83° для зоны покрытия полярной области)
Количество плоскостей	6 (+ еще одна для зоны покрытия полярной области)
Количество спутников в каждой плоскости	4

### 3 Характеристики станции радиоастрономической службы и критерии защиты

Для данного анализа был выбран радиотелескоп Эфелсберга, находящийся в Германии. Его географические координаты: широта  $50,7^\circ$  с. ш., долгота  $7,0^\circ$  в. д.

Диаграмма направленности антенны и максимальное усиление в используемом опорном направлении представлены в Рекомендации МСЭ-R RA.1631.

ТАБЛИЦА 2

#### Уровни п.п.м., пагубные для радиоастрономической службы

Полоса частот (МГц)	Уровень помех (дБ(Вт/м <sup>2</sup> ))	Эталонная ширина полосы (МГц)	Тип исследования
1 330–1 400	-196 <sup>(1)</sup>	0,02	Спектральная линия
1 400–1 427	-180	27	Непрерывный спектр
1 400–1 427	-196	0,02	Спектральная линия

<sup>(1)</sup> В Рекомендации МСЭ-R RA.769 не определен пороговый уровень пагубного влияния в полосе частот 1330–1400 МГц (см. п. 5.149 РР). Критерий защиты, указанный выше для данной полосы частот, выведен с помощью используемого в полосе частот 1400–1427 МГц в случае исследований спектральной линии.

Моделирование было выполнено с учетом минимального угла возвышения телескопа в  $0^\circ$  и  $3^\circ$ .

В терминах уровня э.п.п.м. пагубный пороговый уровень плотности потока мощности выражается в:

$$э.п.п.м._{lim} = п.п.м._{lim} - G_{max}.$$

ТАБЛИЦА 3

#### Уровни э.п.п.м., пагубные для радиоастрономической службы

Полоса частот (МГц)	Уровень помех э.п.п.м. (дБ(Вт/м <sup>2</sup> ))	Эталонная ширина полосы (МГц)	Тип исследования
1 330–1 400	-259	0,02	Спектральная линия
1 400–1 427	-243	27	Непрерывный спектр
1 400–1 427	-259	0,02	Спектральная линия

### 4 Определение необходимой максимальной плотности потока мощности для каждого уровня спутника для защиты радиоастрономической службы

#### 4.1 Процедура

Используется следующий подход (см. Рекомендацию МСЭ-R S.1586):

*Шаг 1:* Выбрать величину плотности потока мощности для спутника. В первом приближении (и в качестве наихудшего случая) эта величина может считаться постоянной для всех углов возвышения.

В конкретном рассматриваемом случае предполагается, что спутник оснащен антенной изодозы нейтронного потока.

*Шаг 2:* Выбрать радиоастрономическую станцию.

*Шаг 3:* Разделение воздушного пространства на 2334 соты с пространственным углом в 9 квадратных градусов каждая (см. таблицу 1 в Приложении 3 к Рекомендации МСЭ-R S.1586).

*Шаг 4:* Для каждой соты  $t$  радиоастрономическая станция может наблюдать (принимая во внимание минимальный угол возвышения  $\theta_{min}$ , при котором радиоастрономическая станция может осуществлять исследования в полосе частот, как определено в Приложении 4 к Регламенту радиосвязи), наводить радиотелескоп в произвольно выбранном направлении в пределах соты и начинать передачу со спутника из случайно выбранной точки во времени. Тогда величина э.п.п.м. оценивается для каждой временной выборки, превышающей 2000 секунд времени интеграции, с шагом в одну секунду. Затем рассчитывается средняя величина э.п.п.м., соответствующая данному измерению.

*Шаг 5:* Если усредненное значение уровня э.п.п.м. по интервалу интеграции измерения в 2000 секунд превышает пороговый уровень помех, принимается решение, что на конкретное исследование промежутка времени в 2000 секунд недостоверно.

*Шаг 6:* Повторить шаги 4 и 5 для получения показательного количества измерений (100 измерений считаются статистически достаточными).

*Шаг 7:* Определить процент недостоверных периодов интеграции в 2000 секунд во всем воздушном пространстве, доступном для радиотелескопа, как описано в шаге 4.

