

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1800

Защита фиксированной, подвижной и радиолокационной служб от фидерных линий ПСС, которые могут действовать в полосах 1390–1392 МГц (Земля-космос) и 1430–1432 МГц (космос-Земля)*

(2007)

Сфера применения

В данной Рекомендации представлены требования по защите приемников наземного базирования радиолокационной службы от фидерных линий ПСС (Земля-космос), которые могут действовать в полосе 1390–1392 МГц, а также требования по защите фиксированной службы и воздушной подвижной службы от фидерных линий ПСС (космос-Земля), которые могут действовать в полосе 1430–1432 МГц.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что ВКР-03 предварительно распределила полосы 1390–1392 МГц (Земля-космос) и 1430–1432 МГц (космос-Земля) на вторичной основе для фидерных линий ФСС и ПСС в соответствии с п. 5.339А РР;
- b) что это распределение ограничено использованием фидерными линиями негеостационарных спутниковых сетей подвижной спутниковой службы со служебными линиями, которые работают на частотах ниже 1 ГГц, и что применяется Резолюция 745 (ВКР-03);
- c) что в Резолюции 745 (ВКР-03) предусматривается проведение исследований, испытаний и практических демонстраций с целью проверки результатов исследований эксплуатационно-технических средств для облегчения совместного использования частот в диапазоне около 1,4 ГГц существующими и планируемыми в настоящее время службами, а также фидерными линиями для спутниковых системам НГСО ПСС со служебными линиями, которые работают на частотах ниже 1 ГГц;
- d) что полоса 1427–1452 МГц распределена фиксированной службе (ФС) и подвижной службе (ПС) на первичной основе во всех Районах;
- e) что данная полоса используется, среди прочего, цифровыми линиями с низкой пропускной способностью ФС с шириной полосы канала не более 25 кГц;
- f) что полоса 1429–1535 МГц также распределена воздушной подвижной службе (ВПС) на первичной основе исключительно для целей воздушной телеметрии в пределах национальных территорий стран, определенных в п. 5.342 РР (Регламент радиосвязи);
- g) что критерии защиты и типовые характеристики систем воздушной телеметрии в полосе 1429–1535 МГц полностью соответствуют критериям защиты и характеристикам систем, представленных в Рекомендации МСЭ-R М.1459 для полосы 1452–1525 МГц;

* Данная Рекомендация была подготовлена совместно 8-й и 9-й Исследовательскими комиссиями по радиосвязи, и любой будущий пересмотр будет также осуществляться совместно.

- h) что полоса 1350–1400 МГц распределена радиолокационной службе на первичной основе во всех Регионах;
- j) что согласно результатам исследований для защиты радиолокационных систем наземного базирования потребуется, чтобы расстояния разноса были больше, как показано в Приложении 2;
- к) что в Рекомендации МСЭ-R М.1184 представлены технические характеристики систем подвижной спутниковой связи в полосах частот ниже 3 ГГц для использования при разработке критериев совместного использования частот ПСС и другими службами,

отмечая,

- а) что согласно результатам исследований совместное использование частот с судовыми и транспортируемыми радиолокационными системами было бы неосуществимо;
- б) что согласно результатам исследований совместное использование частот с воздушными радиолокационными системами было бы неосуществимо;
- с) что пределы п.п.м., рекомендуемые для защиты ФС, также пригодны для защиты транспортируемых радиорелейных систем, которые эксплуатируются в ПС некоторыми администрациями,

рекомендует,

1 чтобы для защиты приемников ФС в полосе 1427–1452 МГц на фидерных линиях ПСС, действующих в полосе 1430–1432 МГц (космос-Земля), не превышалось значение п.п.м., равное -164 дБВт/м², для любых 4 кГц в полосе 1427–1452 МГц (см. Приложение 1);

2 чтобы для защиты приемников ВПС в полосе 1429–1535 МГц на фидерных линиях ПСС, действующих в полосе 1430–1432 МГц (космос-Земля), не превышались приведенные ниже значения п.п.м. на любой приемной станции воздушной подвижной службы для любых 4 кГц в полосе 1429–1535 МГц:

-181	дБ(Вт/м ²)	$0 \leq \alpha \leq 4$
$-193 + 20 \log \alpha$	дБ(Вт/м ²)	$4 < \alpha \leq 20$
$-213,3 + 35,6 \log \alpha$	дБ(Вт/м ²)	$20 < \alpha \leq 60$
-150	дБ(Вт/м ²)	$60 < \alpha \leq 90$,

где:

α : угол прихода (градусов над горизонтальной плоскостью).

3 чтобы при выборе места расположения земных станций ФСС в полосе 1390–1392 МГц для расчета расстояния разноса между станциями ФСС и радиолокационными системами наземного базирования учитывалась методика, приведенная в Приложении 2.

Приложение 1

Защита фиксированной службы в полосе 1430–1432 МГц

1 Получение маски п.п.м. для защиты приемников ФС в диапазоне 1,4 ГГц

Было проведено моделирование для оценки помехи, создаваемой типовой спутниковой группировкой НГСО ПСС с заданным пределом п.п.м. приемнику ФС, расположенному на Земле.

Результаты моделирования выражены в терминах частичного ухудшения качественных показателей (FDP), описанного в Рекомендации МСЭ-R F.1108, для азимута 0–180° с шагом 1°.

Затем данное FDP сравнивается с критерием. Если данный критерий превышает, берется более жесткий предел п.п.м., и моделирование осуществляется заново до тех пор, пока не будет удовлетворен критерий.

