

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1799

Совместное использование частот подвижной службой и подвижной спутниковой службой в полосе частот 1668,4–1675 МГц

(2007)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации рассматриваются вопросы совместного использования частот подвижной службой и подвижной спутниковой службой (ПСС) в полосе частот 1668,4–1675 МГц и содержатся рекомендации относительно использования содержащейся в ней информации при планировании использования этой полосы частот.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что полоса частот 1668,4–1675 МГц распределяется подвижной службе и подвижной спутниковой службе (ПСС) (Земля-космос) на первичной основе;
- b) что в Резолюции 744 (ВКР-03) МСЭ-R предлагается изучить в срочном порядке и заблаговременно до ВКР-07 вопрос об использовании полосы 1668,4–1675 МГц подвижной службой, а также дополнить любые соответствующие исследования о совместном использовании этой полосы частот подвижной службой и ПСС, принимая меры к тому, чтобы избежать излишних ограничений для любой из служб;
- c) что в Приложении 7 Регламента радиосвязи (РР) содержатся методология и параметры для определения координационной зоны для подвижных земных станций в отношении потенциальных помех со стороны подвижных земных станций для подвижных станций;
- d) что в Статье 21 РР не содержится никаких ограничений э.и.и.м. для подвижных станций, которые распространялись бы на полосу частот 1668,4–1675 МГц;
- e) что исследования, касающиеся помех, создаваемых подвижными станциями для космических станций ПСС, содержатся в Приложении 1,

отмечая

- a) что исследования, содержащиеся в Приложении 1, продемонстрировали, что в полосе частот 1668,4–1675 МГц эксплуатация без ограничений некоторых подвижных систем и сетей ПСС не была бы совместимой;
- b) что использование полосы частот 1668–1675 МГц для каналов восходящей связи ПСС скорее всего должно обеспечиваться вместе с соответствующим каналом нисходящей связи в полосе частот 1518–1525 МГц,

признавая,

- a) что в Статье 21 РР содержатся пределы п.п.м., применяемые к системам ПСС в полосе частот 1518–1525 МГц и применяемые в некотором четко определенном географическом районе между 71° з. ш. и 125° з. ш., и что эти пределы препятствуют эксплуатации систем ПСС в этом географическом районе, а также не допускают использования некоторых местоположений орбиты сетями ПСС в этой же полосе частот;
- b) раздел *решает* Резолюции 744 (ВКР-03);
- c) что в п. 5.380 РР полоса частот 1670–1675 МГц определяется для систем передачи общественной корреспонденции с самолетами;

d) что, в соответствии с Приложением 1, некоторые типы подвижной связи создавали бы помехи для спутников ПСС сверх допустимого уровня,

рекомендует,

1 чтобы при планировании использования полосы частот 168,4–1675 МГц, принимались во внимание следующие положения:

- для обеспечения надлежащей защиты сетей ПСС, значение э.и.м. транспортируемых радиорелейных станций не должно превышать –27 дБВт в эталонной ширине полосы в 4 кГц в направлении геостационарной орбиты;
- эксплуатация некоторых типов подвижных систем, которые можно было бы предусмотреть для этой полосы частот, в соответствии с положениями Приложения 1, не было бы совместимым с использованием этой полосы службой ПСС.

Приложение 1

Расчет помех для оценки возможности совместного использования частот подвижной службой и подвижной спутниковой службой в полосе частот 1668,4–1675 МГц

1 Введение

В настоящем Приложении приводится расчет помех, основанный на имеющихся в настоящее время характеристиках подвижной службы и подвижной спутниковой службы.

2 Технические характеристики спутниковых приемников ПСС

Полоса частот 1668–1675 МГц распределена ПСС (Земля-космос), однако вряд ли сможет быть использована в Соединенных Штатах Америки, где планируется использование альтернативных наземных систем. Это и другие ограничения, которые могут существовать в других географических регионах мира, означают, что эта полоса частот вряд ли будет использоваться для систем ПСС с негеостационарной орбитой. В тех случаях, когда эта полоса используется службой ПСС, она, скорее всего, действует параллельно с полосой частот 1518–1525 МГц, которая распределена ПСС (космос-Земля) и которая подлжит требованиям о координации с рядом стран, эксплуатирующих наземные системы. Такое положение, вероятно, препятствует использованию полос частот нисходящей связи службами ПСС с "глобальными" лучами, а будет ограничиваться только системами, в которых используются спутниковые антенны с большим усилением и узкими точечными лучами.