*Шаг 8:* Изменять уровень плотности потока мощности для систем НГСО ПСС до тех пор, пока это значение не станет ниже 2%.

## 4.2 Результаты

Моделирование приводит к требуемым пределам плотности потока мощности для спутника ПСС, представленным в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4

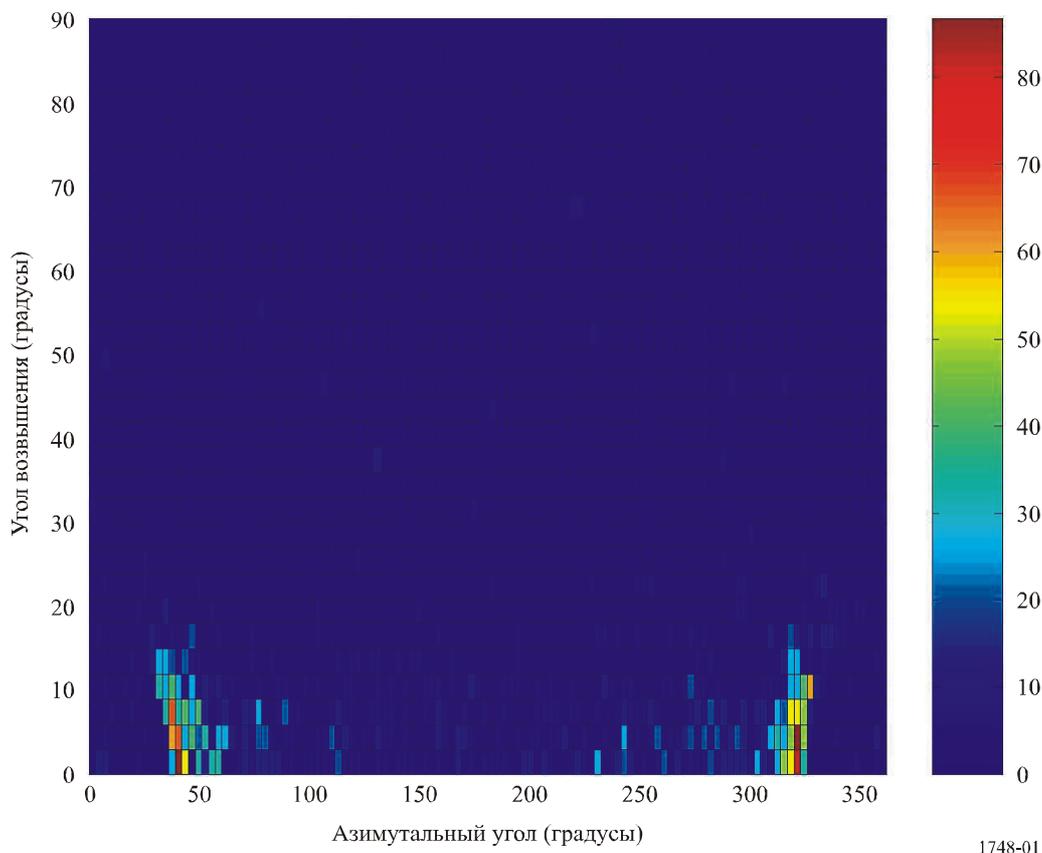
### Максимальные уровни плотности потока мощности для спутника ПСС для защиты радиоастрономической станции

Полоса частот и тип исследования	Предел п.п.м. для спутника (дБ(Вт/м <sup>2</sup> ))	Эталонная ширина полосы (МГц)
1 330–1 400 МГц (спектральная линия)	–201	0,02
1 400–1 427 МГц (непрерывный спектр)	–185	27
1 400–1 427 МГц (спектральная линия)	–201	0,02

Общее количество потерь данных составляет 2,07% для угла возвышения, равного 0°, и 1,65% для угла возвышения, равного 3°.

Для радиоастрономической площадки Эфелсберга на рисунке 1 показан процент исследований для каждой ячейки всего воздушного пространства, в которых критерий э.п.п.м. был превышен. Общее количество измерений для каждой соты равно 100. Шкала интенсивности представляет число измерений, для которых был превышен критерий э.п.п.м.

