

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R S.2112-0 (01/2018)

Руководящие указания по проведению двусторонней координации для заключения явных соглашений в полосе частот 14,5–14,75 ГГц для стран Районов 1 и 2 или в полосе частот 14,5–14,8 ГГц для стран Района 3 в фиксированной спутниковой службе (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы для защиты всех существующих и планируемых систем распределенных служб в полосе 14,5–14,8 ГГц на территориях администраций, участвующих в таких соглашениях

**Серия S
Фиксированная спутниковая 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 МСЭ-R 1. 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	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская 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 МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2018 г.

© ITU 2018

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 S.2112-0¹

Руководящие указания² по проведению двусторонней координации для заключения явных соглашений в полосе частот 14,5–14,75 ГГц для стран Районов 1 и 2 или в полосе частот 14,5–14,8 ГГц для стран Района 3 в фиксированной спутниковой службе (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы для защиты всех существующих и планируемых систем распределенных служб в полосе 14,5–14,8 ГГц на территориях администраций, участвующих в таких соглашениях

(2018)

Сфера применения

ВКР-15 приняла распределения, позволяющие развертывать земные станции фиксированной спутниковой службы (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы, работающие в полосе частот 14,5–14,75 ГГц в некоторых странах Районов 1 и 2, перечисленных в Резолюции **163 (ВКР-15)**, и работающие в полосах частот 14,5–14,8 ГГц в некоторых странах Района 3, перечисленных в Резолюции **164 (ВКР-15)**. В связи с этим настоящая Рекомендация содержит руководящие указания для тех администраций, которые участвуют в двусторонней координации для заключения явных соглашений в рамках пункта **5.509E** РР, обеспечивая основу для обсуждения способа гарантировать защиту существующих и планируемых систем воздушной подвижной службы для всех участвующих администраций.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что ВКР-15 приняла распределения, позволяющие развертывать земные станции фиксированной спутниковой службы (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы, работающие в полосе частот 14,5–14,75 ГГц в некоторых странах Районов 1 и 2, перечисленных в Резолюции **163 (ВКР-15)**, и работающие в полосах частот 14,5–14,8 ГГц в некоторых странах Района 3, перечисленных в Резолюции **164 (ВКР-15)**;
- b)* что явным намерением решения ВКР-15 является защита существующих и планируемых систем, работающих в полосе 14,5–14,75 ГГц в Районах 1 и 2 и в полосе 14,5–14,8 ГГц в Районе 3 в соответствии с пунктом **5.509F** РР;
- c)* что для администраций, перечисленных в Резолюции **163 (ВКР-15)** или в Резолюции **164 (ВКР-15)**, согласован набор технических и эксплуатационных ограничений в соответствии с пунктами **5.509B**, **5.509C**, **5.509D** и **5.509E** РР;
- d)* что в числе указанных выше технических и эксплуатационных ограничений пункт **5.509E** РР требует, чтобы в фиксированной спутниковой службе (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы, работающей в полосе частот 14,5–14,75 ГГц в странах, перечисленных в Резолюции **163 (ВКР-15)**, и в полосе частот 14,5–14,8 ГГц в странах, перечисленных в Резолюции **164 (ВКР-15)**, местоположение земной станции обеспечивало расстояние разноса не менее 500 км от границы (границ) других стран, если только участвующие администрации явным образом не договорились о меньшем расстоянии;

¹ Настоящая Рекомендация должна быть доведена до сведения 5-й Исследовательской комиссии МСЭ-R.

² Порядок действий, описанный в настоящем руководящем документе, не снижает объема ответственности администраций за соблюдение обязательных положений Регламента радиосвязи.

e) что расстояние разноса 500 км от границы (границ) других стран вытекает из необходимости обеспечить защиту существующих и планируемых систем с учетом типовых характеристик земных станций фиксированной спутниковой службы (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы;

f) что администрациям, перечисленным в Резолюции **163 (ВКР-15)** или в Резолюции **164 (ВКР-15)**, предоставляется возможность изменить расстояние 500 км путем двусторонней координации с целью заключения явных соглашений между всеми участвующими администрациями с учетом конкретных характеристик земных станций фиксированной спутниковой службы (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы, а также конкретного рельефа местности на территориях участвующих администраций;