2 Характеристики системы ПСС

В Рекомендации МСЭ-R М.1184 приводятся описания нескольких систем ПСС типа "малые системы LEO". В таблице 1 показана система ПСС и соответствующие характеристики, извлеченные из данной Рекомендации. В соответствии с последними достижениями и результатами исследований, проведенных соответствующими рабочими группами МСЭ-R, число спутников в группировке "Q" было сокращено с пяти спутников на плоскости до четырех, а общее число спутников – с 32 до 26. Углы наклона были увеличены с 51° до 66°.

ТАБЛИЦА 1
Параметры нескольких сетей НГСО ПСС

Система	L	M			P	Q		S
Число спутников	48	48			6	26 (32)		6
Высота (км)	950	825		775	893	1 000		692, 667
Наклонение (градусы)	50	45	0	70, 108	99	66 (51)	83	98,04
Число орбитальных плоскостей	8	3	1	2	2	6	2	2
Число спутников на плоскости	6	8			3	4 (5)	1	3
Прямое восхождение восходящего узла (градусы)	0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315	0, 120, 240	0	0, 180	9.8	0, 60, 120, 180, 240, 300	0, 90	143,5, 53,5
Ширина полосы канала до станции сопряжения на линии вниз (кГц)	60	50			855	175/45		300
Поляризация (волна передатчика Tx)	RHCP				LHCP	RHCP		RHCP

3 Характеристики станции ФС и критерии защиты

В таблице 2, ниже, перечислены характеристики линий связи пункта со многими пунктами из Рекомендации МСЭ-R F.758.

ТАБЛИЦА 2

Характеристики системы связи пункта со многими пунктами

Полоса частот (ГГц)	1,427–1,452/1,492–1,517				
Модуляция	O-QPSK				
Пропускная способность	60 × 64 кбит/с				
Частотное разнесение (МГц)	3,5				
	Центральная станция/ретранслятор			Удаленная станция	
Усиление антенны (максимальное) (дБи)	13	16	31	23,5	17
Потери в фидере/мультиплекторе (дБ)	4,4			2,5	
Тип антенны	Ненаправленная	Секторная 180°	Зеркальная (3 м)	Зеркальная (1,2 м)	Панельная
Ширина полосы приемника по ПЧ (МГц)	3,5			3,5	
Тепловой шум приемника (дБВт)	–134			–134	

Приемник ФС, соответствующий наихудшему случаю, представляет собой центральную станцию с направленной антенной, максимальное усиление которой составляет 31 дБи, потери в фидере/мультиплекторе 4,4 дБ, ширина полосы 3,5 МГц и коэффициент шума 4,5 дБ. Также для наихудшего случая берется угол места 5°.

Для моделирования диаграммы направленности направленной антенны центральной станции использовалась Рекомендация МСЭ-R F.1245.

В соответствии с Рекомендацией МСЭ-R F.1094 максимально допустимое ухудшение качественных показателей следует распределить следующим образом: фиксированная служба – 89%, совместное использование частот с первичными службами – 10% и все остальные источники помех, включая вторичные службы и нежелательные излучения – 1%. Следовательно, в данном случае величина FDP не должна превышать 1%, по крайней мере, для средних значений угла наведения по всему азимуту.

4 Результаты моделирования

В таблице 3 приводятся результаты, полученные для группировок ПСС, указанных в таблице 1. В третьей строке указано значение п.п.м., которое использовалось при моделировании, в результате которого получены значения FDP, приведенные в строках 4, 5 и 6. На рисунках 1 и 2 приведены в качестве примера более подробные данные о значениях FDP, полученных для системы Q.

ТАБЛИЦА 3

Результаты моделирования для нескольких сетей НГСО ПСС

Система	Q	L	M	P	S
Число спутников	26	48	48	6	6
Высота (км)	1 000	950	800	900	700
П.п.м., соответствующая значению FDP 1% (дБВт/м ² на 4 кГц)	–163	–164	–164	–156	–155
Минимальное значение FDP (%)	0,27	0,05	0,40	0,15	0,15
Среднее значение FDP (%)	0,85	0,95	0,86	0,83	0,86
Максимальное значение FDP (%)	3,08	4,61	2,39	1,80	1,72