РИСУНОК 1  
Результаты моделирования Эфелсберга



## 5 Выводы

Исследование показывает, что предел плотности потока мощности, равный  $-185$  дБ(Вт/м<sup>2</sup>) (для исследований непрерывного спектра) для каждого спутника ПСС во всей полосе частот 1400–1427 МГц и  $-201$  дБ(Вт/м<sup>2</sup>) (для исследований спектральной линии) для каждого спутника ПСС в каждой ширине полосы в 20 кГц в полосе частот 1400–1427 МГц является достаточным для защиты радиоастрономической службы для выбранной системы.

Предел спектральной линии плотности потока мощности также применим для полосы частот 1330–1400 МГц.

## Приложение 2

### Территориальный разнос между радиоастрономическими станциями, работающими в полосе частот 1400–1427 МГц, и фидерными линиями ПСС земных станций, которые могут работать в полосе частот 1390–1392 МГц

#### 1 Введение

Целью данного Приложения является определение территориального разноса между радиоастрономической станцией, которая может работать в полосе частот 1400–1427 МГц, и фидерными линиями земной станции ПСС, работающей в полосе частот 1390–1392 МГц, для предотвращения пагубного влияния помех на радиоастрономическую станцию.

В Рекомендации МСЭ-R RA.1513 рассматриваются вопросы максимальных уровней потерь данных и критерии "процент времени", которые применяются для радиоастрономических исследований, являющихся основными при распределении исследований. Пороговые уровни помех, которые пагубно влияют на радиоастрономические исследования, приведены в Рекомендации МСЭ-R RA.769.

#### 2 Методика

Для радиоастрономии полученная мощность интегрируется по периоду времени достижения большей чувствительности. Результат данного интегрирования в последующих параграфах именуется наблюдением.

Мощность, полученная от источника помех в процессе наблюдения, может быть выражена следующим образом:

$$I = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{P_t(i) \cdot G_t(i) \cdot G_r(i)}{L_b(i)}, \quad (1)$$

где:

$L_b(i)$ : потери при распространении в момент времени  $i$ ;

$P_t(i)$ : уровень мощности передачи (Вт) в полосе частот радиоастрономической службы на входе антенны в момент времени  $i$ ;

$G_t(i)$ : усиление передающей антенны в направлении радиоастрономической антенны в момент времени  $i$ ;

$G_r(i)$ : усиление радиоастрономической антенны в направлении передатчика в момент времени  $i$ ;

$N$ : количество выборок;

$I$ : мощность помех (Вт) в эталонной ширине полосы на входе приемника, усредненная по периоду наблюдения  $T$ .

Обычно (и для того чтобы обеспечить согласование с пагубными пороговыми уровнями, приведенными в Рекомендации МСЭ-R RA.769) расчет осуществляется на протяжении периода интеграции  $T = 2000$  секунд. В течение этого промежутка времени некоторые параметры могут изменяться. Для данного конкретного примера величина  $P_t$  считается постоянной. Так как передатчик является земной станцией, следующей после спутника, или группировкой спутников, величина  $G_t$  изменяется в течение времени интеграции, а также от одного наблюдения к другому. Мы предполагаем, что свойства радиоастрономической антенны фиксированы в течение времени интеграции (например, величина  $G_r$  не меняется в течение 2000 секунд), но направление наведения антенны радиоастрономической службы меняется от одного наблюдения к другому.

Наблюдения, проведенные по данному времени интеграции, считаются потерянными, если полученная мощность помехи  $I$ , усредненная по  $T$ , превышает пороговую величину, указанную в Рекомендации МСЭ-R RA.769.

Таким образом,

$$L_b = \frac{P_t}{\Delta P_H} \cdot \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N G_t(i) \cdot G_r(i), \quad (2)$$

где:

- $P_t$ : уровень мощности передачи (Вт) в полосе частот радиоастрономической службы на входе антенны (включая фидерные потери);
- $G_t(i)$ : усиление передающей антенны в направлении радиоастрономической антенны в момент времени  $i$ ;
- $G_r(i)$ : усиление радиоастрономической антенны в направлении передатчика в момент времени  $i$ ;
- $N$ : количество выборок;
- $\Delta P_H$ : порог уровня мощности передачи (Вт), указанный в Рекомендации МСЭ-R RA.769.