g) что при обсуждении любой двусторонней координации для заключения такого явного соглашения следует проявлять должную осторожность, с тем чтобы гарантировать защиту всех существующих и планируемых операций фиксированной службы, подвижной службы, включая воздушную подвижную службу, и других служб;

h) что в пункте **5.509D** РР предусмотрены специальный механизм и критерии п.п.м. для обеспечения защиты всех существующих и планируемых операций фиксированной службы и подвижной службы, включая станции воздушной подвижной службы, работающие над международными водами, которые можно охарактеризовать как исключаящие возможность проведения двусторонней координации для заключения явного соглашения ввиду отсутствия территории любой другой администрации на расстоянии 500 км;

i) что руководящие указания определяют, как администрациям следует осуществлять двустороннюю координацию для заключения явных соглашений с гарантией защиты всех существующих и планируемых систем на их территориях в пределах сухопутной границы,

признавая,

a) что в настоящее время в Регламенте радиосвязи отсутствуют руководящие указания для тех администраций, намеренных принять участие в двусторонней координации для заключения явных соглашений, перечисленных в Резолюции **163 (ВКР-15)** или в Резолюции **164 (ВКР-15)**;

b) что если не организовать и не провести такую двустороннюю координацию для заключения явных соглашений самым тщательным образом, это может привести к появлению сценариев, при которых возможно воздействие на одну или несколько существующих или планируемых систем на территории администраций, участвующих в такой двусторонней координации;

c) что такая двусторонняя координация для заключения явных соглашений при ее надлежащей организации и проведении с учетом конкретных характеристик земной станции фиксированной спутниковой службы (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы, а также конкретного рельефа местности на территориях участвующих администраций может привести к созданию действенных механизмов ослабления влияния помех для обеспечения защиты существующих и планируемых систем на территориях всех участвующих администраций даже при расстоянии разноса меньше 500 км;

d) что ВКР-15 поручила Бюро радиосвязи разработать программный инструмент, способный подтвердить, что предел плотности потока мощности, о котором говорится в пункте a) раздела *отмечая*, соблюдается,

отмечая,

a) что в пункте **5.509D** РР сказано, что прежде чем администрация введет в действие земную станцию фиксированной спутниковой службы (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы, работающую в полосе частот 14,5–14,75 ГГц в некоторых странах Районов 1 и 2, перечисленных в Резолюции **163 (ВКР-15)**, и в полосе частот 14,5–14,8 ГГц в некоторых странах Района 3, перечисленных в Резолюции **164 (ВКР-15)**, она должна обеспечить, чтобы п.п.м., производимого этой земной станцией, не превышала $-151,5 \text{ дБ(Вт/(м}^2 \cdot 4 \text{ кГц))}$, что соответствует критерию $I/N - 6 \text{ дБ}$, для защиты воздушного бортового приемника на всех высотах от 0 до 19 000 м над уровнем моря на расстоянии 22 км в сторону моря от всех побережий, которые

определяются как отметка нижнего уровня воды, официально признанная каждым прибрежным государством;

b) что согласно пункту **5.509E** РР, прежде чем администрация введет в действие земную станцию фиксированной спутниковой службы (Земля-космос) не для фидерных линий радиовещательной спутниковой службы, работающую в полосе частот 14,5–14,75 ГГц в некоторых странах Районов 1 и 2, перечисленных в Резолюции **163 (ВКР-15)**, и в полосе частот 14,5–14,8 ГГц в некоторых странах Района 3, перечисленных в Резолюции **164 (ВКР-15)**, она должна обеспечить расстояние разнесения не менее 500 км (без учета препятствий, создаваемых рельефом местности) от сухопутных границ других стран для защиты воздушных бортовых и транспортируемых наземных приемников, если только соответствующие администрации явным образом не договорились о меньшем расстоянии;

c) что данное предельное значение п.п.м. $-151,5$ дБ (Вт/(м² · 4 кГц)), производимого на всех высотах от 0 до 19 000 м над уровнем моря, вытекает из необходимости гарантировать защиту всех существующих и планируемых операций фиксированной службы, подвижной службы и воздушной подвижной службы (в частности, бортовых приемников);

d) что при известном местоположении земной станции ФСС, в целях соответствия критерию защиты от помех $I/N -6$ дБ для воздушного бортового приемника (на высоте от 0 до 19 000 м над уровнем земли или моря) или транспортируемого наземного приемника (на высоте от 0 до 15 м над уровнем земли), расстояние разнесения от земной станции ФСС и границ других стран может быть менее 500 км в зависимости от ландшафта и сценария наведения антенны земной станции ФСС по отношению к сухопутным границам других стран;

