|  |  |
| --- | --- |
| **Всемирная конференция радиосвязи (ВКР-15) Женева, 2–27 ноября 2015 года** |  |
| **МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ** |  |
|  |  |
| **КОМИТЕТ 4** | **Дополнительный документ 1 к Документу 8(Add.5)-R** |
|  | **2 ноября 2015 года** |
|  | **Оригинал: английский** |
| Общие предложения Регионального содружества в области связи | |
| ПРЕДЛОЖЕНИЯ, которые следует добавить К РЕЗУЛЬТАТАМ исследований по пункту 1.5 повестки дня вкр-15 | |
| Технические и эксплуатационные характеристики, помеховая обстановка и регламентарные условия, связанные с использованием распределенных фиксированной спутниковой службе полос частот, к которым не применяются Приложения 30, 30A и 30B, для управления и связи, не относящейся к полезной нагрузке, беспилотных авиационных систем в необособленном воздушном пространстве | |
| Пункт 1.5 повестки дня ВКР-15 | |

Введение

В Приложении 7 "Исследования совместного использования частот в части, касающейся воздействия излучений передатчиков земных станций фиксированной спутниковой службы, установленных на борту беспилотных воздушных судов, на действующие наземные службы для линии 3" к проекту нового Отчета МСЭ-R M.[UAS-FSS] (Документ 5B/886), приведены маски допустимой плотности потока мощности помех, создаваемой передатчиками БАС, в пределах указанной полосы частот, на поверхности Земли в точке местоположения антенны станции ФС в диапазоне возможных значений углов прихода помехи относительно горизонта. Параметры этих масок указаны только для критериев допустимых кратковременных помех для станций ФС в полосах частот 14−14,47 ГГц и 27,5−29,5 ГГц с вероятностью помех на уровне не более 0,0001–0,001% времени. Кроме того, в документе отсутствуют данные об уровнях плотности потока мощности помех, создаваемых передатчиками БАС. Таким образом, оценить уровень защиты станции ФС от помех, создаваемых станциями БАС, по-видимому, не представляется возможным.

Предложение

В представленном вкладе содержаться результаты исследований, проведенных с целью оценки уровней защиты станций ФС от помех, создаваемых станциями БАС, с использованием масок допустимой плотности потока мощности помех, создаваемой передатчиками БАС, которые указаны для критериев приемлемых как кратковременных, так и долговременных помех, когда вероятность помех составляет не более 20% времени. Кроме того, учитываются помехи для станций ФС, создаваемые одиночной БАС, находящейся на линии прямой видимости на расстоянии до 138 км от станции ФС, когда высота полета БАС составляет 3000 футов, и до 327 км, когда высота полета БАС составляет 19 000 футов. Результаты исследований, приведенные в Приложении, предлагается учитывать в ходе обсуждений по пункту 1.5 повестки дня ВКР-15.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Предложения, которые следует добавить к результатам исследований по пункту 1.5 повестки дня ВКР-15

Технические и эксплуатационные характеристики, помеховая обстановка и регламентарные условия, связанные с использованием распределенных фиксированной спутниковой службе полос частот, к которым не применяются Приложения 30, 30A и 30B, для управления и связи, не относящейся   
к полезной нагрузке, беспилотных авиационных систем   
в необособленном воздушном пространстве

Пункт 1.5 повестки дня ВКР-15

# 1 Введение

В предложениях, которые следует добавить к результатам исследований в проекте нового Отчета МСЭ-R M.[UAS-FSS], содержаться результаты оценки уровней защиты станции ФС от помех, причиняемых станциями БАС, с использованием масок приемлемой плотности потока мощности помех, создаваемой передатчиками БАС, которые указаны как для критериев допустимых кратковременных помех станциям ФС (в полосе частот 14–14,47 ГГц в соответствии с критерием *I/N* < +20 дБ при *p* = 0,0001% согласно Рекомендации МСЭ-R F.1494, в полосе частот 27,5−29,5 ГГц в соответствии с критерием *I/N*< + 9 дБ при *p* = 0,001% согласно Рекомендации МСЭ-R SF.1719), так и для критериев допустимых долговременных помех станциям ФС (в полосах частот 14−14,47 ГГц и 27,5−29,5 ГГц в соответствии с критерием *I/N*< −10 дБ при *p* = 20% согласно Рекомендации МСЭ‑R F.758). При этом учитываются помехи станциям ФС, создаваемые одиночной БАС, находящейся на линии прямой видимости на расстоянии до 138 км от станции ФС, когда высота полета БАС составляет 3000 футов, и до 327 км, когда высота полета БАС составляет 19 000 футов.