Необходимо произвести расчет по нескольким периодам времени, чтобы убедиться, что процент потерянных исследований не превышает критерий в 2%, указанный в Рекомендации МСЭ-R RA.1513.

### **3 Усиление антенны радиоастрономической станции в направлении земной станции фидерных линий ПСС**

Можно применять методологию, представленную в Приложении 3 к разделу 1 Рекомендации МСЭ-R М.1583, для вычисления статистики усиления антенны радиоастрономической станции. Воздушное пространство разделено на 2334 соты с пространственным углом приблизительно равным 9 квадратных градусов каждая. Для каждой соты можно выбрать случайное направление наведения антенны радиотелескопа и, используя его и диаграмму направленности антенны, вычислить коэффициент усиления антенны в направлении земной станции, наблюдаемой под углом возвышения  $0^\circ$ .

Графики на рисунке 2 получены для частоты в 1,4 ГГц для диаграммы направленности антенны из Рекомендации МСЭ-R SA.509, диаметр антенны составляет 100 метров. Угол возвышения передатчика, видимый с помощью телескопа, был взят равным  $0^\circ$ . Эти кривые не меняются для других полос частот или диаметров, так как диаграмма направленности антенны, указанной в Рекомендации МСЭ-R SA.509, не зависит от частоты и максимального усиления антенны.

### **4 Усиление антенны земной станции фидерных линий ПСС в направлении радиоастрономической станции**

График кумулятивной функции распределения величины усиления антенны, показанный на рисунке 3, был получен для земной станции фидерных линий ПСС, сопровождающей группировку из 24 спутников, расположенных на высоте 1000 км над уровнем моря, с использованием диаграммы направленности антенны, соответствующей Дополнению III Приложения 8 Регламента радиосвязи, и максимального усиления антенны, равного 30 дБи.

### **5 Вывод потери при распространении методом Монте-Карло**

При моделировании Монте-Карло с учетом изменения усиления антенны передатчика в течение 2000 секунд, мощности излучения, равной  $-60$  дБВт, в полосе частот 1400–1427 МГц и пороговой величины защиты радиоастрономической службы, равной  $-205$  дБВт, получается график кумулятивной функции распределения потерь при распространении, представленный на рисунке 4.

