|  |  |
| --- | --- |
| **Всемирная конференция радиосвязи (ВКР-19) Шарм-эль-Шейх, Египет, 28 октября – 22 ноября 2019 года** | logo_R_ |
|  |  |
|  |  |
| **ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ** | **Дополнительный документ 5 к Документу 75-R** |
|  | **28 октября 2019 года** |
|  | **Оригинал: английский** |
|  | |
| Самоа (Независимое Государство) | |
| Предложения для работы конференции | |
|  | |
| Пункт 1.5 повестки дня | |

1.5 рассмотреть использование полос частот 17,7−19,7 ГГц (космос-Земля) и 27,5−29,5 ГГц (Земля-космос) земными станциями, находящимися в движении, которые взаимодействуют с геостационарными космическими станциями фиксированной спутниковой службы, и принять надлежащие меры в соответствии с Резолюцией **158 (ВКР‑15)**;

Предложения

В настоящем предложении содержится ответ на Документ 61 (Дополнительный документ 5), касающийся воздушной ESIM и защиты наземных служб от неприемлемых помех. В настоящем документе показано, что если учитывать потери в атмосфере и типичные диаграммы направленности антенны воздушной ESIM (A‑ESIM), то получающееся в результате этого значение п.п.м. в большинстве случаев соответствует различным предложенным маскам п.п.м. Несколько исключительных случаев происходят в сценариях с очень малыми высотами, когда воздушные суда с воздушной ESIM совершают посадку или взлет. В этих сценариях короткие расстояния обычно находятся в пределах национальных границ, где разрешение от администрации требуется в любом случае.

Соответственно, предлагается не применять ограничение высоты.

Результаты рассмотрения

В Документе 61 (Дополнительный документ 5) не учитывается надлежащим образом то, как A‑ESIM будет соответствовать маске п.п.м. В ходе данного исследования:

a) не было учтено влияние потерь в атмосфере, которые являются ключевым компонентом при расчете п.п.м. на наземной станции. Невключение этих потерь приводит к значительному завышению фактического уровня п.п.м. на наземной станции;

b) не использовалась измеренная диаграмма плотности внеосевой э.и.и.м. A‑ESIM (включенной в ППН Отчетов РГ 4A); вместо этого использовался предел плотности внеосевой э.и.и.м., приведенный в Рекомендации МСЭ‑R S.524‑9. В некоторых случаях это приводит к значительному завышению значения плотности внеосевой э.и.и.м. в направлении к наземной станции;

c) не использовались типичные рабочие углы места для A‑ESIM. Использование углов места, составляющих 20 градусов или меньше, приводит к завышению значения плотности внеосевой э.и.и.м. в направлении к наземной станции;

d) не использовалась надлежащая геометрия для расчета угла прихода п.п.м. на наземную станцию. Когда надлежащая геометрия не используется, это приводит к завышению значения плотности внеосевой э.и.и.м. в направлении к наземной станции.

В настоящем предложении учитывается тот факт, что при перемещении A‑ESIM по своей зоне обслуживания минимальная высота, на которой A‑ESIM может работать при соблюдении пределов п.п.м., значительно меняется в зависимости от изменения вышеуказанных и других параметров. Каждый из вышеприведенных пунктов от а) до d) вносит свой вклад в увеличение предполагаемого значения рассчитанной п.п.м., и вместе они приводят к существенно более высоким рассчитанным уровням п.п.м., которые выходят за рамки любых реалистичных предположений наихудшего случая и не отражают фактические параметры или работу A‑ESIM. В пункте e), выше, высказывается предположение, что установление предела высоты на основе анализа наихудшего случая может привести к чрезмерному ограничению работы A‑ESIM и является неоправданным; предел п.п.м. сам по себе защищает наземные службы, работающие на одной частоте.

В Документе 61 (Дополнительный документ 5) описаны четыре случая, каждый с пятью перестановками. В случаях 1−4 используются рабочие углы места A‑ESIM, составляющие 20, 15, 10 и 5 градусов в направлении к принимающему спутнику ГСО ФСС, соответственно. В перестановках для каждого случая рассматриваются пять различных рабочих высот A‑ESIM и расстояний от наземной станции. Высота варьируется от 8715 м до 872 м, а соответствующие расстояния – от 100 000 до 10 000 м. В каждом случае предполагаемый угол прихода излучения от A‑ESIM составляет 5 градусов выше горизонта.

Ослабление в атмосфере в расчетах не учитывалось. Однако на основании результатов анализа в Документе 61 (Дополнительный документ 5) признается, что если бы характеристики ослабления в атмосфере были включены, то значение п.п.м. от A‑ESIM фактически соответствовало бы маске п.п.м. варианта 1 и маске п.п.м. варианта 2. Этот пропуск весьма существен.