Следовательно, полоса частот 1668–1675 МГц, скорее всего, будет использоваться системами ПСС с геостационарной орбитой, применяющими множество точечных лучей, представительные характеристики которых показаны в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Представительные параметры космической станции

Орбита	Геостационарная
Пиковое усиление антенны (дБи)	41
Поляризация	Круговая
Шумовая температура спутникового приемника (К)	501

В отношении критерия помех для исследований о совместном использовании частот подвижной службой и космическими станциями ПСС, предполагается, что любая помеха, воспринимаемая приемником на спутнике, будет иметь почти постоянный уровень мощности и поэтому используется "долгосрочный" критерий совместного использования, составляющий $6\% \Delta T/T$ или $I/N = -12$ дБ. Это значение используется в качестве порогового уровня для координации между системами ПСС с геостационарными орбитами и применялось также в рамках предыдущих исследований о совместном использовании, например, касающихся совместного использования частот подвижной службой и службой ПСС в полосе частот 2500–2690 МГц (см. Отчет МСЭ-R М.2041).

3 Расчет помех, создаваемых подвижными системами для спутникового приемника ПСС

3.1 Помехи, создаваемые транспортируемыми радиорелейными станциями

Транспортируемые радиорелейные станции применяются для обеспечения временной связи из пункта в пункт. Они действуют как часть службы подвижной связи.

В настоящее время эксплуатируется целый ряд различных систем, однако они, как правило, имеют схожие характеристики, которые допускают наличие единого набора представительных характеристик. Можно отметить, что все эти системы имеют широкие диапазоны настройки, например такие, как 1350–1850 МГц или 1350–2690 МГц. Что касается антенны транспортируемой радиорелейной станции, то ее диаметр может составлять примерно 1,2 м, что обеспечивает пиковое усиление около 24 дБи на частоте 1670 МГц. При использовании типовой конфигурации антенны в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R F.699 усиление боковых лепестков за пределами 48° составляет 1,8 дБи. Что касается мощности передатчика, то за представительную максимальную величину берется уровень в 7 дБВт. Для определения спектральной плотности мощности передатчика исходят из того, что максимальная мощность использовалась бы при высокоскоростных широкополосных несущих частотах и что соответствующая ширина полосы составляла бы около 2 МГц.

Представительные параметры транспортируемых радиорелейных станций показаны в таблице 2.

Рассматриваются три сценария:

Сценарий 1: Помехи, создаваемые боковыми лепестками передающей антенны для спутника с высоким углом места.

Сценарий 2: Помехи, создаваемые боковыми лепестками передающей антенны для спутника с низким углом места.

Сценарий 3: Помехи, создаваемые основными лепестками передающей антенны для спутника с низким углом места.

Результаты приводятся в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

Помехи, создаваемые транспортируемыми радиорелейными системами для космических станций ПСС

Параметры	Единица	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Частота	МГц	1 670	1 670	1 670
Угол места спутника	градусы	90	5	5
Расстояние	км	35 786	41 127	41 127
Потеря в свободном пространстве	дБ	188,0	189,2	189,2
Температура приемника спутника	К	501	501	501
Эталонная ширина полосы	кГц	4	4	4
Шум в эталонной ширине полосы	дБВт	-165,6	-165,6	-165,6

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

Параметры	Единица	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Критерий (<i>I/N</i>)	дБ	-12	-12	-12
Максимальное <i>I</i> в эталонной ширине полосы	дБВт	-177,6	-177,6	-177,6
Усиление спутниковой антенны	дБи	41	41	41
Дискриминация поляризации	дБ	3	3	3
Максимальное значение э.и.и.м. в эталонной ширине полосы	дБВт	-27,6	-26,4	-26,4
Подвижная станция				
Мощность передатчика	дБВт	7	7	7
Потери в фидере	дБ	0	0	0
Усиление антенны, направленной в сторону спутника	дБи	1,8	1,8	24,0
Ширина полосы	кГц	2 000	2 000	2 000
э.и.и.м. в эталонной ширине полосы	дБВт	-18,2	-18,2	4,0
Превышение уровня помех	дБ	9,4	8,2	30,4

В каждом сценарии рассматривается лишь один источник помех в пределах луча спутниковой антенны.

Во всех случаях уровень помех превышает критерий, а в случае Сценария 3, когда передающая антенна направлена в сторону спутника, превышение составляет около 30 дБ. Эти результаты свидетельствуют о том, что может потребоваться ограничение мощности и/или ориентации, чтобы надлежащим образом защитить спутниковый приемник.

Для того чтобы защитить спутниковый приемник в службе ПСС от вредных помех, необходимо было бы ограничить значение э.и.и.м. в направлении спутника до величины примерно -27 дБВт в эталонной ширине полосы в 4 кГц. Это значение предполагает наличие только одного источника помех, однако учитывая относительно низкую плотность транспортируемой радиорелейной системы, это предположение представляется вполне разумным.