РИСУНОК 2

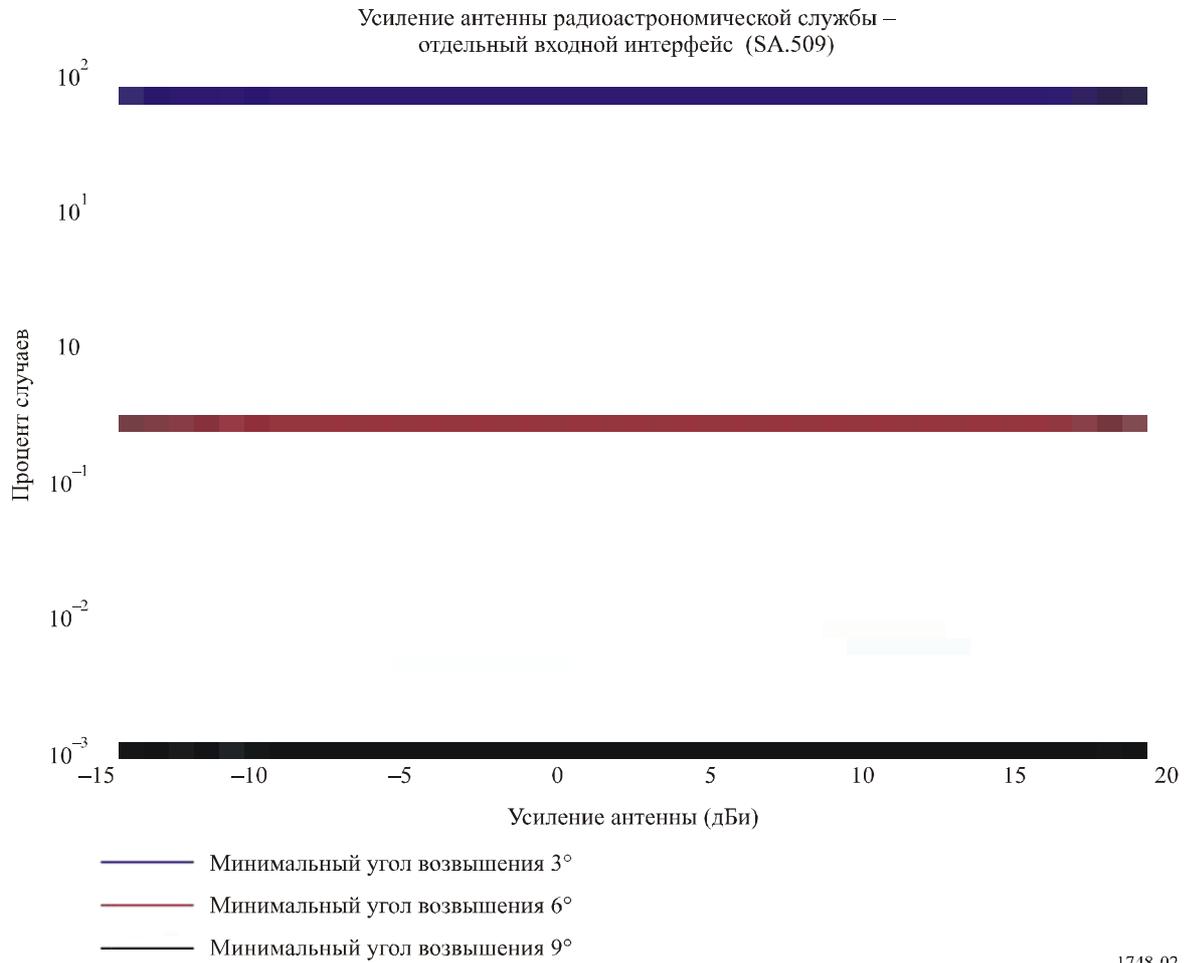
**Усиление антенны радиоастрономической службы в направлении передатчика  
с углом возвышения 0°**

РИСУНОК 3

Усиление антенны земной станции фидерных линий ПСС в направлении станции радиоастрономической службы под углом возвышения  $0^\circ$

