

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ МЕЖДУ СИСТЕМАМИ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА НЕГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ

Нурматов Б.Н.

Министерство транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики

Советник министра

К.т.н., доцент КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызская Республика

baiysh.nurmatov@ties.itu.int

Тиленбаев А. К.

**Государственное агентство связи при Правительстве Кыргызской Республики,
Кыргызская Республика, nta@infotel.kg**

Современный этап развития спутниковых технологий характеризуется устойчивым ростом интенсивности и масштабом разработок в области создания негеостационарных многоспутниковых систем. В первую очередь, к таким системам относятся системы подвижной и фиксированной спутниковых служб, а также спутниковые системы радиоопределения и радионавигации.

На сегодняшний день в Международный союз электросвязи (МСЭ) заявлено сотни негеостационарных спутниковых сетей. Интерес к схемам фиксированной спутниковой связи (ФСС) на негеостационарной орбите (НГСО) объясняется возможностью данных систем по обеспечению глобального предоставления услуг передачи данных, включая высокоскоростной доступ в Интернет. Одним из достоинств систем спутниковой связи на НГСО является уменьшение временной задержки в распространении сигналов, что существенно влияет на качество предоставления услуг связи (особенно при развитии услуг мультимедиа).

В настоящее время идет активное развитие существующих и разработка новых многоспутниковых систем радионавигационной спутниковой службы (РНСС) на НГСО. Ярким тому подтверждением являются решения всемирных конференций радиосвязи, на которых для систем РНСС было дополнительно распределено более 160 МГц спектра. Помимо уже существующих систем GPS, ГЛОНАСС, а также создаваемой странами ЕС системы GALILEO, ожидается появления новых систем РНСС как на геостационарной, так и на негеостационарной орбитах.

При этом проблема обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) между спутниковыми системами на НГСО при их совместном функционировании является достаточно острой. Так, например, проблема обеспечения защиты геостационарных систем фиксированной спутниковой связи от помех со стороны негеостационарных систем частично была решена на Всемирной конференции радиосвязи 2000 года (ВКР-2000) путем введения регламентных ограничений на эквивалентную плотность потока мощности, создаваемой системами на НГСО ФСС. При решении задачи совмещения между системами НГСО ФСС в общих полосах частот отсутствуют какие-либо регламентные механизмы, обеспечивающие ЭМС между системами НГСО ФСС. Это препятствует не только эффективному использованию радиочастотного спектра и равноправному доступу к нему, но также не гарантирует беспомеховую работу и предоставление качественных услуг системами НГСО ФСС.

Сложившееся на сегодняшний день положение приводит к необходимости решения задачи обеспечения ЭМС на начальном этапе проектирования спутниковых систем на НГСО с учетом существующей электромагнитной обстановки и требований по эффективности функционирования.

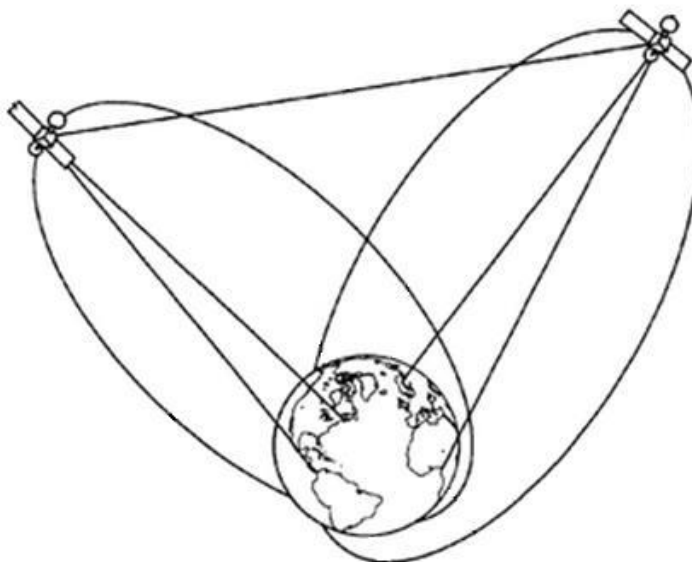


Рис.1 Влияние спутников, находящихся на двух разных орбитах.