3.2 Помехи, создаваемые системами общественной корреспонденции с самолетами

В соответствии с положениями п. 5.380 РР, полосы 1670–1675 МГц и 1800–1805 МГц предназначены для использования на всемирной основе теми администрациями, которые хотя осуществлять общественную корреспонденцию с самолетами. Такие системы уже более не предусматриваются, и представляется, что системы общественной корреспонденции с самолетами уже не представляют никакого интереса.

Однако п. 5.380 РР сохранен в соответствии с решениями ВКР-03 и соответственно существует возможность того, что такие системы могут эксплуатироваться. Характеристики наземных систем поддержания электросвязи с воздушными судами содержатся в Рекомендации МСЭ-R М.1040. Эта система была разработана с учетом того, что использование полосы 1670–1675 МГц станциями систем передачи общественной корреспонденции с самолетами ограничивается передачами со стационарных станций воздушной подвижной службы, причем станции наземного базирования должны использовать всенаправленные (в горизонтальной плоскости) антенны. Поэтому необходимо рассматривать лишь два сценария:

Сценарий 1: Помехи, создаваемые наземными системами поддержания электросвязи с воздушными судами, для спутника с высоким углом места.

Сценарий 2: Помехи, создаваемые наземными системами поддержания электросвязи с воздушными судами, для спутника с низким углом места.

Результаты приводятся в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3

Помехи, создаваемые станциями наземного базирования наземных систем поддержания электросвязи с воздушными судами, для космических станций ПСС

Параметры	Единица	Сценарий 1	Сценарий 2
Частота	МГц	1 670	1 670
Угол места спутника	градусы	90	5
Расстояние	км	35 786	41 127
Потеря в свободном пространстве	дБ	188,0	189,2
Температура приемника спутника	К	501	501
Эталонная ширина полосы	кГц	4	4
Шум в эталонной ширине полосы	дБВт	-165,6	-165,6
Критерий (I/N)	дБ	-12	-12
Максимальное I в эталонной ширине полосы	дБВт	-177,6	-177,6
Усиление спутниковой антенны	дБи	41	41
Дискриминация поляризации	дБ	3	3
Максимальное значение э.и.и.м. в эталонной ширине полосы	дБВт	-27,6	-26,4
Станция наземного базирования			
Мощность передатчика	дБВт	11	11
Потери в фидере	дБ	0	0
Усиление антенны, направленной в сторону спутника	дБи	0	8
Ширина полосы	кГц	22	22
э.и.и.м. в эталонной ширине полосы	дБВт	3,6	11,6
Превышение уровня помех	дБ	31,2	38,0

Значение мощности передатчика представляет собой максимальную величину, предусмотренную для станции наземного базирования "в пути". Другие категории станций наземного базирования имеют максимальную величину, которая на 10 дБ ниже, но, тем не менее, создает значительное превышение уровня помех. Эти результаты свидетельствуют о том, что любая станция наземного базирования в системе общественной корреспонденции с самолетами создавала бы уровень помех, превышающий критерий, для любого спутника в видимом спектре.

3.3 Помехи, создаваемые сотовыми или аналогичными системами подвижной связи высокой плотности

В полосе частот 1668,4–1675 МГц можно было бы предусмотреть использование сотовых или аналогичных систем подвижной связи высокой плотности. В одной стране полоса частот 1670–1675 МГц используется для систем подвижной связи высокой плотности, а еще одна страна планирует внедрить такую систему. Несмотря на то что в настоящее время использование таких систем ограничивается конкретным географическим регионом, с точки зрения регулирования ничто не препятствует внедрению таких систем на более широкой основе в будущем, и поэтому необходимо рассмотреть возможные последствия внедрения таких систем для систем ПСС.

Используемые в данном случае характеристики подвижной системы взяты из Отчета МСЭ-R М.2039, в котором содержатся характеристики наземных систем ИМТ-2000 для анализа совместного использования частот и уровня помех. Для базовых станций применяются технические характеристики типовой макросотовой базовой станции. Хотя фактические характеристики систем могут отличаться от используемых в данном случае, эти характеристики позволяют сделать широкие заключения относительно определяемого потенциала создаваемого уровня помех.

Рассматриваются четыре сценария:

Сценарий 1: Помехи, создаваемые подвижной станцией для спутника с высоким углом места ($\approx 45^\circ$).

Сценарий 2: Помехи, создаваемые подвижной станцией для спутника с низким углом места ($\approx 0^\circ$).

Сценарий 3: Помехи, создаваемые базовой станцией для спутника с высоким углом места ($\approx 45^\circ$).

Сценарий 4: Помехи, создаваемые базовой станцией для спутника с низким углом места ($\approx 0^\circ$).