e) что использование предела п.п.м. или других методов в качестве руководящего указания для двусторонней координации не отменяет обязательств по выполнению набора технических и эксплуатационных требований согласно пунктам **5.509B**, **5.509C**, **5.509D** и **5.509E** РР, причем пункт **5.509E** РР применяется к более короткому расстоянию, полученному в результате любой двусторонней координации для заключения явных соглашений;

f) что руководящие указания в отношении п.п.м. основаны на существующих технических характеристиках и критериях защиты ВПС (Рекомендация МСЭ-R М.2089-0) и ПС (Рекомендация МСЭ-R М.2068-0);

g) что предел п.п.м. зависит от соответствующего местоположения земной станции ФСС относительно территории страны, с которой предполагается осуществлять двустороннюю координацию,

рекомендует

1 использовать в качестве руководства для уменьшения минимального расстояния 500 км от сухопутной границы, определенного в пункте **5.509E** РР, значение п.п.м., создаваемого на любой высоте от 0 до 19 000 м над уровнем земли, которое не превышает $-151,5$ дБ (Вт/(м² · 4 кГц)), для всех конфигураций, когда линия прямой видимости между земной станцией ФСС и положением спутника ГСО не пересекает ниже высоты 8850 м воздушное пространство любых администраций, не указанных в Резолюциях **163 (ВКР-15)** и **164 (ВКР-15)**, но участвующих в двусторонних собраниях;

2 использовать в качестве руководства для уменьшения минимального расстояния 500 км от сухопутной границы, определенного в пункте **5.509E** РР, значение п.п.м., создаваемого на любой высоте от 0 до 19 000 м над уровнем земли, которое не превышает $-151,5$ дБ (Вт/(м² · 4 кГц)), для всех конфигураций, когда линия прямой видимости между земной станцией ФСС и положением спутника ГСО пересекает ниже высоты 8850 м воздушное пространство любых администраций, не указанных в Резолюциях **163 (ВКР-15)** и **164 (ВКР-15)**, но участвующих в двусторонних собраниях, и земная станция ФСС расположена на расстоянии более 17 км от любой части границы страны, осуществляющей двустороннюю координацию;

3 использовать в качестве руководства для уменьшения минимального расстояния 500 км от сухопутной границы, определенного в пункте **5.509E** РР, значение п.п.м., создаваемого на любой высоте от 0 до 19 000 м над уровнем земли, которое не превышает $-151,5$ дБ (Вт/(м² · 4 кГц)), и значение п.п.м., создаваемого на любой высоте от 0 до 15 м над уровнем земли, которое не

превышает $-170,2$ дБ (Вт/(м² · 4 кГц)), для защиты наземных станций ВПС, для всех конфигураций, когда линия видимости между земной станцией ФСС и положением спутника ГСО пересекает ниже высоты 8850 м воздушное пространство любых администраций, не указанных в Резолюциях **163 (ВКР-15)** и **164 (ВКР-15)**, но участвующих в двусторонних собраниях, и земная станция ФСС расположена на расстоянии менее 17 км от любой части границы страны, осуществляющей двустороннюю координацию;

4 что в качестве альтернативы расстоянию до 17 км, упомянутому выше в пунктах 2 и 3 раздела *рекомендует*, которое действует для угла места земной станции ФСС 10 градусов, если какая-либо из администраций пожелает выполнить более точный географический анализ, она может использовать уравнение (1) из Приложения 2 для получения эталонного значения расстояния (в километрах) развертывания земной станции ФСС от сухопутной границы страны, не указанной в Резолюциях **163 (ВКР-15)** и **164 (ВКР-15)**, но участвующей в двусторонних собраниях;

5 корректировать уровни п.п.м., указанные в вышеизложенных пунктах раздела *рекомендует*, при последующих изменениях в Рекомендациях МСЭ-R М.2089-0 и МСЭ-R М.2068-0 критерия *I/N* для защиты ВПС или других применимых параметров, влияющих на эти уровни;

6 администрациям, участвующим в такой двусторонней координации для заключения явных соглашений, использовать инструменты, разработанные Бюро для проверки соблюдения пункта **5.509D** РР в контексте настоящей Рекомендации.