В МСЭ учет ослабления в атмосфере является важной составляющей расчета п.п.м. Любой результат п.п.м., полученный без учета ослабления в атмосфере согласно рекомендациям МСЭ‑R, особенно в полосах диапазона миллиметровых волн, таких как 27,5−29,5 ГГц, имеет ограниченную значимость или не имеет ее.

Как показано ниже, когда ослабление в атмосфере учитывается согласно рекомендациям МСЭ‑R (включая Рекомендацию МСЭ‑R P.676 по вопросу распространения), а угол прихода и углы ниже горизонта соответствующим образом корректируются, возможность соответствия ESIM различным предлагаемым маскам, т. е. маскам п.п.м. варианта 1 и варианта 2, а также маске п.п.м., указанной в IAP СИТЕЛ (Дополнительный документ 5 к Документу 11) ("IAP СИТЕЛ по маске п.п.м."), значительно увеличивается. Следует отметить, что степень, в которой может быть достигнуто соответствие конкретной маске, зависит от специфики маски и варьируется в зависимости от характеристик терминала ESIM и его местоположения в любой конкретный момент времени.

Когда используются фактические диаграммы направленности антенны A‑ESIM, A‑ESIM может соответствовать пределам п.п.м. на более низких высотах. Аналогичным образом, типичные рабочие углы места имеют значения выше, чем значения, которые рассматриваются в Документе 61 (Дополнительный документ 5), что также повышает практическую возможность соответствия маскам п.п.м. Примеры этого приведены ниже.

Кроме того, работа A‑ESIM не всегда происходит при максимальной плотности мощности передачи. На практике оператор сети ESIM использует различные компромиссы для оптимизации производительности сети ESIM, и одним из них является регулировка плотности мощности передачи для обеспечения соответствия маске п.п.м. на более низких высотах.

Что касается остальных факторов, использование значения 5 градусов для угла прихода не соответствует заявленным высоте и расстоянию для данных перестановок. В Документе 61 (Дополнительный документ 5), по-видимому, не используется метод расчета угла прихода, указанный в Рекомендации МСЭ‑R M.1643. В Рекомендации МСЭ‑R M.1643 представлен метод расчета угла ниже горизонтальной плоскости от земной станции воздушного судна (𝛾) и угла прихода выше горизонта на наземную станцию (𝜃). Согласно расчетам, указанным в Рекомендации МСЭ‑R M.1643, значения 𝛾 и 𝜃 не совпадают ни в одном из случаев, представленных в Документе 61 (Дополнительный документ 5). В формуле, использованной на рисунке 1 Документа 61 (Дополнительный документ 5), предполагается, что угол прихода п.п.м. на землю от A‑ESIM и угол выхода ниже горизонтальной плоскости от A‑ESIM в направлении земли одинаковы. Это не так в случае A‑ESIM, и данное необоснованное предположение приводит к неверному значению как 𝛾, так и 𝜃 (𝜃 обозначен как 𝛿 на рисунке 1 Документа 61 (Дополнительный документ 5)). В результате в Документе 61 (Дополнительный документ 5) рассчитанный показатель плотности э.и.и.м. завышен примерно на одну десятую дБ. Кроме того, поскольку значение угла прихода рассчитано неверно, это приводит к неверному расчету применимого предела п.п.м. варианта 2: он имеет фиксированное значение –118,1 дБ(Вт/(м2\*МГц)) для каждой перестановки, в то время как фактическое рассчитанное предельное значение п.п.м. варианта 2 варьируется от –118,8 до –118,3 дБ(Вт/(м2\*МГц)). Различия в этих примерах составляют от –0,7 до –0,3 дБ, но использование методики, описанной в Документе 61 (Дополнительный документ 5), может привести и к более серьезным ошибкам в расчетах для комбинаций высоты и расстояния, не использованных в Рекомендации МСЭ‑R M.1643.

На основе первоначальных предположений, сделанных в Документе 61 (Дополнительный документ 5), ниже приводится пошаговый анализ влияния учета рассмотренных выше дополнительных факторов и уточнений на соответствие маскам п.п.м. варианта 1, варианта 2 и IAP СИТЕЛ без необходимости ограничения высоты или угла места.

\* \* \* \* \*

В таблице ниже приведены рассчитанные с использованием Рекомендации МСЭ-R P.626 значения потерь в атмосфере для типичного местоположения в Азии для пяти перестановок высоты и расстояния, указанных в Документе 61 (Дополнительный документ 5).

Таблица 1

Потери в атмосфере для перестановок 1–5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Перест.-1 | Перест.-2 | Перест.-3 | Перест.-4 | Перест.-5 |
| Расстояние (м) | 100 000 | 68 850 | 50 000 | 40 000 | 10 000 |
| Высота (м) | 8 715 | 6 000 | 4 358 | 3 486 | 872 |
| Ослабление в атмосфере (дБ) | 30,6 | 20,9 | 15,1 | 12,1 | 2,9 |

В таблице 2 учитываются потери при распространении и вносятся другие необходимые корректировки для угла прихода и угла ниже горизонта и показано получающееся в результате этого значение п.п.м. для рабочего угла места A‑ESIM, составляющего 20 градусов, для каждой из пяти перестановок; результат сравнивается со значением маски п.п.м. варианта 1, варианта 2 и IAP СИТЕЛ.