# 2 Сценарии для оценки совместимости передающей станции БАС, работающей на линии Земля-космос, с приемниками ФС в полосе частот 14−14,47 ГГц и 27,5−29,5 ГГц

На Рисунке 1 представлен сценарий воздействия помехи от одиночной БАС при маршруте ее движения по азимутальному направлению главного луча антенны станции ФС (БАС1) и азимутальным направлениям боковых и заднего лепестков диаграммы направленности антенны станции ФС (БАС2‑БАС5).

Рисунок 1

Сценарий воздействия помехи от одиночной БАС при маршруте ее движения по азимутальному направлению главного луча антенны станции ФС Rx и азимутальным направлениям боковых и заднего лепестков диаграммы направленности антенны станции ФС Rx-Tx, когда станция ФС находится на линии прямой видимости БАС при высотах ее полета h1Tx = 3000 футов и h2Tx= 19 000 футов

**R = 138 км**

**S1 = 59 828,5 км2**

**hTx = 3 000 футов (914 м)**

**ФС**

**БАС4**

**БАС5**

**БАС3**

**БАС2**

**БАС1**

**hRx= 10 м**

**Rx-Tx**

**Rx-Tx**

**R = 327 км**

**S1 = 335 927,4 км2**

**hTx = 19 000 футов (5 791 м)**

**Rx**

**Rx**

На Рисунке 2 представлен сценарий воздействия помехи от одиночной БАС при маршруте ее движения в прямой видимости станции ФС при изменении в данном случае угла прихода помехи Rx‑Tx относительно горизонта.

Рисунок 2

Сценарий воздействия помехи от одиночной БАС при маршруте ее движения в прямой видимости станции ФС при изменении в данном случае угла прихода помехи Rx-Tx относительно горизонта

**Rx-Tx**

**Rx-Tx**

**БАС**

**ФС**

**hTx**

**R2**

**R1**

**Rx-Tx**

**hRx**

**R3**

**1**

**2**

**3**

**d2**

**d1**

**d3**

# 3 Исходные данные и допущения

Параметры передающей станции БАС, работающей на линии Земля-космос в полосах частот 14−14,47 ГГц и 27,5−29,5 ГГц, используемые для оценки помехи от станции БАС приемникам станций ФС, представлены в Таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Параметры изучаемой передающей земной станции на борту беспилотного воздушного судна   
в полосах частот 14,0−14,47 и 27,5−29,5 ГГц

