

ИМТ-2020: ОСОБЕННОСТИ ПРИГРАНИЧНОЙ КООРДИНАЦИИ С УЧЕТОМ ЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ С-ДИАПАЗОНА

Подворная Д.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Козел В.М. – канд. техн. наук

В работе приведен метод решения координационной задачи и оценки допустимого помехового воздействия радиоэлектронных средств сетей сотовой подвижной связи 5G на земные станции систем спутниковой связи. Анализ соблюдения условий электромагнитной совместимости производится с учетом предельно допустимых уровней напряженности поля, изложенных в Рекомендации СЕРТ 15(01). В предлагаемом методе частотно-территориального анализа предлагаются наиболее перспективные к использованию конфигурации радиоканалов и достаточно малые дистанции для повышения точности расчета конфликтных ситуаций.

Создание благоприятных условий для эксплуатации сетей сотовой подвижной связи (СПС) стандарта ИМТ-2020 в приграничных районах государств возможно только при соблюдении условий беспомеховой работы систем связи, имеющих в полосе частот 3400 – 3800 МГц первичную основу для выделения. Защита приемных трактов земных станций систем спутниковой связи (ЗС ССС) является основной задачей при определении электромагнитной совместимости систем связи в приграничных районах.

Предельно допустимое значение напряженности поля помехи, создаваемой радиосредствами 5G в месте расположения приемной антенны земной станции рассчитывается по формуле (1):

$$E[\text{дБмкВ/м}] = 10\lg P[\text{дБм}] + 127 - G[\text{дБи}] - 10\lg(\lambda^2) \quad (1)$$

где P – мощность на выходе приемной антенны, E – напряженность электромагнитного поля в месте расположения приемной антенны, G – усиление приемной антенны относительно изотропного излучателя, λ – длина волны принимаемого сигнала, м.

Для нахождения коэффициентов усиления приемной антенны земной станции в направлении на потенциальные источники излучения сигналов 5G сопредельных стран используются данные Рекомендации МСЭ-R S.465-6 «Эталонная диаграмма направленности антенн земных станций фиксированной спутниковой службы для использования при координации и оценке помех в диапазоне частот от 2 до 31 ГГц». В соответствии с данной рекомендацией [1] в области боковых лепестков диаграмма направленности приемной антенны земной станции должна быть не хуже чем:

$$\begin{aligned} G &= 32 - 25 \log \varphi & \text{дБи} & & \text{для } \varphi_{\min} < \varphi < 48^\circ; \\ &= -10 & \text{дБи} & & \text{для } 48^\circ < \varphi < 180^\circ, \end{aligned} \quad (2)$$

где φ – внеосевой угол; $\varphi_{\min} = 1^\circ$ или $100\lambda/D$ градусов, в зависимости от того, какое из значений больше, для $D/\lambda \geq 50$; $\varphi_{\min} = 2^\circ$ или $114(D/\lambda) - 1,09$ градусов, в зависимости от того, какое из значений больше, для $D/\lambda < 50$.

Выражение для нахождения внеосевого угла φ имеет вид:

$$\varphi = \arccos[\cos(\beta_{ЗС_РЭС})\cos(\beta_{ЗС})\cos(AZ_{ЗС_РЭС} - AZ_{ЗС}) + \sin(\beta_{ЗС_РЭС})\sin(\beta_{ЗС})] \quad (3)$$

где $\beta_{ЗС_РЭС}$ – угол места в направлении на РЭС сети беспроводного доступа; $AZ_{ЗС_РЭС}$ – азимут от ЗС ФСС в направлении на РЭСсети беспроводного доступа; $\beta_{ЗС}$ – угол места основной оси ДН антенны ЗС; $AZ_{ЗС}$ – азимут основной оси ДН антенны ЗС.

Для определения возможных значений внеосевого угла формируются условные группировки базовых станций 5G сопредельного государства и возможных условных мест размещения земных станций на линии государственной границы. Базовые станции располагаются на удалении около 6 км в глубине сопредельной территории с шагом около 5 км. Места размещения земных станции – на линии гос.границы с шагом 5 км. Пример размещения условных группировок приведен на рисунке 1, где голубым цветом обозначены возможные точки размещения РЭС стандарта ИМТ-2020, белым – возможные точки размещения земной станции спутниковой системы связи.

При определении внеосевых углов считалось, что земная станция ориентирована на точку стояния геостационарного спутника Ямал 202. Высота подвеса антенны базовой станции 5G – 30м.

Согласно рекомендации СЕРТ (15)01 от 5 февраля 2016 года, диапазоны частот 3400-3600 и 3600-3800 МГц могут использоваться без координации при не превышении следующих значений напряженности электромагнитного поля:

- 32 дБмкВ/м/5МГц на высоте 3 м от земли на линии границы для несинхронизированных мобильных и фиксированных систем связи с временным разделением каналов; для неpreferенциальных частей спектра (если таковые определены);

- 67 дБмкВ/м/5МГц на линии границы (49 дБмкВ/м/5МГц на 6 км внутрь соседней страны) на высоте 3 м от земли, если пограничные системы синхронизированы или используются только нисходящие каналы связи с обеих сторон границы; для преференциальных частей спектра (если таковые определены); в диапазоне 3510-3590 МГц.