РИСУНОК 1

FDP при всех значениях азимута наведения для системы Q ПСС

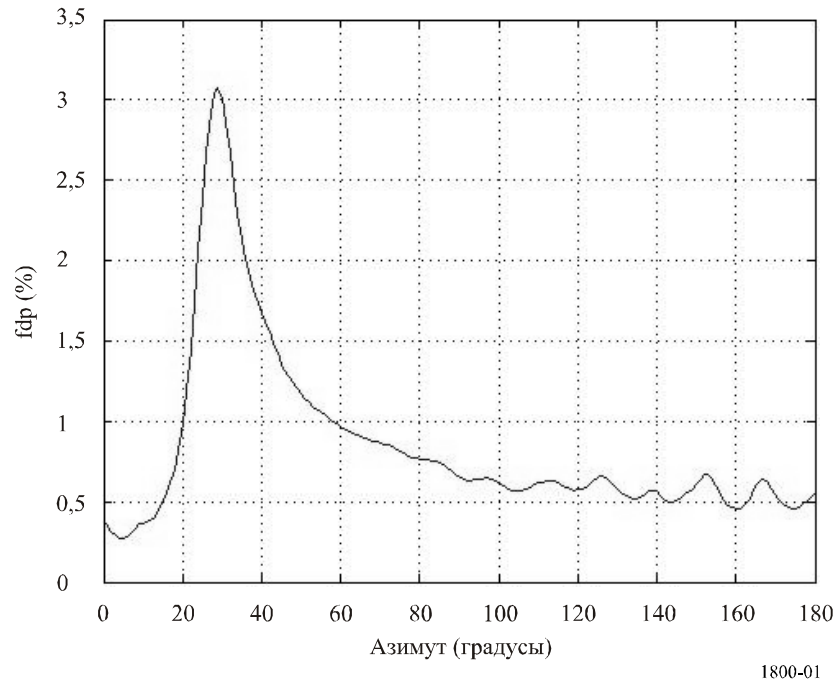
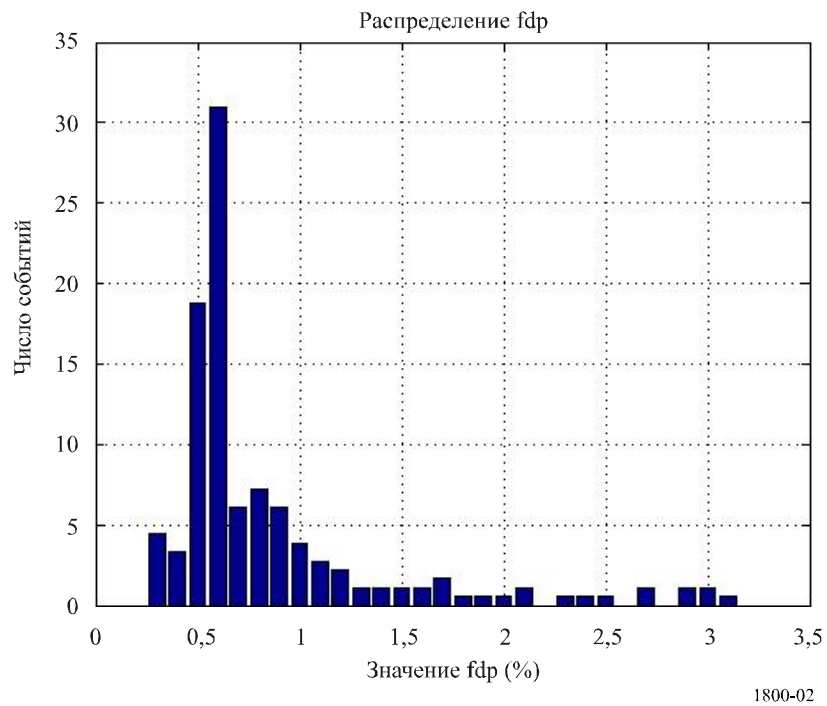


РИСУНОК 2

Распределение FDP при всех значениях азимута наведения для системы Q ПСС



Приложение 2

Защита радиолокационных приемников наземного базирования, действующих в полосе 1390–1392 МГц

1 Технические характеристики радиолокационных приемников

Характеристики радиолокационных приемников, используемых в данном исследовании, получены из Рекомендации МСЭ-R М.1463. В данной Рекомендации описываются четыре различных системы в полосе 1215–1400 МГц.

Радары, действующие в полосе 1215–1400 МГц, используют различные схемы модуляции, включая импульсы незатухающих колебаний (CW), частотно-модулированные импульсы (внутриимпульсная линейная частотная модуляция) и импульсы с фазовой кодировкой. В выходных каскадах передатчиков используются усилители со скрещенными полями, приборы М-типа и полупроводниковые приборы. Типовая ширина полосы приемника радара, действующего в полосе 1215–1400 МГц, лежит в пределах 0,5–6,4 МГц.

2 Критерии защиты

Эффект потери чувствительности радиолокационных радаров из-за влияния других излучений в режиме незатухающих колебаний или с шумоподобной модуляцией прямо зависит от интенсивности таких излучений. В любых азимутальных секторах, в которых возникают такие помехи, спектральная плотность мощности помехи может быть в пределах определенного приближения просто сложена со спектральной плотностью мощности теплового шума приемника радара. Если спектральную плотность мощности приемника радара при отсутствии помех обозначить как N_0 , а спектральную плотность мощности шумоподобной помехи обозначить как I_0 , то результирующая эффективная спектральная плотность мощности шума принимает вид $I_0 + N_0$. Увеличение спектральной плотности шума приблизительно на 1 дБ приведет к существенному ухудшению, соответствующему уменьшению расстояния обнаружения примерно на 6%. Такое увеличение соответствует отношению $(I + N)/N$, равному 1,26, или отношению I/N порядка –6 дБ (см. пункт 3 раздела *рекомендует* Рекомендации МСЭ-R М.1463). Данное значение учитывает совокупное воздействие многочисленных источников помех при их наличии; допустимая величина отношения I/N для единичного источника помех зависит от количества источников помех и геометрии их расположения и требует оценки в ходе проведения анализа заданного сценария. Если помехи в виде незатухающих колебаний принимались на большинстве азимутальных направлений, потребуется поддерживать нижнее значение величины I/N .

3 Технические характеристики земных станций фидерных линий ПСС

В таблице 4 приводятся характеристики фидерных линий ПСС в направлении Земля-космос, используемые в настоящем исследовании. Характеристики фидерных линий основаны на Приложении 2 к Рекомендации МСЭ-R М.1184. Изображенная на рисунке 3 диаграмма направленности характеризует огибающую усиления антенны земной станции ПСС. Данная диаграмма направленности взята из Дополнения III к Приложению 8 Регламента радиосвязи. Значения усиления получены с учетом отношения диаметра антенны к длине волны $D/\lambda \leq 100$.