| Параметр | Единица измерения | Полоса(ы) частот | Значение | Источник |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметры антенн | м | Обе | Малый (М) = 0,45 Средний (С) = 0,80 Большой (Б) = 1,25 | Приложение 1  Изучены только антенны малого и большого диаметров |
| Ширина полосы канала передачи (Tx) | кГц | Обе | 250 |  |
| Диапазон частот передачи (Tx) (оценка) | ГГц | 14,0−14,47 | 14,4 |  |
| Диапазон частот передачи (Tx) (оценка) | ГГц | 27,5−29,5 | 28,5 |  |
| Плотность э.и.и.м. | дБВт/250 кГц | 14,0−14,47 ГГц | М, С, Б = 43,78; 53,78; 57,68 | Изучены только антенны малого и большого диаметров, которые определены в Приложении 1 |
| Плотность э.и.и.м. | дБВт/250 кГц | 27,5−29,5 ГГц | М, С, Б = 42,38; 44,48; 48,08 | Изучены только антенны малого и большого диаметров, которые определены в Приложении 1 |
| Диаграммы направленности антенн |  | Огибающая максимумов боковых лепестков – функция Бесселя | *G*(φ)= *G*max – 30log(*D*/λ sinφ) − 0,86 дБи для 10º≤ φ ≤ 90º  *G*(φ)= *G*max – 30log(*D*/λ) − 10,86 дБи для 90º≤ φ ≤ 180º | Применено в Приложениях 2, 3, 4 и 5 |
|  | S.580-APL-UM001 | Рек. S.580 для *D*/λ > = 100; BR-IFIC APL APEREC015V01 для *D*/λ < 100; | Применено в Приложениях 4 и 5 |
| Высота | Фут, над уровнем земли | Обе | 3 000 футов (914 м) и 19 000 футов (5 791 м) над уровнем земли для долговременных помех; Различные высоты ≥  3 000 футов с шагом  1 000 футов, как это требуется для кратковременных помех | Сценарии ИКАО 2 и 4 |
| Затухание в атмосферных газах | дБ | Обе |  | МСЭ-R P.676-9 |

В Таблице 2 представлены параметры станции ФС, используемые при оценке помехи от станции БАС приемникам станций ФС.

ТАБЛИЦА 2

Параметры приема для фиксированной службы в полосах частот 14,0–14,47 и 27,5–29,5 ГГц

| Фиксированная служба | Единицы измерения | Параметр для 14,0−14,47 ГГц | Параметр для 27,5−29,5 ГГц | Примечание |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота | ГГц | 14,4 | 28,5 | Фиксированная полоса приема ФС |
| Ширина полосы | МГц | 28 | 56 | Рек. МСЭ-R F.758-5 |
| Потери в линии | дБ | 6 | 0 | Рек. МСЭ-R F.758-5 |
| Усиление антенны | дБ | 31,9 | 31,5 | Рек. МСЭ-R F.758-5 |
| Коэффициент использования поверхности антенны | % | 60 | 60 |  |
| Направление азимута антенны | Градус | +/−180 | +/−180 |  |
| Угол места антенны | Градус | От −5 до +5 | От −5 до +5 | 5B/164 |
| Местоположения − широта |  | Оценивается местоположение при нескольких значениях широты от 10 до 70 градусов | Оценивается местоположение при нескольких значениях широты от 10 до 70 градусов |  |
| Диаграмма направленности при среднем усилении антенны |  | cid:image001.png@01D0CDF0.068048A0 |  | Рек. МСЭ-R F.1245 Диаграмма направленности антенны постоянна для всех станций ФС |

В Таблице 3 представлены критерии допустимой долговременной и кратковременной помехи от станций БАС станциям ФС.

ТАБЛИЦА 3

Критерии защиты для фиксированной службы в полосах частот 14,0–14,47 и 27,5–29,5 ГГц

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Полоса частот | Значение | Источник − документ МСЭ-R | Примечание |
| *I/N* (долговременная помеха) | Обе 14,0−14,47 ГГц 27,5−29,5 ГГц | −10 дБ | Рек. МСЭ-R F.758-6 | Не должна превышаться более чем для 20% времени |
| *I/N* (кратковременная помеха) | 14,0−14,47 ГГц | +20 дБ | Рек. МСЭ-R F.1494-0 | Не должна превышаться более чем для 1 × 10−4% времени |
| *I/N* (кратковременная помеха) | 27,5−29,5 ГГц | +9 дБ | Рек. МСЭ-R SF.1719 | Не должна превышаться более чем для 0,001% времени |

При выполнении расчетов делается допущение, что антенна станции БАС всегда направлена на станцию ФС в пределах диапазона углов 90 <  < 180. Тогда усиление антенны станции БАС в направлении станции ФС определяется как:

(1)

Оценка практической возможности совместного использования полос частот 14−14,47 ГГц и 27,5−29,5 ГГц станциями БАС и станциями ФС осуществляется при следующих допущениях: высота антенны станции ФС над уровнем земли hRx = 10 м; угол места главного луча диаграммы направленности антенны станции ФС εRx = 5 градусов. При расчетах учитывались сценарии применения малых (диаметр *D* = 0,45 м) и больших (диаметр *D* = 1,25 м) антенн станций БАС.