Результаты приводятся в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4

Помехи, создаваемые другими системам подвижной связи для космических станций ПСС

Параметры	Единица	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4
Частота	МГц	1 670	1 670	1 670	1 670
Угол места спутника	градусы	45	0	45	0
Расстояние	км	37 412	42 164	37 412	42 164
Потеря в свободном пространстве	дБ	188,4	189,3	188,4	189,3
Температура приемника спутника	К	501	501	501	501
Эталонная ширина полосы	кГц	4	4	4	4
Шум в эталонной ширине полосы	дБВт	-165,6	-165,6	-165,6	-165,6
Критерий (I/N)	дБ	-12	-12	-12	-12
Максимальное I в эталонной ширине полосы	дБВт	-177,6	-177,6	-177,6	-177,6
Усиление спутниковой антенны	дБи	41	41	41	41
Дискриминация поляризации	дБ	3	3	3	3
Максимальное значение э.и.и.м. в эталонной ширине полосы	дБВт	-27,2	-26,3	-27,2	-26,3
Подвижная/базовая станция					
Мощность передатчика	дБВт	-6	-6	13	13
Потери в фидере	дБ	0	0	1	1
Усиление антенны, направленной в сторону спутника	дБи	0	0	-1 ⁽¹⁾	14 ⁽¹⁾
Ширина полосы	кГц	5 000	5 000	5 000	5 000
э.и.и.м. в эталонной ширине полосы	дБВт	-37,0	-37,0	-20,0	-5,0
Превышение уровня помех (один источник помех)	дБ	-9,7	-10,7	7,3	21,3
Превышение уровня помех (100 источников помех)	дБ	10,3	9,3	27,3	41,3

⁽¹⁾ Предполагается направленный вниз угол в $2,5^\circ$.

В каждом сценарии предусматривается создание помех только одним источником. На практике на одной частоте может работать множество передатчиков, что повышает общий уровень помех для спутника, причем это относится, в частности, к сетевым системам, основанным на многостанционном доступе с кодовым разделением (МДКР), о чем идет речь в данном случае. В качестве грубой оценки агрегированного уровня помех в последней строке приводится показатель превышения уровня помех, создаваемых 100 источниками помех, работающими одновременно на одной частоте.

Что касается Сценариев 1, 2 и 3, то можно отметить предполагаемый высокий уровень помех, создаваемых подвижной станцией или базовой станцией. Соответственно, использование такой сети подвижной связи препятствовало бы работе систем ПСС в одном и том же географическом районе.

Учитывая высокий уровень помех, особенно со стороны базовых станций ПС, чрезмерный уровень помех мог бы также создаваться и для систем ПСС, оказывающих услуги в соседних или прилегающих географических районах.

Что касается Сценария 4, то уровень помех в значительной мере превышает критерий и даже изоляция спутниковой антенны в 20–25 дБ не обеспечит достаточного сглаживания. Это означает, что в тех случаях, когда операции подвижной службы являются видимыми с низкого угла места спутника, его орбита не может быть использована для ПСС. Поэтому эксплуатация систем подвижной связи такого типа в какой-либо конкретной стране может воспрепятствовать операциям ПСС в других странах, даже расположенных на значительном географическом удалении. В этой связи спутник ПСС, вероятно, будет сталкиваться с уровнем помех, создаваемых непрогнозируемым расположением, который намного превышает критерий.

4 Выводы

Все рассмотренные системы подвижной связи потенциально могут создавать чрезмерные помехи для спутников ПСС. Для надлежащей защиты приемников на спутниках ПСС необходимо, чтобы общий уровень помех, создаваемых станциями подвижной службы, попадающих в спутниковый луч, не превышал –27 дБВт в эталонной широте полосы в 4 кГц.

В случае транспортируемых радиорелейных систем, которые используются в относительно небольшом количестве, уровень э.и.и.м. порядка –27 дБВт в эталонной ширине полосы в 4 кГц в направлении ГСО отвечал бы критериям защиты от помех ПСС (при существенном повышении риска, связанного с наличием нескольких источников помех, это значение необходимо было бы понизить).

Что касается систем общественной корреспонденции с самолетами, то, как представляется, чрезмерный уровень помех создавался бы для любого спутника ПСС, "видимого" со стороны воздушной станции наземного базирования.

Данное исследование подтверждает положения Отчета МСЭ-R М.2041 (в отношении полос частот порядка 2,5 ГГц) о том, что совместное использование частот системами ПСС с восходящими линиями связи и подвижной службой не представляется возможным в одном и том же географическом районе. Более того, помехи, создаваемые такими системами подвижной службы, могут оказаться вредными для любого "видимого" спутника, работающего в той же полосе частот. Следовательно, если бы использовались системы с характеристиками, аналогичными характеристикам, указанным в п. 3.3, то их воздействие на ПСС могло бы оказаться значительным и потенциально препятствовало бы использованию этой полосы частот службой ПСС.