Приложение 1

Формулы для преобразования значения *I/N* в значение п.п.м. для защиты воздушных бортовых и транспортируемых наземных приемников воздушной подвижной службы

Предел плотности потока мощности (п.п.м.*limit*), упомянутый в пунктах 1–4 раздела *рекомендует* для защиты бортовых приемников и транспортируемых наземных приемников, работающих на земле в составе воздушной подвижной службы (ВПС), получен с использованием следующих формул и параметров из таблицы 1, вытекающих из Рекомендаций МСЭ-R М.2089-0 (ВПС) и МСЭ-R М.2068-0 (ПС).

$$pfd_{limit} = I/N_{AMS} + N_T - A_{eff} + 10 \log(4/1000) \quad (\text{дБ(Вт/м}^2\text{)/4 кГц}),$$

где:

I/N_{AMS} : критерий *I/N* для защиты ВПС (дБ) = -6 дБ;

N_T^3 : уровень мощности шума приемной системы станции = $k T B$ (Вт);

k : постоянная Больцмана = $1,38 = 10^{-23}$ (Дж/К);

T : эффективная шумовая температура приемной системы станции ВПС (T рассчитывается по следующей формуле:

$$10 \log T = NF + 10 \log T_0,$$

где NF (дБ) – коэффициент шума приемника, а значение T_0 следует считать равным 290 К);

³ Различные методы расчета мощности шума (N_T), основанные на коэффициенте шума, могут привести к разнице в 1 дБ. По этой причине приведенные здесь мощность шума приемной системы станции и расчетное значение *I/N* отличаются примерно на 0,7 дБ от модели, использованной на ВКР-15.

- B : эталонная ширина полосы = 1 МГц;
- A_{eff} : эффективная апертура в $1 \text{ м}^2 = R_{xGain} \lambda^2 / (4 \pi)$;
- R_{xGain} : коэффициент усиления приемной антенны ВПС в направлении земной станции ФСС (дБи);
- λ : длина волны = $3 \cdot 10^8 / freq$ (м);
- $freq$: частота (Гц).

ТАБЛИЦА 1

Параметры, используемые для определения предела п.п.м. для защиты бортовых и транспортируемых наземных приемников ВПС в сценарии помех вследствие связи главных лепестков

Параметр	ЗС ФСС → наземный приемник ВПС	ЗС ФСС → бортовой приемник ВПС	Единица изм.
Коэффициент усиления приемной антенны ВПС в направлении земной станции ФСС	45	27	дБи
Коэффициент шума приемника ВПС	4	4	дБ
Критерий I/N для защиты ВПС	-6	-6	дБ

Приложение 2

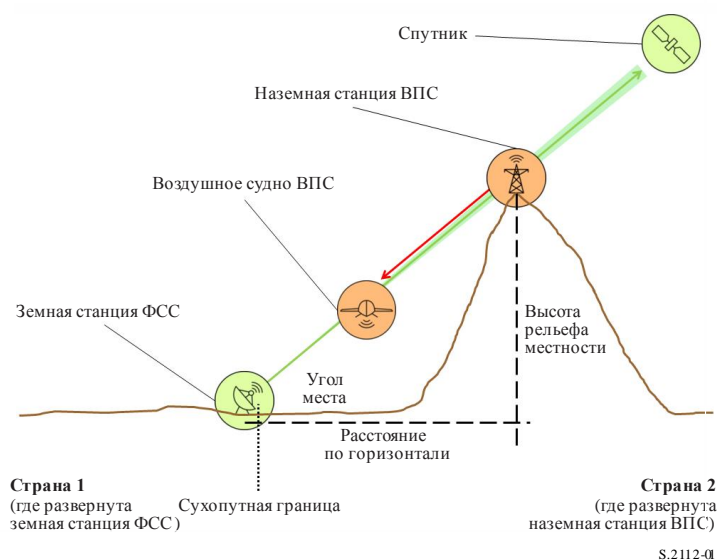
Рассмотрение сценария помех вследствие связи главных лепестков антенн наземной станции ВПС и земной станции ФСС при минимальном значении угла места 10 градусов

Сфера применения настоящего Приложения заключается в оценке риска возникновения помех вследствие связи главных лепестков антенн земной станции ФСС и наземной станции ВПС, когда земная станция ФСС развернута на территории любой из стран, перечисленных в Резолюциях 163 (ВКР-15) и 164 (ВКР-15), и расположена вблизи сухопутной границы любой страны.