# 4 Метод оценки

Метод оценки практической возможности совместного использования полос частот 14−14,47 ГГц и 27,5−29,5 ГГц станциями БАС, работающими на линии Земля-космос, и станциями ФС включает сравнение уровней плотности потока мощности (п.п.м.) помехи, создаваемой передатчиками БАС в конкретной полосе частот на поверхности Земли в точке местоположения антенны станции ФС в пределах диапазона возможных значений угла прихода помехи относительно горизонта, с допустимыми уровнями плотности потока мощности помехи.

Маска параметров допустимого уровня плотности потока мощности помехи при углах прихода помехи Rx-Txотносительно горизонта, можно определить используя следующее выражение:

(2)

где:

: допустимый уровень плотности потока мощности помехи в заданной полосе частот F, в точке местоположения приемной антенны станции ФС при угле прихода помехи Rx-Txотносительно горизонта, дБВт/м2/F МГц;

: плотность мощности теплового шума в типовом приемнике в заданной полосе частот, дБВт/F МГц (Рекомендация МСЭ-R F.758-6);

F:

*f* : частотное присвоение станции ФС (ГГц);

*I/N* : допустимое отношение уровня помехи *I* к уровню теплового шума приемника *N* (Рекомендация МСЭ-R F.758-6 – для долговременной помехи, Рекомендация МСЭ-R F.1494-0 – для кратковременной помехи в полосе частот 14−14,47 ГГц, Рекомендация МСЭ-R SF.1719-0 – для кратковременной помехи в полосе частот 27,5−29,5 ГГц) (дБ);

: усиление антенны станции ФС в направлении угла прихода помехи χRx (дБ) (Рекомендация МСЭ-R F.1245-2);

χRx: угол прихода помехи (угол от оси приемной антенны станции ФС в направлении антенны БАС) (градусы).

Значение угла от оси приемной антенны станции ФС в направлении антенны БАС χRxопределяется соотношением:

χ Rx = arccos(cos(εRx) cos(εRx-Tx) cos(αRx-Tx – αRx) + sin(εRx) sin(εRx-Tx)), (3)

где:

εRx : угол места главного луча антенны приемника ФС;

εRx-Tx : угол места антенны приемника ФС в направлении антенны БАС;

αRx : азимут главного луча антенны приемника ФС;

αRx-Tx : азимут антенны приемника ФС в направлении антенны БАС.

Уровень плотности потока мощности в пределах заданной полосы частот, создаваемой передатчиком БАС на поверхности Земли в точке местоположения антенны приемника станции ФС при угле прихода помехи относительно горизонта можно рассчитать следующим образом:

, (4)

где:

: уровень плотности потока мощности в пределах заданной полосы частот F, создаваемой передатчиком БАС на поверхности Земли в точке местоположения антенны приемника станции ФС при больших углах прихода помехи  относительно горизонта, дБВт/м2/F МГц;

: э.и.и.м. передатчика БАС в пределах заданной полосы частот F, дБВт/F МГц;

: ослабление помехи за счет диаграммы направленности антенны БАС в направлении станции ФС (дБ);

: разность углов между направлением главного луча диаграммы направленности антенны станции БАС и направлением от станции БАС к станции ФС (градусы);

: потери при распространении помехи на трассе от станции БАС до станции ФС (Рекомендация МСЭ-R P.525-2 для трассы прямой видимости) (дБ);

*f* : частотное присвоение станции ФС (ГГц);

: погонное затухание в атмосферных газах (Рекомендация МСЭ-R P.676-10) (дБ/км);

: угол прихода помехи  относительно горизонта (градусы);

*R* : расстояние разноса между станцией БАС и станцией ФС вдоль дуги большого круга (км);

: высота антенны передатчика БАС над уровнем земли (м);

: высота антенны станции ФС над уровнем земли (м);

: расстояние разноса между станцией БАС и станцией ФС (км).