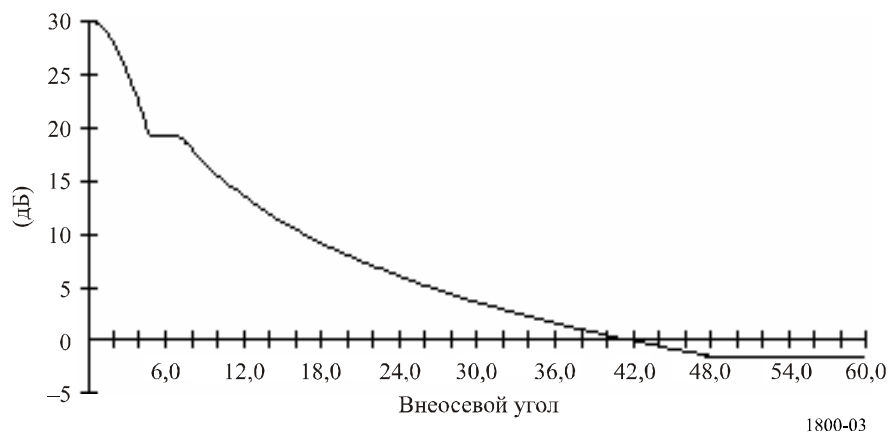
ТАБЛИЦА 4

Характеристики фидерных линий в направлении Земля-космос

Параметр	Значение
Число земных станций	60
Местоположения земных станций	Распределены по всему миру
Пиковое усиление передающей антенны	30 дБи
Ширина луча по уровню 3 дБ	5°
Минимальное значения усиления	-1,5 дБи
Диаграмма направленности антенны	Дополнение III к Приложению 8 Регламента радиосвязи
Поляризация антенны	Правосторонняя круговая
Наведение антенны	Отслеживается ближайший спутник при углах места 5–90°
Мощность передатчика	10 Вт на 100 кГц

РИСУНОК 3

Диаграмма направленности приемной и передающей антенн земной станции ПСС



1800-03

4 Соображения и предположения, относящиеся к исследованию

В исследовании предполагается, что эталонная ширина полосы приемника равна 100 кГц.

Передающая станция фидерной линии ПСС может создавать помехи приемнику радиолокационной системы наземного базирования в случае недостаточного расстояния разноса между этими системами. Данное расстояние является функцией нескольких параметров.

В данном исследовании сделаны следующие предположения:

- Эффективная высота антенны над землей для станций ПСС – 8 м.
- Эффективная высота антенны над землей для радиолокационной станции – 10 м.
- В отношении антенны станции фидерной линии ПСС предполагается, что эта антенна направлена на радиолокационный приемник под минимальным углом места при передаче 5°.
- Взята радиоклиматическая зона А2, распространение поверх суши. Для трасс распространения над поверхностью моря потребуется, чтобы расстояния разноса были больше.
- Расчеты выполняются, исходя из широты 45°.

- Что касается процента времени, в течение которого данный уровень может превышаться, приемлемой считается величина 0,1%. Исходя из предположения, что главный лепесток радара наведен в направлении земной станции ПСС, считается, что любая помеха, полученная приемником радара, будет приниматься за цель, и, следовательно, может рассматриваться как вредная помеха.

5 Допустимый уровень помехи для радиолокационной системы

Первый этап заключается в определении уровня мощности допустимой помехи, которую может выдержать радиолокационная система без потери своего качества. Данная процедура описывается в Рекомендации МСЭ-R М.1461-1.

Уравнение (1) позволяет определить уровень мощности помехи, I_T , при котором начинают ухудшаться качественные показатели приемника радара.

$$I_T = I/N + N, \quad (1)$$

где:

I/N : отношение помехи к шуму на входе детектора, необходимое для удовлетворения критерия приемлемого качества, который в данном случае равен -6 дБ

N : уровень собственного шума приемника (дБВт)

$$N = -144 \text{ дБВт} + 10 \log B \text{ (МГц)} + NF,$$

где:

B : ширина полосы приемника (МГц)

NF : коэффициент шума приемника (дБ).

В таблице 5 приводятся результаты для четырех радиолокационных систем, полученные исходя из предположения, что отношение помехи к шуму на 6 дБ ниже своего порогового уровня и что эталонная ширина полосы приемника равна 100 кГц.

ТАБЛИЦА 5

Уровень мощности допустимой помехи для радиолокационных систем

Радиолокационные системы (Рекомендация МСЭ-R М.1463)	1	2	3	4
Коэффициент шума NF (дБ)	2	2	4,7	3,5
Уровень шума N (дБВт/100 кГц)	-152	-152	-149,3	-150,5
Допустимая помеха I_T (дБВт/100 кГц)	-158	-158	155,3	-156,5

6 Вычисление расстояния разноса

Помеха радиолокационному приемнику может возникать за счет целого ряда механизмов распространения, которые могут преобладать по отдельности в зависимости от климата, радиочастоты, процента времени, расстояния и топографии трассы. Требуемое расстояние разноса в значительной степени является функцией фактических усилений антенн приемника и передатчика.

В дополнение к потерям в свободном пространстве сигналы помехи ослабляются под воздействием препятствий на трассе и дифракции за счет кривизны Земли. Помимо прямых трасс и распространения за счет дифракции, существуют дополнительные механизмы распространения, такие как тропосферное рассеяние и отражение от ионосферных слоев (волноводное распространение), которые могут создать помехи радиолокационным приемникам.

В Рекомендации МСЭ-R P.452 рассматривается процедура оценки микроволновой помехи между станциями на поверхности Земли на частотах выше порядка 0,7 ГГц. Лежащие в основе этой процедуры математические модели довольно сложны и в данной Рекомендации могут рассматриваться только на верхнем уровне.