Таблица 2

Пересмотренное значение п.п.м. при угле места A‑ESIM 20 градусов для перестановок 1–5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Перест.-1 | Перест.-2 | Перест.-3 | Перест.-4 | Перест.-5 |
| п.п.м. (дБ(Вт/(м2\*МГц))) | −145,26 | −132,28 | −123,69 | −118,69 | −97,45 |
| Предел п.п.м. варианта 1 | −113,78 | −113,47 | −113,30 | −113,23 | −113,01 |
| Запас (дБ) | 31,48 | 18,81 | 10,39 | 5,47 | −15,56 |
| Предел п.п.м. варианта 2 | −118,79 | −118,57 | −118,46 | −118,41 | −118,25 |
| Запас (дБ) | 26,47 | 13,71 | 5,23 | 0,29 | −20,80 |
| Предел п.п.м. СИТЕЛ | −115,87 | −115,63 | −115,50 | −115,45 | −115,28 |
| Запас (дБ) | 29,39 | 16,65 | 8,19 | 3,25 | −17,83 |

Рабочие углы места для земных станций зависят от широты и разности по долготе между земной станцией и целевым спутником. Земные станции обычно осуществляют связь со спутником, который находится на долготе ± 40 градусов от их долготы. В средних широтах рабочие углы места часто намного выше 50 градусов, а в более высоких широтах часто встречается рабочий угол места, составляющий 35 градусов.

A‑ESIM используют много различных типов антенн, некоторые из которых позволяют A‑ESIM поддерживать излучения на уровне значительно ниже предела плотности внеосевой э.и.и.м., указанного в Рекомендации МСЭ‑R S.524-9. Пример диаграммы направленности такой антенны показан на рисунке H-A1 в приложении к предварительному проекту нового Отчета МСЭ‑R S.[ESIM‑MS] и для удобства приведен ниже. Когда используется такая антенна, то легко заметить, что фактическая плотность э.и.и.м. при различных углах theta значительно ниже пределов маски, указанной в Рекомендации МСЭ‑R S.524‑9.

Рисунок H‑A1

Плотность э.и.и.м. (дБВт/40 кГц)

Диаграмма плотности э.и.и.м.

Theta (град.)

Диаграмма плотности внеосевой э.и.и.м. антенны A‑ESIM диаметром 78 см

\* \* \* \* \*

Мнения и предложения

Исключение ослабления в атмосфере из исследования, описанного в Документе 61 (Дополнительный документ 5), оказывает серьезное влияние на результаты исследования. Если бы потери в атмосфере и способность операторов A‑ESIM регулировать плотности мощности передачи были приняты во внимание, то был бы сделан другой вывод. В частности, как показано выше, в большинстве сценариев операторы A‑ESIM могут обеспечить соответствие различным рассматриваемым маскам п.п.м. (вариант 1, вариант 2 и IAP СИТЕЛ). A‑ESIM, использующие более производительные антенны, также смогут соответствовать пределам п.п.м. на еще более низких высотах и на более коротких расстояниях от наземных станций. В случаях, когда A‑ESIM не может соответствовать пределам п.п.м., оператор A‑ESIM будет обеспечивать соответствие пределам п.п.м., отключая передачи на одной частоте в целях обеспечения совместимости с наземными службами, работающими на одной частоте.

Что особенно важно, как видно из примеров расчетов, представленных в настоящем документе, корректировки по высоте, требуемые от A‑ESIM для соблюдения пределов п.п.м., зависят от ряда факторов и непрерывно меняются по мере движения воздушного судна. Следовательно, минимальный предел высоты для A‑ESIM, основанный на нереалистичном наборе параметров для наихудшего случая, будет серьезно ограничивать A‑ESIM и представлять собой неэффективное использование ресурсов спектра. Кроме того, такое ограничение будет совершенно ненужным, так как соответствие маске п.п.м. обеспечит полную защиту наземных служб. Следует отметить, что в результате принятия мер, необходимых для соответствия маске п.п.м, высота, на которой может работать A‑ESIM, будет ограничена.

По этим причинам настоящем вкладе высказывается поддержка установлению маски п.п.м. (такой как маска варианта 1, предложенная в Документе 95 в рамках совместного предложения Самоа и Вануату по пункту 1.5 повестки дня) и предлагается, чтобы Конференция заключила, что в Документе 61 (Дополнительный документ 5) отсутствует обоснование ограничений высоты и угла места для A‑ESIM, предложенных в рамках совместного предложения в Документе 65.

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