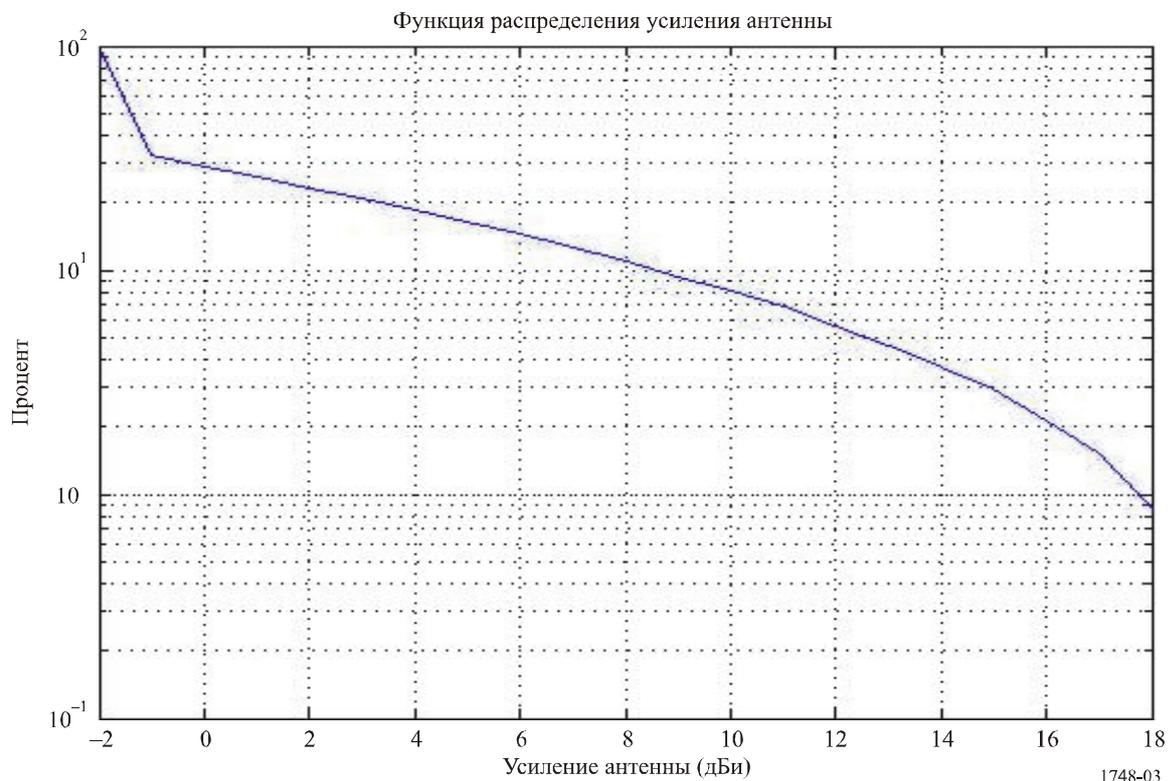
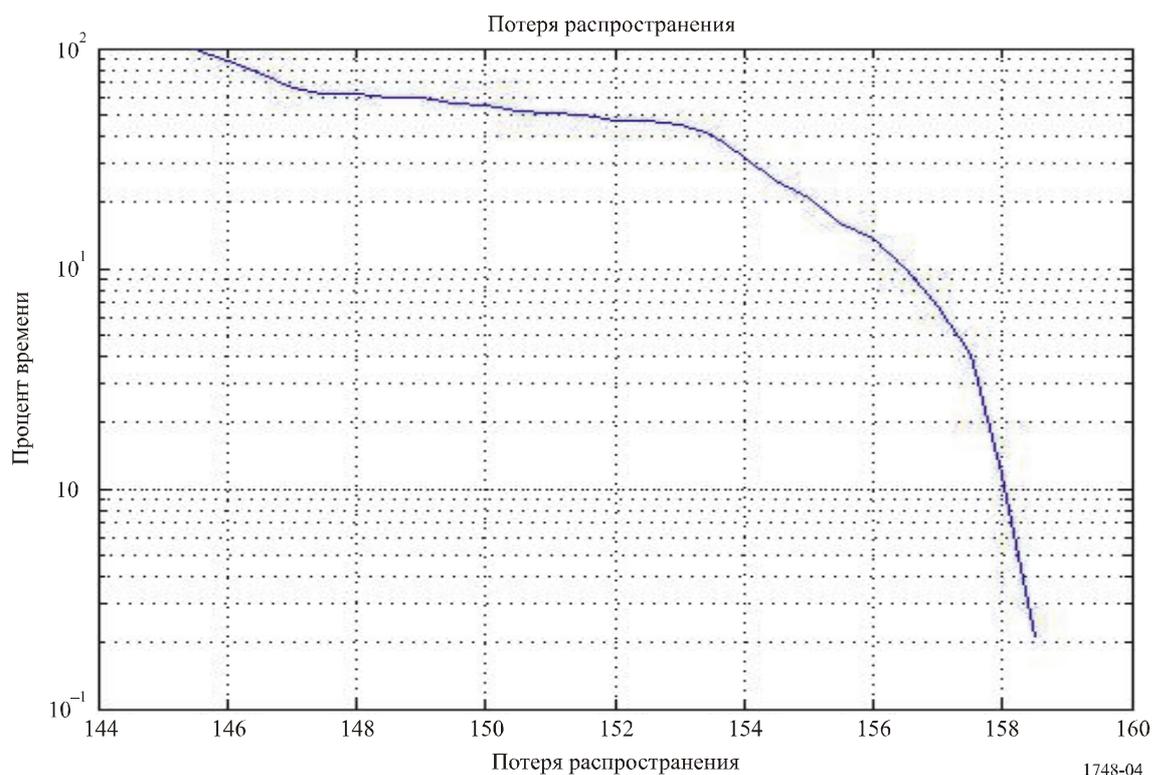