В диапазоне 3510-3590 МГц:

-32 дБмкВ/м/5МГц в системах связи с частотным разделением для нисходящих каналов, если в соседней стране используются системы связи с временным разделением каналов;

- 67 дБмкВ/м/5МГц на линии границы (49 дБмкВ/м/5МГц на 6 км внутрь соседней страны) на высоте 3 м от земли, в системах связи с частотным разделением для нисходящих каналов, если в соседней стране используются системы связи с частотным разделением каналов[2].

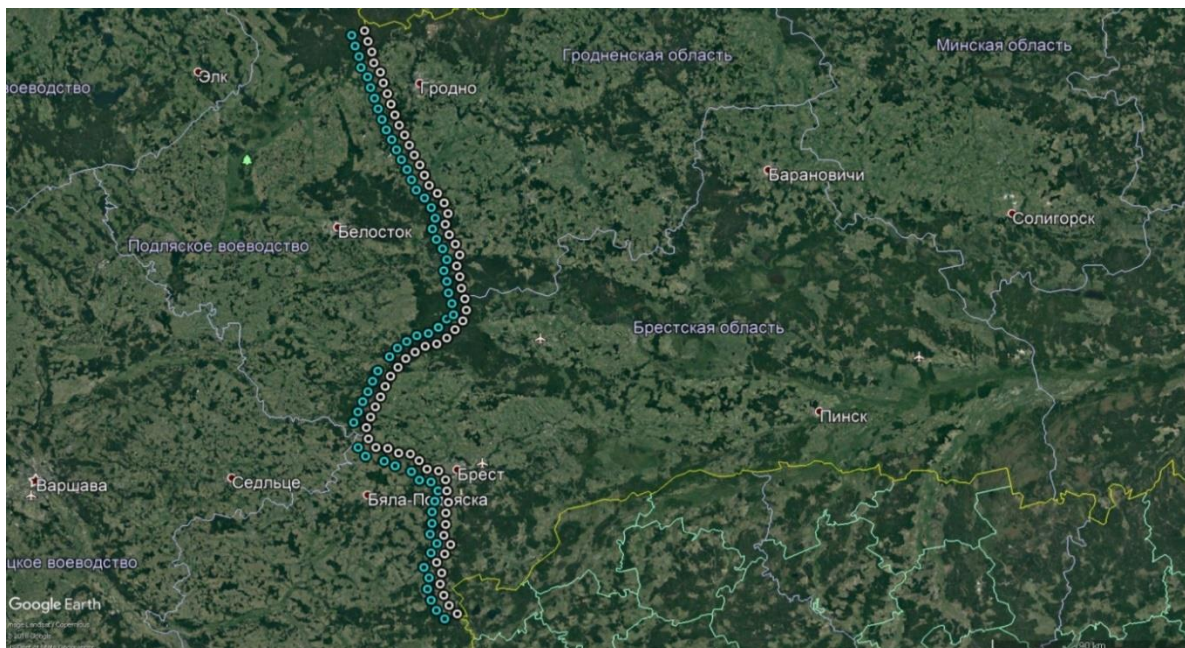


Рисунок 1 – Расположение условных группировок на границе сопредельных государств

Если полоса спектра, занимаемого сигналом, более 5 МГц, то к приведенным выше значениям следует прибавить $10\lg(\Delta F/5 \text{ МГц})$, где ΔF – ширина спектра, занимаемого сигналом. Для наиболее перспективных к эксплуатации форматов сигналов 5G, пороговые значения напряженности приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Пороговые значения напряженности поля, нормируемые Рекомендацией СЕРТ, для сигналов с шириной полосы частот 20, 60 и 100 МГц.

Ширина спектра сигнала, МГц	Пороговые значения средней напряженности электромагнитного поля помехи, дБмкВ/м		
	32 дБмкВ/м/5 МГц	49 дБмкВ/м/5 МГц	67 дБмкВ/м/5 МГц
20	38	55	73
60	43	60	78
100	45	62	80

Исходя из полученных данных могут быть сформулированы предложения по координации частотных присвоений РЭС сухопутной подвижной службы, а именно о допустимом уровне напряженности электромагнитного поля в целом в приграничной зоне, так и о изменении данного уровня на отдельных участках границы.

Список использованных источников:

1. МСЭ-Р S465-6 «Эталонная диаграмма направленности антенн земных станций фиксированной спутниковой службы для использования при координации и оценке помех в диапазоне частот от 2 до 31 ГГц».
2. ECC Recommendation 15(01) "Cross-border coordination for mobile/fixed communications networks (MFCN) in the frequency bands: 695-790 MHz, 1452-1492 MHz, 3400-3600 MHz and 3600-3800 MHz"
3. Системы и сети цифровой радиосвязи / Н.И. Листопад [и др.]. – Минск.: Издательство Гревцова, 2009 . – 200 с.
4. Приложение ApS7 к Регламенту радиосвязи.