Как показано на рисунке 1, помехи вследствие связи главных лепестков могут возникать только тогда, когда наземная станция ВПС развернута и работает на достаточной высоте, так чтобы воздушное судно ВПС могло лететь ниже соответствующей наземной станции в воздушном пространстве, ограниченном границей страны, в которой развернута земная станция ФСС, и высотой рельефа местности, на которой развернута наземная станция ВПС.

РИСУНОК 1

Конфигурация, при которой могут возникнуть помехи вследствие связи главных лепестков антенн земной станции ФСС и наземной станции ВПС



В данном Приложении рассматривается конфигурация, когда требуется учитывать помехи вследствие связи главных лепестков для антенны наземной станции ВПС.

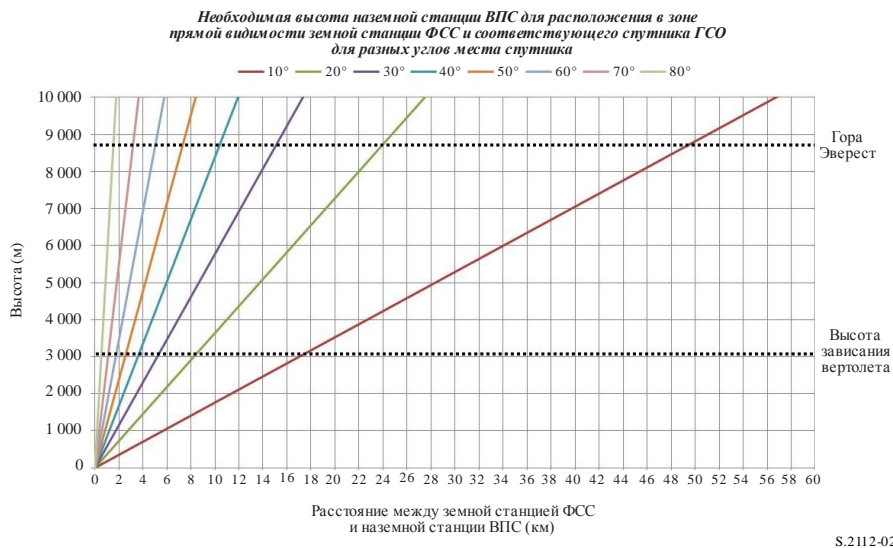
1 Рассмотрение условий эксплуатации и требований к земным станциям ФСС, развернутым в странах, перечисленных в Резолюциях 163 (ВКР-15) и 164 (ВКР-15)

Для сухопутных границ всех администраций можно вывести некоторые тригонометрические формулы для определения минимальной высоты рельефа местности, где должна быть установлена наземная станция ВПС, с тем чтобы на нее могли воздействовать помехи главного лепестка антенны любой земной станции ФСС, с учетом того что любая работающая земная станция ФСС может "видеть" спутник ГСО с минимальным углом места 10 градусов и что самый высокий пик на Земле достигает высоты 8850 м (хотя ясно, что на вершине Эвереста вряд ли будет установлена какая-нибудь наземная станция ВПС).

На рисунке 2 приведены результаты для всех значений угла места от 10 до 80 градусов и для случаев, когда расстояние по горизонтали между земной станцией ФСС и наземной станцией ВПС составляет от 0 (совместное расположение) до 60 км. Азимут в этом расчете не играет никакой роли, поскольку вычисляется тригонометрическое линейное расстояние и оно не зависит от значений азимута. Для всех случаев рассчитывается минимальная высота рельефа местности (разность между высотой земной станции ФСС и высотой наземной станции ВПС), чтобы наземная станция ВПС имела возможность находиться на линии прямой видимости между земной станцией ФСС и спутником на ГСО.

РИСУНОК 2

Минимальные требования к конфигурации для сценария помех вследствие связи главных лепестков, описанного на рисунке 1



Из рисунка 2 видно, что даже без проведения более глубоких исследований можно утверждать, что конфигурация, предложенная на рисунке 1, может иметь место лишь тогда, когда требуемая высота наземной станции ВПС находится в зоне прямой видимости земной станции ФСС, а связанный с ней спутник ГСО находится ниже предполагаемой высоты наземной станции ВПС. Если наземная станция ВПС расположена на вершине горы Эверест, а предполагаемая земная станция ФСС передает из положения с углом места 10 градусов, то эта земная станция ФСС должна располагаться в 50 км от наземной станции ВПС. При высоте с углом места 40 градусов это расстояние уменьшается примерно до 10 км.