# 5 Результаты оценки практической возможности совместного использования полос частот 14−14,47 ГГц и 27,5−29,5 ГГц станциями БАС, работающими на линии Земля-космос, и станциями ФС

Для проведения оценки практической возможности совместного использования полос частот 14−14,47 ГГц и 27,5−29,5 ГГц, используя соотношение (2) с исходным данными из Таблиц 2 и 3, определены маски допустимой плотности потока мощности помехи, создаваемой передатчиками.

Маска аппроксимации максимально допустимой плотности потока мощности кратковременной помехи, создаваемой передатчиками БАС в полосе частот 14−14,47 ГГц на поверхности Земли в точке местоположения антенны станции ФС в зависимости от углов прихода помехи относительно горизонта (в соответствии с критерием *I/N* < +20 дБ при *p* = 0,0001% согласно Рекомендации МСЭ‑R F.1494):

• Для условий прихода помехи в направлении азимута главного луча диаграммы направленности станции ФС

(5)

• Для условий прихода помехи в направлении азимута боковых и заднего лепестков диаграммы направленности станции ФС

(6)

Маска аппроксимации максимально допустимой плотности потока мощности долговременной помехи, создаваемой антеннами передатчиков БАС в полосе частот 14−14,47 ГГц на поверхности Земли в точке местоположения антенны станции ФС в зависимости от углов прихода помехи относительно горизонта (в соответствии с критерием *I/N* < −10 дБ при *p* = 20% согласно Рек. МСЭ‑R F.758):

• Для условий прихода помехи в направлении азимута главного луча диаграммы направленности станции ФС

(7)

• Для условий прихода помехи в направлении азимута боковых и заднего лепестков диаграммы направленности станции ФС

(8)

Маска аппроксимации максимально допустимой плотности потока мощности кратковременной помехи, создаваемой передатчиком БАС в полосе частот 27,5−29,5 ГГц на поверхности Земли в точке местоположения антенны станции ФС в зависимости от углов прихода помехи относительно горизонта (в соответствии с критерием *I/N* < +9 дБ при *p* = 0,001% согласно Рек. МСЭ-R SF.1719):

• Для условий прихода помехи в направлении азимута главного луча диаграммы направленности станции ФС

(9)

• Для условий прихода помехи в направлении азимута боковых и заднего лепестков диаграммы направленности станции ФС

(10)

Маска аппроксимации максимально допустимой плотности потока мощности долговременной помехи, создаваемой передатчиками БАС в полосе частот 27,5−29,5 ГГц на поверхности Земли в точке местоположения антенны станции ФС в зависимости от углов прихода помехи относительно горизонта (в соответствии с критерием *I/N* < −10 дБ при *p* = 20% согласно Рек. МСЭ-R F.758):

• Для условий прихода помехи в направлении азимута главного луча диаграммы направленности станции ФС

(11)

• Для условий прихода помехи в направлении азимута боковых и заднего лепестков диаграммы направленности станции ФС

(12)

На Рисунках 3 и 4 представлены результаты оценки уровней защиты станций ФС от помех, создаваемых станциями БАС в полосе частот 14−14,47 ГГц в соответствии с критериями кратковременных и долговременных помех, когда высота полета составляет БАС 3000 футов (914 м) и 19 000 футов (5791 м), для сценариев применения малых (диаметр *D* = 0,45 м) и больших (диаметр *D* =1,25 м) антенн станций БАС.