РИСУНОК 4

Потери при распространении, требуемые для защиты станций радиоастрономической службы от излучений земных станций фидерных линий ПСС в смежных полосах частот для минимального угла возвышения телескопа, равного  $0^\circ$



Потерю данных, равную 2%, для радиоастрономической станции от системы ПСС необходимо разделить между линией вверх и линией вниз. Для примера, если для радиоастрономической службы нет потерь данных на линию вниз, то соответствующие потери на линии вверх (усредняются в промежутке времени 2000 секунд) должны быть равны 157,9 дБ. Если потери данных на линии вниз составляют 1,8%, тогда потери при распространении, соответствующие 0,2% потери данных, на линии вверх составят 158,5 дБ, что выше всего на 0,6 дБ.

Та же потеря при распространении может быть легко выведена при помощи данного значения для других значений мощности излучения или пагубных пороговых уровней при использовании следующей формулы:

$$L_2 = L_1 + (P_{t2} - P_{t1}) - (P_{r2} - P_{r1}).$$

В таблице 5 приведены значения, полученные для различных мощностей излучения земных станций фидерных линий ПСС, а также типов наблюдения радиоастрономической службы и полос частот.

ТАБЛИЦА 5

**Потери при распространении, необходимые для достижения пагубных пороговых значений**

Тип исследования	Полоса частот	Ширина полосы	$P_t$ (дБВт)	$P_r$ (дБВт)	$L_b$ (дБ)	Комментарий
Непрерывный спектр	1 400–1 427 МГц	27 МГц	-60	-205	158	Предположение для подсчетов, сделанных выше
Непрерывный спектр	1 400–1 427 МГц	27 МГц	-63	-205	155	Новое значение предела мощности для защиты ССИЗ
Непрерывный спектр	1 400–1 427 МГц	27 МГц	-107,5	-205	111	Фактическая нежелательная мощность излучения для одной системы ПСС
Спектральная линия	1 400–1 427 МГц	20 кГц	-94	-220	139	При равномерном спектре в пассивной полосе
Спектральная линия	1 400–1 427 МГц	20 кГц	-127	-220	106	Фактическая нежелательная мощность излучения для одной системы ПСС
Спектральная линия	1 330–1 400 МГц	20 кГц	3	-220	236	Мощность излучения земной станции ПСС в ширине полосы 20 кГц

Необходимо отметить, что принятие в расчет процента потерь данных, равного 0,2% вместо 2%, приведет к потерям на затухание на 0,6 дБ выше, чем значения, приведенные в таблице 5.

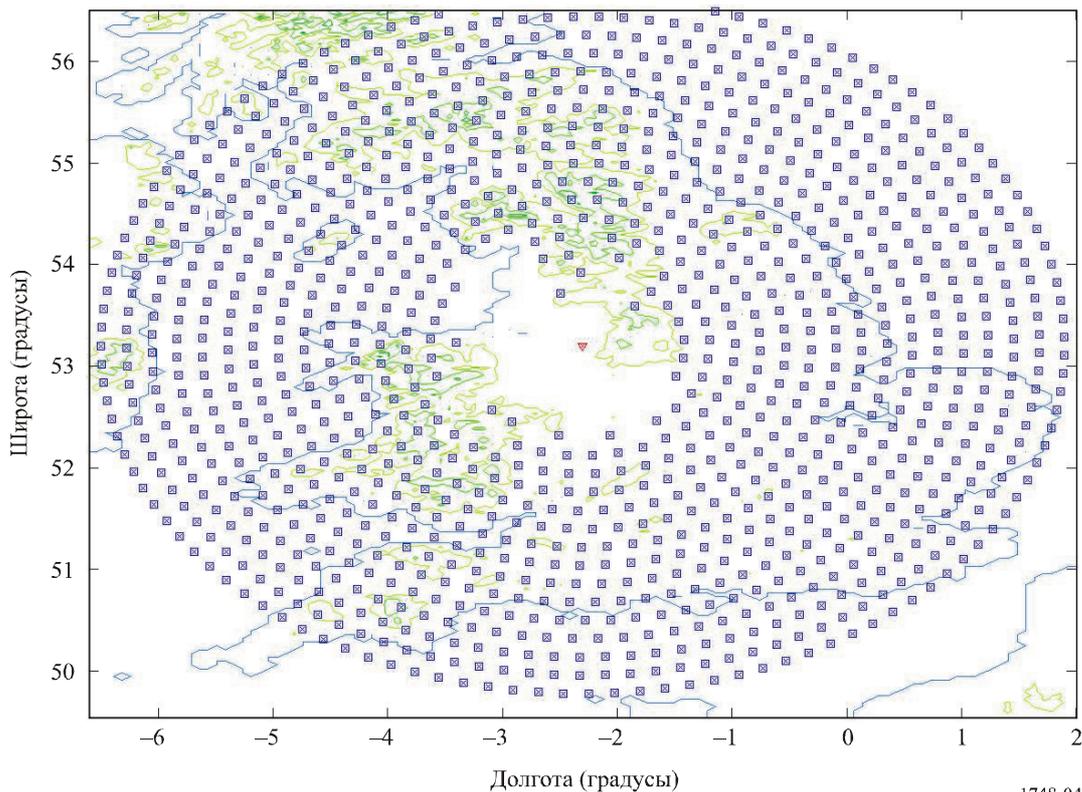
## 6 Вывод значения защитного разноса из затухания при распространении