Основное уравнение для заданных базовых потерь при передаче имеет вид:

$$L_b(p) = P_t + G_t + G_r - I_T(p) \quad (\text{дБ}), \quad (2)$$

где:

- p : максимальный процент времени, в течение которого может превышать мощность допустимой помехи
- $L_b(p)$: минимальные заданные потери (дБ) для процента времени $p\%$; прогнозируемые потери на трассе должны превышать данное значение в течение всего времени, за исключением $p\%$. Данные базовые потери при передаче считаются эталонным уровнем (0 дБ), изображенным на графиках на рисунках 5–8
- P_t : максимально возможный уровень передаваемой мощности (дБВт) в эталонной ширине полосы на вводе антенны передающей земной станции
- $I_T(p)$: мощность излучения допустимой помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы, превышаемая не более чем для $p\%$ времени на приемной станции, которая может испытывать помеху, в случае когда излучение помехи создается одним источником
- G_t : усиление (дБ относительно изотропного) передающей земной станции; представляет собой усиление антенны в направлении физического горизонта при данном азимуте
- G_r : усиление (дБ относительно изотропного) антенны приемной станции, которая может испытывать помеху.

Предполагалось, что все линии ПСС действуют на той же частоте и находятся в пределах ширины полосы радара. Все моделирование осуществлялось для частоты 1392 МГц с использованием уровней мощности передатчика 10 Вт, соответствующей ширине полосы канала 100 кГц.

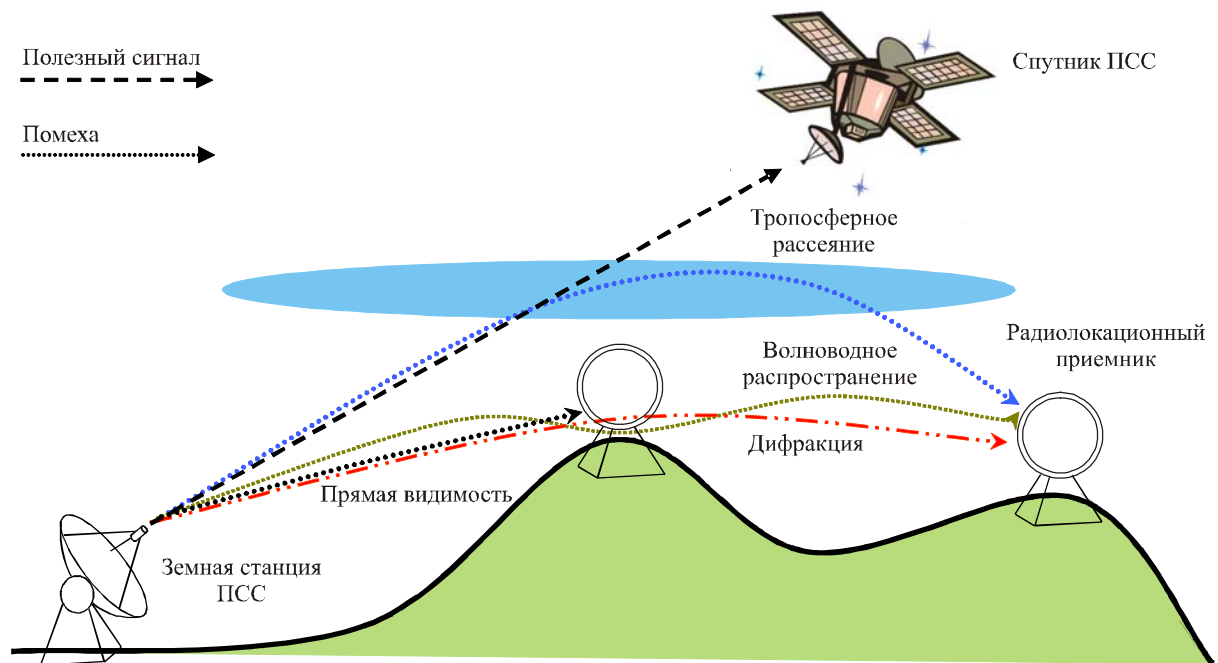
7 Выбранные сценарии

В данном исследовании рассмотрено семь различных сценариев. Как показано на рисунке 4, эти случаи были выбраны, чтобы представить типичные ситуации, характерные для радиолокационных станций и станций фидерных линий ПСС с одним препятствием между ними на расстоянии 10 км от станции фидерной линии ПСС.

- Случай 1:* представляет собой неблагоприятный случай, при котором радар наводится горизонтально под углом места 0° , и высота препятствия составляет 100 м.
- Случай 2:* показывает типовой сценарий, при котором радар наводится под углом места 2° над горизонтом, и высота препятствия составляет 300 м.
- Случай 3:* представляет собой благоприятный случай, при котором радар наводится под углом места 4° , и высота препятствия составляет 850 м.
- Случай 4:* описывает радиолокационную систему, наведенную под углом места 2° , с высотой препятствия 100 м.
- Случай 5:* описывает радиолокационную систему, наведенную под углом места 2° , с высотой препятствия 850 м.
- Случай 6:* описывает радиолокационную систему, наведенную под углом места 0° , с высотой препятствия 300 м.
- Случай 7:* описывает радиолокационную систему, наведенную под углом места 4° , с высотой препятствия 300 м.

РИСУНОК 4

Конфигурация помехи между передающей станцией фидерной линии ПСС
и радиолокационным приемником



1800-04

8 Результаты

На следующих далее рисунках показаны различные расстояния разноса, полученные для случаев 1–7, соответственно, для четырех различных типов рассмотренных радиолокационных систем. В таблице под каждым рисунком приводятся основные характеристики и численные значения расстояний, выраженные в километрах. Построена зависимость потерь при передаче, вычисленных для составляющих за счет различных механизмов распространения, от расстояния разноса между земной станцией ПСС и радиолокационной станцией. Уровень 0 дБ представляет собой потери при передаче, соответствующие величине L_p , рассчитанной из уравнения (2) для четырех различных типов радиолокационных систем.