Рисунок 3

Результаты оценки практической возможности совместного использования полосы частот 14−14,47 ГГц   
станциями БАС, работающими на линии Земля-космос, и станциями ФС   
в соответствии с критерием кратковременных помех

Рисунок 4

Результаты оценки практической возможности совместного использования полосы частот 14–14,47 ГГц   
станциями БАС, работающими на линии Земля-космос, и станциями ФС   
в соответствии с критерием долговременных помех

Анализ результатов оценки уровней защиты станций ФС от помех, создаваемых станциями БАС в полосе частот 14–14,47 ГГц, в соответствии с критериями кратковременных помех (Рисунок 3) показывает, что в данном случае критерий защиты станций ФС не выполняется, если углы прихода помех относительно горизонта меньше 10 градусов (εRx-Tx < 10 градусов) при приходе помехи в направлении на азимут главного луча антенны станции ФС (−2,6 градуса < αRx-Tx < **+**2,6 градуса) при применении сценариев, при которых станция БАС использует малые и большие антенны диаметром *D* = 0,45 м и *D* = 1,25 м, когда высота полета БАС составляет только 3000 футов. Такой сценарий воздействия помех возникает, когда БАС находится в пределах сектора главного луча антенны станции ФС в пределах зоны 5−138 км от точки местоположения станции ФС.

Кроме того, следует отметить, что допустимый процент времени, в течение которого значение критерия кратковременных помех может быть превышено, составляет *p*% < 0,0001%. Следовательно, полученный результат должен учитываться при принятии решения о распределении полосы частот 14–14,47 ГГц для совместного использования частот станциями БАС и станциями ФС.

Во всех остальных сценариях воздействия помех критерий допустимых кратковременных помех от станции БАС станции ФС выполняется.

Анализ результатов оценки уровней защиты станций ФС от помех, создаваемых станциями БАС в полосе частот 14–14,47 ГГц, в соответствии с критериями долговременных помех (Рисунок 4) показывает, что в данном случае критерий защиты станций ФС не выполняется при любых углах прихода помехи относительно горизонта (0 градусов < εRx-Tx < 90 градусов), когда помеха приходит в направлении на азимут главного луча антенны станции ФС (−2,6 градуса < αRx-Tx < **+**2,6 градуса), при применении сценариев, при которых станция БАС использует малые и большие антенны диаметром *D* = 0,45 м и *D* = 1,25 м при высоте полета БАС 3000 футов и 19 000 футов в зоне, ограниченной радиусом, равным значению линии прямой видимости от места расположения станции ФС до станции БАС (138 км).

Критерий защиты станций ФС не выполняется также, когда помеха приходит в направлении на азимут боковых и заднего лепестков антенны станции ФС (2,6 градуса < αRx-Tx **<** 357,4 градусов) в пределах зоны 0–10 км от местоположения станции ФС при применении сценариев, при которых станция БАС использует малые и большие антенны диаметром *D* = 0,45 м и *D* = 1,25 м, когда высота полета БАС составляет 3000 футов и 19 000 футов.

Полученные результаты позволяют также сделать вывод, что даже если одна БАС будет находиться в вышеуказанной зоне в течение более 20% времени, то в этом случае критерий допустимых долговременных помех станциям ФС от станций БАС выполняться не будет.

На Рисунках 5 и 6 представлены результаты оценки уровней защиты станций ФС от помех, создаваемых станциями БАС в полосе частот 27,5–29,5 ГГц, в соответствии с критериями кратковременной и долговременной помехи, когда высота полета БАС составляет 3000 футов (914 м) и 19 000 футов (5791 м), для сценариев применения малых (диаметр *D* = 0,45 м) и больших (диаметр *D* = 1,25 м) антенн станций БАС.

Рисунок 5

Результаты оценки практической возможности совместного использования полосы частот 27,5–29,5 ГГц   
станциями БАС, работающими на линии Земля-космос, и станциями ФС   
в соответствии с критерием кратковременных помех

Рисунок 6

Результаты оценки практической возможности совместного использования полосы частот 27,5–29,5 ГГц   
станциями БАС, работающими на линии Земля-космос, и станциями ФС   
в соответствии с критерием долговременных помех

Анализ результатов оценки уровней защиты станций ФС от помех, создаваемых станциями БАС в полосе частот 27,5–29,5 ГГц, в соответствии с критериями кратковременных помех (Рисунок 5) показывает, что в данном случае критерий защиты станций ФС не выполняется, если углы прихода помех относительно горизонта меньше 10 градусов (εRx-Tx < 10 градусов) при приходе помехи в направлении на азимут главного луча антенны станции ФС (−2,6 градуса < αRx-Tx < **+**2,6 градуса) при применении сценариев, при которых станция БАС использует малые и большие антенны диаметром *D* = 0,45 м и *D* = 1,25 м, когда высота полета БАС составляет только 3000 футов. Такой сценарий воздействия помех возникает, когда БАС находится в пределах сектора главного луча антенны станции ФС в пределах зоны 5–327 км от местоположения станции ФС.