Фактическое значение защитного разноса или радиуса зоны защиты зависит от местонахождения радиоастрономической службы и окружающей ее области (включая рельеф местности, растительность и здания). На следующем рисунке показано применение Рекомендации МСЭ-R P.452 к радиоастрономической службе Jodrell Bank, расположенной в Великобритании (в качестве примера), и показано, что подобные зоны защиты легко достижимы.

Выбрано несколько участков для земных станций фидерных линий ПСС вокруг радиоастрономической станции Jodrell Bank, они расположены по концентрическим окружностям. Для каждого участка рассчитана потеря при распределении с использованием Рекомендации МСЭ-R P.452. Квадратами обозначены участки, на которых потери при распространении превышают значение 158 дБ.

РИСУНОК 5

Участки вокруг Jodrell Bank, на которых потери при распространении превышают 158 дБ



1748-04

В таблице 6 представлены величины территориального разноса, выведенные для Jodrell Bank, с использованием Рекомендации МСЭ-R P.452 из величин потерь при распространении, представленных в таблице 5.

ТАБЛИЦА 6

Приблизительные значения величины территориального разноса

Тип исследования	Полоса частот	Ширина полосы	$P_t$ (дБВт)	Расстояние (км)
Непрерывный спектр	1 400–1 427 МГц	27 МГц	-60	120
Непрерывный спектр	1 400–1 427 МГц	27 МГц	-63	100
Непрерывный спектр	1 400–1 427 МГц	27 МГц	-107,5	7
Спектральная линия	1 400–1 427 МГц	20 кГц	-94	50
Спектральная линия	1 400–1 427 МГц	20 кГц	-127	4,5
Спектральная линия	1 330–1 400 МГц	20 кГц	3	>600

Данный расчет показывает, для того чтобы предельная величина мощности нежелательного излучения была равна  $-63$  дБВт, испускаемая в полосе частот 1400–1427 МГц земными станциями фидерных линий ПСС, которые могут работать в полосе частот 1390–1392 МГц (налагаемом требованиями к защите ССИЗ), необходимо, чтобы радиус территориального разнеса был равен примерно 100 км. Подобный территориальный разнос считается достижимым.

Однако для фактической системы ПСС было показано, что минимальный территориальный разнос может быть снижен ниже 10 км. Таким образом, необходимо рассчитывать величину минимального территориального разнеса в индивидуальном порядке для всех радиоастрономических станций, выполняющих наблюдения в полосе частот 1400–1427 МГц, принимая в расчет параметры реальной системы фидерных линий ПСС (Земля-космос).

Для защиты радиоастрономических станций, выполняющих наблюдения в полосе частот 1330–1400 МГц, потребуется, чтобы величина радиуса территориального разнеса превышала 600 км, что предотвращает размещение земных станций фидерных линий ПСС на очень больших площадях, окружающих эти радиоастрономические станции.

---