В данной статье рассмотрим возможность комплексного решения задачи обеспечения ЭМС между системами спутниковой связи на негеостационарной орбите (НГСС), к которым можно отнести системы фиксированной спутниковой связи на негеостационарной орбите (НГСО ФСС), фидерные линии систем подвижной спутниковой связи (ПСС), а также системы других служб, в которых предусматривается использование каналов передачи данных на фиксированные земные станции, например, передача данных, полученных в ходе различных измерений и исследований (фотосъемка, геодезические, метеорологические данные и т.д.) в рамках научных космических служб.

В соответствии с существующими международно-правовыми нормами можно выделить несколько задач, возникающих при рассмотрении возможности использования радиочастотного спектра НГСС, которые влекут за собой необходимость решения различных задач для обеспечения ЭМС с другими службами, в том числе с другими негеостационарными сетями в общих полосах частот. С точки зрения обеспечения ЭМС между НГСС следует выделить ситуацию, связанную с применением международных процедур координации НГСС.

Задача обеспечения ЭМС между НГСС основана на исследовании возможности и условий обеспечения электромагнитной совместимости НГСС с РЭС других систем, в том числе НГСС, включая выбор рациональных параметров функционирования РЭС НГСС для достижения этих условий.

Отличительной особенностью систем НГСО ФСС и ПСС по сравнению, например, с НГСО радионавигационной спутниковой службы, является применение в них различных методов уменьшения помех другим сетям НГСС путем изменения определенного параметра функционирования НГСС.

Рассмотрим методы уменьшения помех, не приводящие к пересмотру концепции построения НГСС и основанные на изменении параметров функционирования НГСС в рамках ее заданных базовых характеристик.

В соответствии с данными методами может быть рассмотрено несколько сценариев совмещения двух сетей НГСС, предусматривающих приоритетность защиты этих сетей и соответственно, возможность изменения их характеристик.

В целях обеспечения ЭМС между сетями НГСС могут быть использованы следующие основные методы уменьшения помех:

1. Исключение помех, попадающих в главный луч антенны. Данный метод основан на уменьшении помех, создаваемых при нахождении передающей станции НГСС в главном

луче антенны приемной земной станции другой системы НГСС. В этом случае станция НГСС исключает излучения в направлении станции другой НГСС.

Метод исключения помех в главный луч антенны является сложным процессом, подразумевающий сотрудничество между операторами затрагиваемых систем НГСС. Возможность совместного использования частот зависит от того, могут ли рассматриваемые системы динамически избегать ситуации помех «в линию» по заранее доступной информации о расположении спутников НГСС. С целью снижения вероятности создания помех в главный луч антенны другой НГСС, в системах НГСС реализуется возможность использовать несколько спутников для одновременного обслуживания одной земной станции. Когда текущий активный спутник может потенциально создать помеху в главном луче антенны станции другой НГСС, происходит переключение канала связи на другой видимый спутник.