РИСУНОК 5

Результаты для радиолокационной системы 1

Зависимость потерь от расстояния разноса между радиолокационной системой 1 и станциями фидерных линий ПСС

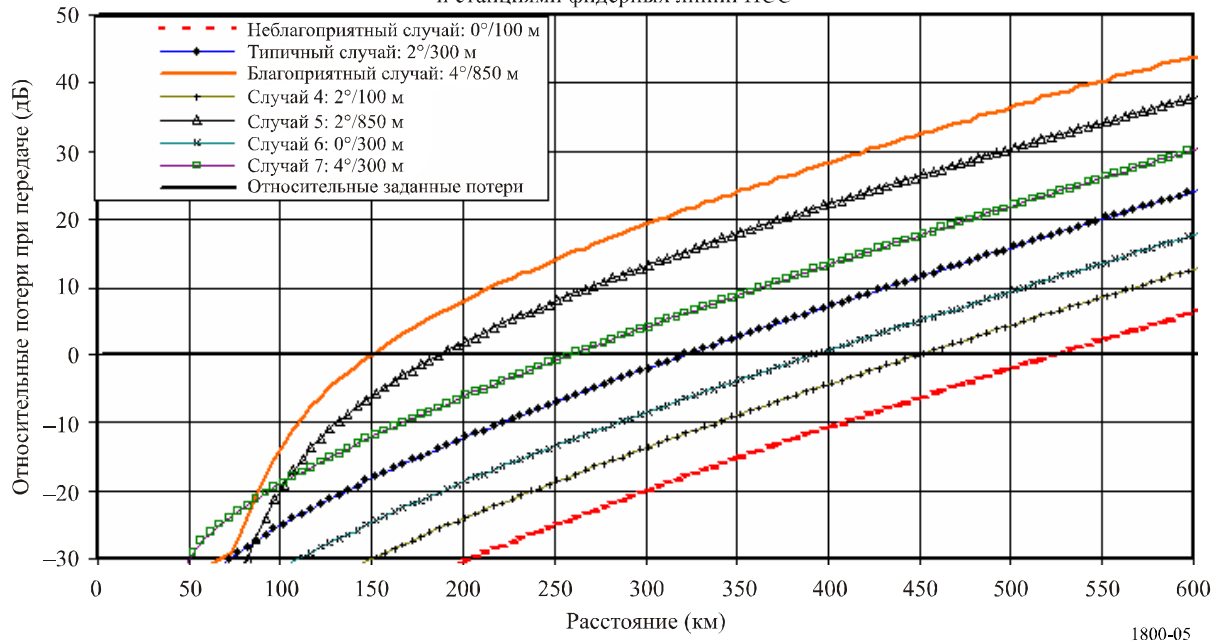


ТАБЛИЦА 6

Основные данные системы 1

	Неблагоприятный случай	Типичный случай	Благоприятный случай	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7
Радиочастота (ГГц)	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392
Уровень допустимой помехи для радиолокационной станции (дБ(Вт/100 кГц))	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0
Угол отведения антенны радара от станции ПСС (градусы)	0,0	2,0	4,0	2,0	2,0	0,0	4,0
Усиление антенны под углом места радара в направлении станции ПСС (дБи)	33,5	27,1	21,0	27,1	27,1	33,5	21,0
Высота центральной точки радара над уровнем местности (м)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Максимальная плотность э.и.и.м. станции ПСС в направлении горизонта (дБ(Вт/100 кГц))	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8
Эффективная высота антенны ПСС над уровнем местности (м)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Высота ближайшего препятствия над уровнем местности (м)	100,0	300,0	850,0	100,0	850,0	300,0	300,0
Расстояние до ближайшего препятствия вдоль поверхности Земли (км)	10	10	10	10	10	10	10
Заданные базовые потери при передаче (дБ)	222,3	215,9	209,8	215,9	215,9	222,3	209,8
Требуемое расстояние разноса (км)	527,0	327,0	152,0	452,0	192,0	397,0	262,0

РИСУНОК 6

Результаты для радиолокационной системы 2

Зависимость потерь от расстояния разноса между радиолокационной системой 2 и станциями фидерных линий ПСС