Кроме того, при более тщательном рассмотрении, признав уникальность случая, соответствующего расстоянию 50 км, можно сделать более точную оценку. На самом деле можно отметить, что самые высокие точки рельефа местности на планете, которые находятся в пределах 500 км от сухопутной границы какой бы то ни было страны, соседствующей с любой из 39 стран, перечисленных в Резолюциях **163 (ВКР-15)** и **164 (ВКР-15)**, на разных континентах – это гора Аконкагуа (6961 м) в Южной Америке, Эльбрус (5642 м) в Центральной Евразии и гора Пунчак-Джая (4884 м) в Океании. Поэтому можно рассчитать расстояние в километрах, где может быть установлена земная станция ФСС, при условии, что наземная станция ВПС установлена на этих горных вершинах, и в предположении, что земная станция ФСС работает с углом места 10 градусов (минимальный рабочий угол места для передач в диапазоне частот 14,5–14,8 ГГц). Результирующее минимальное расстояние от горы Аконкагуа составляет 39 км, от Эльбруса – 32 км, от горы Пунчак-Джая – 28 км.

Можно также учесть, что максимальная высота зависания любого вертолета составляет 10 000 футов, что соответствует примерно 3050 м. Это означает, что ни один вертолет не сможет перенести наземную станцию ВПС для установки на вершину горы выше 3050 м. Таким образом, можно рассчитать минимальное расстояние, за пределами которого сценарий создания помех вследствие связи главных лепестков является геометрически невозможным, и результат составляет приблизительно 17 км.

Ввиду вышеизложенного можно сделать вывод, что если соблюдается условие минимального расстояния 17 км до земной станции ФСС, то подход использования п.п.м. в качестве руководящего указания для уменьшения расстояния 500 км от сухопутных границ полностью оправдан без необходимости рассматривать помехи вследствие связи главных лепестков антенн земной станции ФСС и наземной станции ВПС.

Также для более детальной оценки каждой администрации, желающей участвовать в двусторонних координационных собраниях, предлагается использовать приведенную ниже формулу для определения соответствующего минимального расстояния по горизонтали до своей сухопутной

границы, которое может отличаться от 17 км, и, следовательно, места размещения земных станций ФСС; на самом деле эта формула позволяет администрациям учитывать очень специфические условия рельефа местности (то есть максимальную высоту) на своих территориях:

$$dist = alt / (1\ 000 \cdot \tan(elev)), \quad (1)$$

где:

dist : требуемое расстояние (в километрах) места установки земной станции ФСС от сухопутной границы страны, не включенной в Резолюции **163** и **164 (ВКР-15)**, но участвующей в двусторонних собраниях, с учетом сценария помех вследствие связи главных лепестков;

alt : максимальная высота развертывания наземной станции ВПС (м);

elev : угол места (в градусах) предполагаемой наземной станции ФСС, который необходимо обеспечить.

В любом случае важно также заметить, что сценарий создания помех вследствие связи главных лепестков, показанный на рисунке 1, возможен только в том случае, если имеет место идеальное выравнивание трехмерных линий прямой видимости между земной станцией ФСС и спутником и между наземной станцией ВПС и воздушным судном. Это связано с тем, что луч земной станции ФСС имеет очень высокую направленность (усиление) в силу требуемого минимального диаметра антенны 6 м, связанного с рабочей частотой 14,5–14,8 ГГц.

2 Влияние конфигурации антенны воздушного судна ВПС

Еще один очень важный момент, который следует учитывать, заключается в том, что бортовая антенна для связи с наземной станцией ВПС установлена на нижней, а не на верхней поверхности воздушного судна ВПС. На рисунке 1 видно, что для достижения данной конфигурации воздушное судно ВПС должно лететь на значительно меньшей высоте, чем высота размещения наземной станции ВПС, а это создает серьезную угрозу для качества их связи между собой, поскольку корпус воздушного судна ВПС становится постоянным препятствием на линии связи с наземной станцией ВПС.