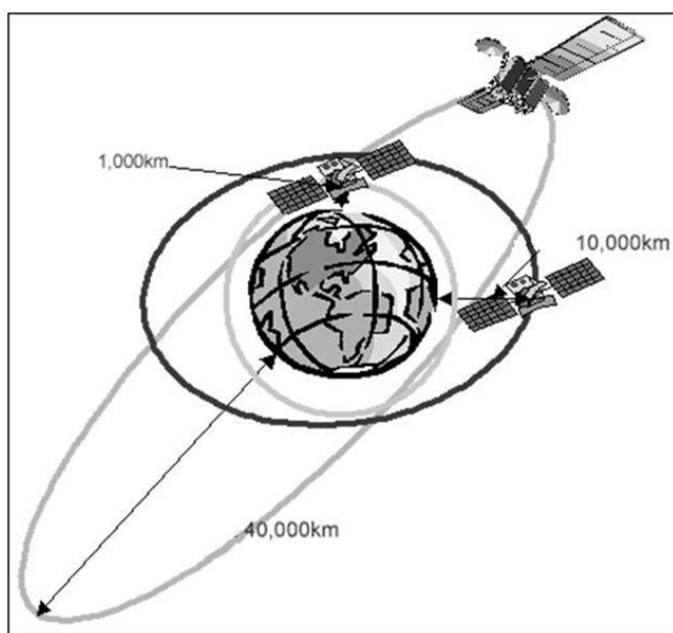


Рис.2 Типы спутниковых орбит

Рассмотрим различные типы метода исключения помех «в линию», основанные на переключении спутников:

- Выбор правила установления связи спутник - земная станция в НГСС. Важной особенностью функционирования НГСС является постоянно изменяющаяся геометрия взаимного расположения спутника относительно земной станции. В зоне обслуживания конкретной земной станции могут находиться до нескольких спутников, постоянно сменяющих друг друга. В зависимости от выбора того или иного спутника для установления связи будет изменяться и помеховая ситуация в отношении станций других систем НГСС, находящихся в зоне видимости этой системы и работающих в той же полосе частот.

- Ограничение зоны обслуживания НГСС. Ряд исследований, проведенных в МСЭ, показали, что вероятность создания так называемых помех «в линию» от НГСС (когда направления максимумов усиления приемной и передающей антенн находятся на одной оси) возрастает с уменьшением угла места земной станции, испытывающей помехи. Поэтому применение данного метода направлено, главным образом, на исключение возможности излучения передающей станции НГСС, находящейся под низкими углами места в зоне видимости земной станции другой НГСС, в направлении данной земной станции.

2. Регулирование мощности излучения станций НГСС. В ходе совместного функционирования между системами НГСС в общих полосах частот в ряде случаев электромагнитная совместимость может быть достигнута за счет уменьшения мощности излучений космических или земных станций НГСС. Применение такого метода приводит к

существенным ограничениям на пропускную способность НГСС, поэтому на практике он чаще всего используется в качестве дополнительного при небольших пределах изменения мощности (не более 3 - 5 дБ).

Каждый из представленных методов характеризуется соответствующим параметром функционирования НГСС. Например, ограничение зоны обслуживания НГСС характеризуется минимальным углом места земной станции НГСС и максимальным углом переключения земной станции НГСС. Меры по обеспечению ЭМС (ограничение мощности излучений станций НГСС, ограничение зоны обслуживания и т.д.) могут приводить к снижению потенциальной пропускной способности НГСС и увеличению необходимого частотного ресурса. Следовательно, использование мер по обеспечению ЭМС должно быть обосновано требованиями по защите станций НГСС от помех со стороны других НГСС при их совместном функционировании в общих полосах частот. В данном случае под необходимым частотным ресурсом понимается определенный ресурс, который требуется для обеспечения передачи заданного объема информации с заданным качеством обслуживания. Таким образом, задача обеспечения ЭМС между НГСС заключается в определении рациональных параметров функционирования РЭС НГСС, обеспечивающих ЭМС при минимально необходимом частотном ресурсе НГСС.

В заключении следует отметить, что анализ условий и проблем электромагнитной совместимости РЭС НГСС в общих полосах частот показывает, что вне зависимости от международного юридического статуса НГСС при ее разработке всегда возникает задача обеспечения таких характеристик и параметров функционирования РЭС системы, которые позволили бы реализовать требования по ЭМС с РЭС и другими НГСС. Решение сформулированной в данной статье задачи обеспечивается применением комплексной методики.

Литература

1. Регламент радиосвязи Международного союза электросвязи.
2. Methods to enhance sharing between non-GSO FSS systems (except MSS feeder links) in the frequency bands between 10-30GHz. ITU-R Recommendation S.1341.
3. Рекомендации МСЭ-Р серии S (S.743, S.1255, S.1323, S.1324, S.1526, S.1529, S.1592, S.1673).