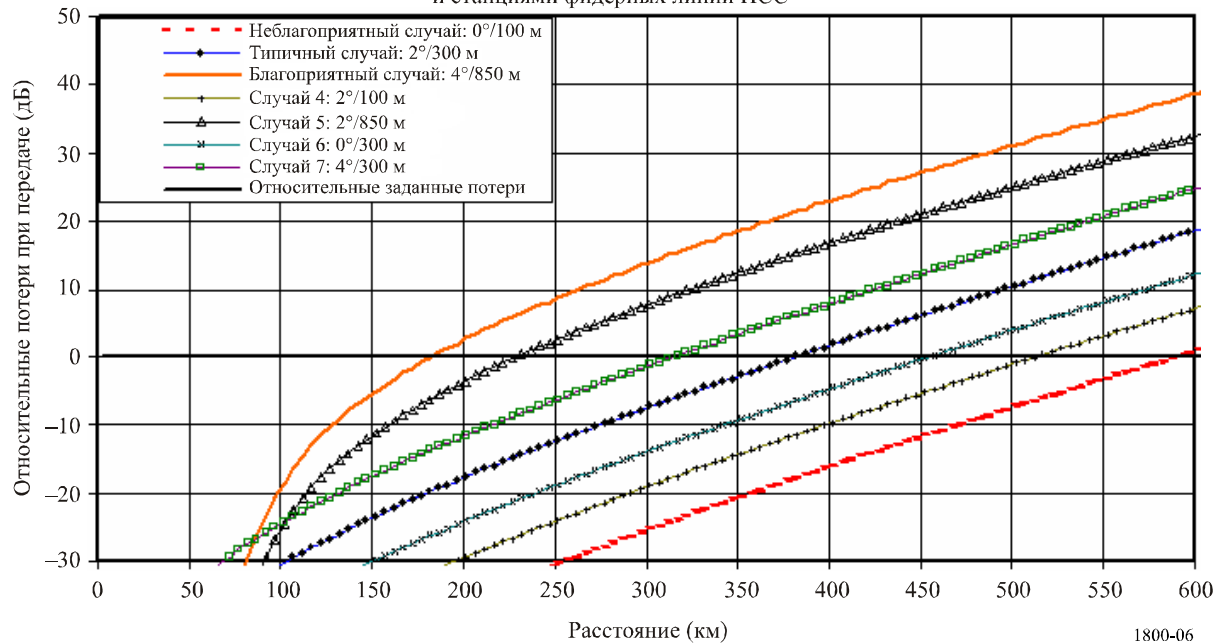


ТАБЛИЦА 7

Основные данные системы 2

	Неблагоприятный случай	Типичный случай	Благоприятный случай	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7
Радиочастота (ГГц)	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392
Уровень допустимой помехи для радиолокационной станции (дБ(Вт/100 кГц))	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0
Угол отведения антенны радара от станции ПСС (градусы)	0,0	2,0	4,0	2,0	2,0	0,0	4,0
Усиление антенны под углом места радара в направлении станции ПСС (дБи)	38,9	32,5	26,4	32,5	32,5	38,9	26,4
Высота центральной точки радара над уровнем местности (м)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Максимальная плотность э.и.и.м. станции ПСС в направлении горизонта (дБ(Вт/100 кГц))	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8
Эффективная высота антенны ПСС над уровнем местности (м)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Высота ближайшего препятствия над уровнем местности (м)	100,0	300,0	850,0	100,0	850,0	300,0	300,0
Расстояние до ближайшего препятствия вдоль поверхности Земли (км)	10	10	10	10	10	10	10
Заданные базовые потери при передаче (дБ)	227,7	221,3	215,2	221,3	221,3	227,7	215,2
Требуемое расстояние разноса (км)	592,0	382,0	187,0	517,0	232,0	457,0	317,0

РИСУНОК 7

Результаты для радиолокационной системы 3

Зависимость потерь от расстояния разноса между радиолокационной системой 3 и станциями фидерных линий ПСС