Кроме того, следует отметить, что допустимый процент времени, в течение которого значение критерия кратковременных помех может быть превышено, составляет *p*% < 0,001%. Следовательно, полученный результат должен учитываться при принятии решения о распределении полосы частот 27,5–29,5 ГГц для совместного использования частот станциями БАС и станциями ФС.

Во всех остальных сценариях воздействия помех критерий допустимых кратковременных помех от станции БАС станции ФС выполняется.

Анализ результатов оценки уровней защиты станций ФС от помех, создаваемых станциями БАС в полосе частот 27,5–29,5 ГГц, в соответствии с критериями долговременных помех (Рисунок 6) показывает, что в данном случае критерий защиты станций ФС не выполняется при любых углах прихода помехи относительно горизонта (0 градусов < εRx-Tx < 90 градусов), когда помеха приходит в направлении на азимут главного луча антенны станции ФС (−2,6 градуса < αRx-Tx **< +**2,6 градуса), при применении сценария, при котором станция БАС использует только малую антенну диаметром *D* = 0,45 м при высоте полета БАС 3000 футов. Такой сценарий воздействия помех возникает, когда БАС находится в пределах сектора главного луча антенны станции ФС в пределах зоны 0–327 км от местоположения станции ФС.

При применении сценария, при котором станция БАС использует большую антенну диаметром *D* = 1,25 м, а высота полета БАС составляет 3000 футов, критерий защиты станций ФС не выполняется при приходе помехи в направлении на азимут главного луча станции ФС (−2,6 градуса < αRx-Tx **<** **+**2,6 градуса) и когда углы прихода помехи относительно горизонта находятся в диапазоне 0−20 градусов (0 градусов < εRx-Tx < 20 градусов). Такой сценарий воздействия помех возникает, когда БАС находится в пределах сектора главного луча антенны станции ФС в пределах зоны 2–327 км от местоположения станции ФС.

При высоте полета БАС, составляющей 19 000 футов, критерий защиты станций ФС не выполняется, когда помеха приходит в направлении на азимут главного луча станции ФС (−2,6 градуса < αRx-Tx < **+**2,6 градуса) и когда углы места помехи относительно горизонта находятся в диапазоне 0−10 градусов (0 градусов < εRx-Tx < 10 градусов). Такой сценарий воздействия помех возникает, когда БАС находится в пределах сектора главного луча антенны станции ФС в пределах зоны 33–327 км от местоположения станции ФС.

Критерий защиты станций ФС не выполняется также, когда помеха приходит в направлении на азимут боковых и заднего лепестков антенны станции ФС (2,6 градуса < αRx-Tx **<** 357,4 градусов) в пределах зоны 0–1,3 км от местоположения станции ФС при применении сценариев, при которых станция БАС использует малую антенну диаметром *D* = 0,45 м и только при высоте полета БАС 3000 футов.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что даже если какая-либо БАС будет находиться в вышеуказанной зоне в течение более 20% времени, то в этом случае критерий допустимых долговременных помех станциям ФС от станций БАС выполняться не будет.

# 5 Заключение

Результаты оценки практической возможности совместного использования полос частот 14−14,47 ГГц и 27,5–29,5 ГГц станциями БАС, работающими на линии Земля-космос, и станциями ФС показывают, что использование полос частот, распределенных ФСС, к которым не применяются Положения 30, 30A и 30B для управления и связи, не относящейся к полезной нагрузке, в необособленном воздушном пространстве невозможно.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_