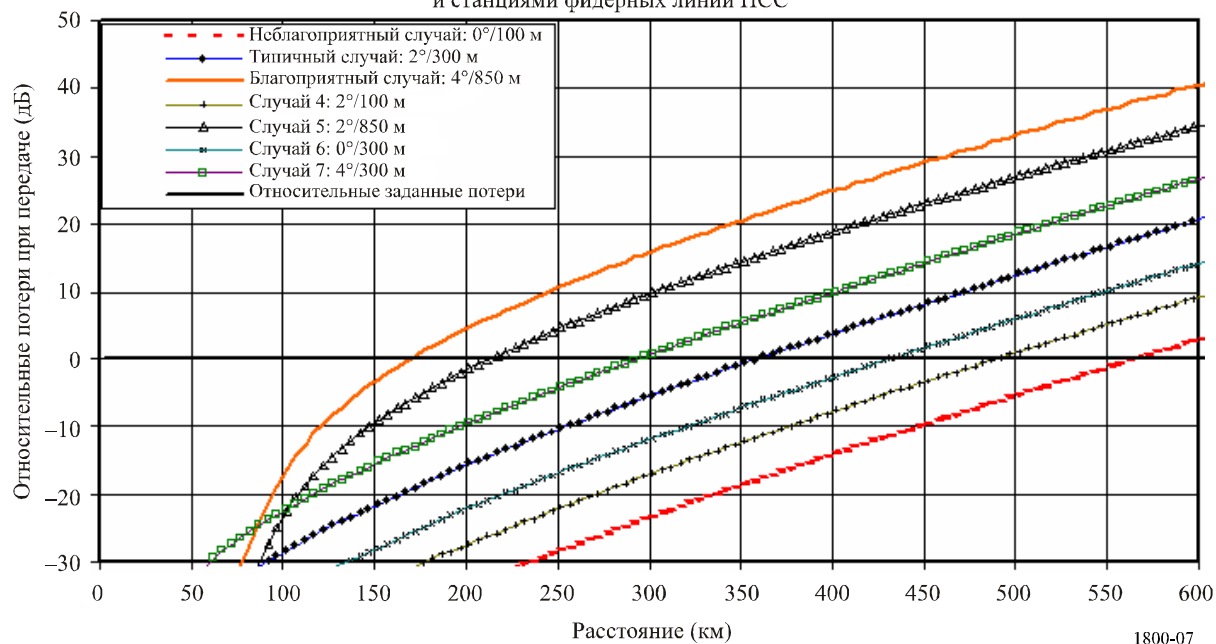


ТАБЛИЦА 8

Основные данные системы 3

	Неблагоприятный случай	Типичный случай	Благоприятный случай	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7
Радиочастота (ГГц)	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392
Уровень допустимой помехи для радиолокационной станции (дБ(Вт/100 кГц))	-155,3	-155,3	-155,3	-155,3	-155,3	-155,3	-155,3
Угол отведения антенны радара от станции ПСС (градусы)	0,0	2,0	4,0	2,0	2,0	0,0	4,0
Усиление антенны под углом места радара в направлении станции ПСС (дБи)	38,2	31,8	25,7	31,8	31,8	38,2	25,7
Высота центральной точки радара над уровнем местности (м)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Максимальная плотность э.и.и.м. станции ПСС в направлении горизонта (дБ(Вт/100 кГц))	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8
Эффективная высота антенны ПСС над уровнем местности (м)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Высота ближайшего препятствия над уровнем местности (м)	100,0	300,0	850,0	100,0	850,0	300,0	300,0
Расстояние до ближайшего препятствия вдоль поверхности Земли (км)	10	10	10	10	10	10	10
Заданные базовые потери при передаче (дБ)	225,7	219,3	213,2	219,3	219,3	225,7	213,2
Требуемое расстояние разноса (км)	567,0	362,0	172,0	492,0	217,0	432,0	297,0

РИСУНОК 8

Результаты для радиолокационной системы 4

Зависимость потерь от расстояния разноса между радиолокационной системой 4 и станциями фидерных линий ПСС

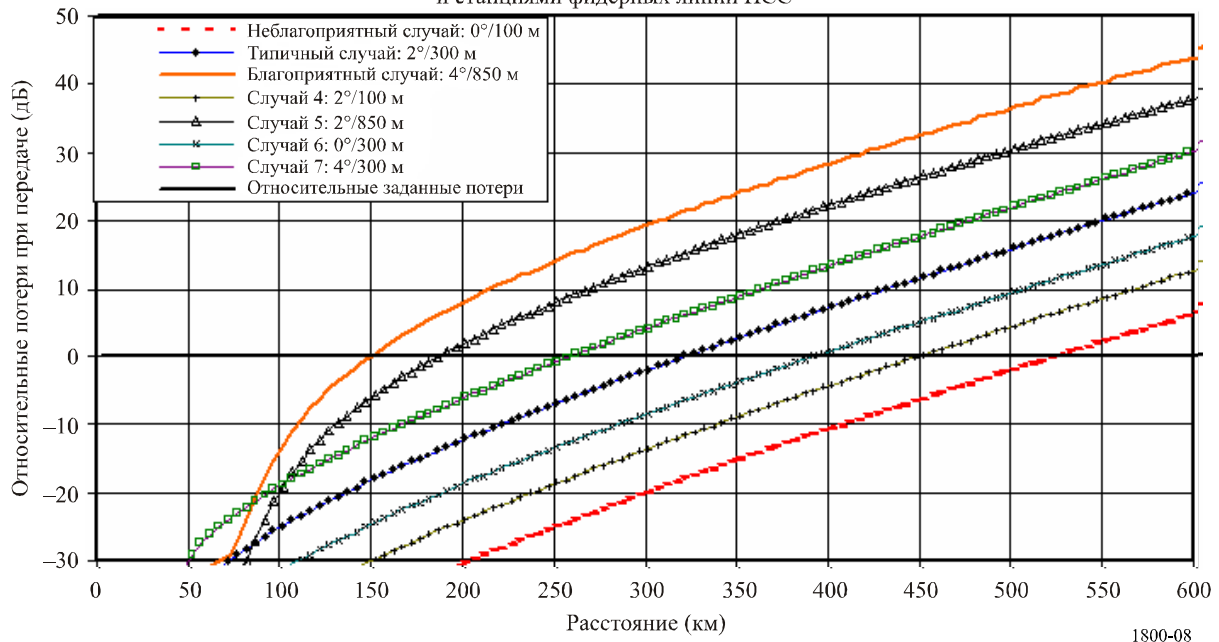


ТАБЛИЦА 9

Основные данные системы 4

	Неблагоприятный случай	Типичный случай	Благоприятный случай	Случай 4	Случай 5	Случай 6	Случай 7
Радиочастота (ГГц)	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392
Уровень допустимой помехи для радиолокационной станции (дБ(Вт/100 кГц))	-156,5	-156,5	-156,5	-156,5	-156,5	-156,5	-156,5
Угол отведения антенны радара от станции ПСС (градусы)	0,0	2,0	4,0	2,0	2,0	0,0	4,0
Усиление антенны под углом места радара в направлении станции ПСС (дБи)	32,5	26,1	20,0	26,1	26,1	32,5	20,0
Высота центральной точки радара над уровнем местности (м)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Максимальная плотность э.и.и.м. станции ПСС в направлении горизонта (дБ(Вт/100 кГц))	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8
Эффективная высота антенны ПСС над уровнем местности (м)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Высота ближайшего препятствия над уровнем местности (м)	100,0	300,0	850,0	100,0	850,0	300,0	300,0
Расстояние до ближайшего препятствия вдоль поверхности Земли (км)	10	10	10	10	10	10	10
Заданные базовые потери при передаче (дБ)	221,2	214,8	208,7	214,8	214,8	221,2	208,7
Требуемое расстояние разноса (км)	512,0	312,0	147,0	437,0	182,0	382,0	252,0

9 Выводы

В данном исследовании проанализирован ряд случаев с целью определить минимальное расстояние между земной станцией радара и станцией фидерной линии ПСС в полосе частот 1390–1392 МГц, чтобы не допустить вредных помех.

Как показывают полученные результаты, расстояние разноса для защиты радиолокационных приемников наземного базирования, действующих в диапазоне около 1,4 ГГц, от помех станций фидерных линий ПСС, меняется в пределах 150–600 км, в зависимости от рассматриваемого случая. Для трасс распространения, проходящих над крупными водоемами, вероятно потребуется, чтобы расстояния были больше.
