

СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ

УДК 621.396.93

ПРОБЛЕМЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ РЕГИСТРАЦИИ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ КАК ЗЕРКАЛО СОВРЕМЕННЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Л. Я. Кантор, д.т.н., профессор; levkantor@rambler.ru

Показаны недостатки действующих процедур международного заявления и регистрации систем спутниковой связи и вещания. Анализируются причины этих недостатков и утверждается, что сделанные некоторыми странами в МСЭ предложения по радикальному пересмотру вышеуказанных процедур обречены на провал вследствие объективно существующих противоречивых интересов стран-членов МСЭ.

Ключевые слова: системы спутниковой связи и вещания, геостационарная орбита, орбитально-частотный ресурс, Международный союз электросвязи, Бюро радиосвязи МСЭ, Регламент радиосвязи.

Введение. Роль систем спутниковой связи (ССС) и вещания в современном мире чрезвычайно велика, особенно это касается распространения телевизионных программ, структуры связи развитых и развивающихся стран, международного обмена информацией.

Спутники связи и вещания обычно располагаются на высоких орбитах, что позволяет им излучать (и принимать) сигналы на большие территории стран и регионов, вплоть до трети поверхности Земли. При этом возникают взаимные помехи между работающими в общей полосе частот сетями, принадлежащими разным операторам и странам [1, 2] (рисунок).

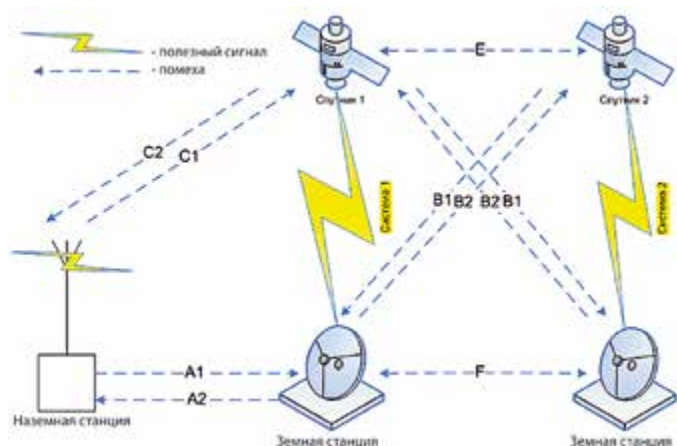
Хорошо известно, что подавляющее большинство спутников связи и вещания размещаются на геостационарной орбите (ГСО): благодаря возможности применять земные терминалы с неподвижными антеннами связь получается непрерывной, круглосуточной. Спутникам связи и вещания распределены высокочастотные диапазоны (выше 3 ГГц), поэтому даже сравнительно небольшие антенны земных станций (параболы диаметром от 0,45–0,6 м) обладают до-

статочной пространственной избирательностью, чтобы соседние спутники могли располагаться на угловом расстоянии 2–3°, а иногда и меньше. Совместимости спутниковых систем способствует также избирательность бортовых антенн спутников, т.е. ограничение зон обслуживания. При этом на ГСО размещается до нескольких сотен спутников, работающих в общей полосе частот без неприемлемых взаимных помех. Тем не менее быстрый рост производства и запуска спутников связи и вещания уже привел к дефициту орбитального ресурса [3].

Создание спутника связи или вещания и соответствующей земной сети требует многомиллионных затрат, и любой инвестор желает заранее обеспечить работу будущей сети связи без помех от других сетей в некоторой позиции на ГСО при определенных параметрах будущего спутника и земной сети. Для этой цели разработана и много лет применяется специальная процедура заявления, координации и регистрации спутниковых сетей связи в Бюро радиосвязи МСЭ, подробно описанная в Регламенте радиосвязи (РР) [4]. Процедура разработана и регулярно корректируется на всемирных конференциях по радиосвязи (ВКР) Международного союза электросвязи (МСЭ) при условии единогласного решения всех государств-членов МСЭ.

Координационная процедура. Кратко напомним основные положения этой процедуры, которая действует в большей части полосы частот, распределенной для спутниковой связи. Заявляющая администрация связи (АС) направляет в МСЭ предварительную публикацию, а затем — запрос на координацию, в котором сообщаются все технические параметры будущей системы, необходимые для анализа ее совместимости с другими сетями. Бюро радиосвязи МСЭ проверяет соблюдение всех установленных РР ограничений, определяет список *затронутых* АС и сетей, которым могут быть созданы помехи, и публикует необходимую информацию.

Заявляющая администрация приступает к координации своей системы с сетями в вышеуказанном списке (путем встреч и переговоров), на что отводится до семи лет. В случае успеха АС сообщает об этом БР, которое после проверки записывает систему в Международный справочный регистр. В основе координационной процедуры лежит принцип «первым пришел — первым обслужен», т.е. ранее заявленные сети не должны испытывать помех от вновь заявляемых и не имеют никаких формальных обязательств в чем-либо уступать новым заявителям (хотя призывы к равноправному доступу имеются во многих основополагающих документах МСЭ). Этот принцип временного приоритета действительно необходим для обеспечения нормального функционирования действующих сетей, но ставит в трудное положение новых заявителей.



Взаимные помехи между работающими в общей полосе частот сетями

Обратим внимание на две важные особенности координационной процедуры.

БР при получении нового запроса на координацию определяет *затронутые* сети очень просто — к ним относят все ранее заявленные сети в пределах так называемой координационной дуги $\pm 7-8^\circ$ (в зависимости от диапазона частот). Известно, что сети, испытывающие помеху от новой сети, могут располагаться и вне дуги координации. Поэтому АС, озабоченные защитой своих сетей от новых «пришельцев», имеют право (пункт 9.41 РР) включить свою сеть в список затронутых, если представят расчет, показывающий, что помеха от новой сети превышает критерий допустимой помехи от одной сети ФСС, который сегодня установлен равным $\Delta T/T = 6\%$, где T — температура собственных тепловых шумов в линии связи; ΔT — приращение температуры шума, обусловленное помехой. Введение принципа координационной дуги было обусловлено необходимостью облегчить и ускорить работу БР, в то время перегруженной работой из-за обилия заявок на новые системы. Предполагалось, что в пределах этой дуги окажется большая часть затронутых сетей (80%). Сейчас заявки на новые сети составляются «с запасом» — с глобальной зоной покрытия, занятием всего разрешенного диапазона частот, широким набором антенн земных станций (ЗС) и других параметров. Вследствие этого число затронутых сетей вне координационной дуги по расчету оказывается весьма значительным [5, 6], однако администрации крайне редко пользуются своим правом войти в список затронутых. Эта практика чревата конфликтами после ввода новой сети в действие.

Вторая особенность стала следствием необходимости преодоления тупика, возникающего при невозможности завершить координацию из-за неоправданной неуступчивости одной из затронутых сетей. На этот случай РР разрешает (п.11.41 РР) зарегистрировать такую сеть условно, что позволяет сохранять защиту ресурса от новых заявок и ввести сеть в действие, несмотря на некоторый риск несовместимости с несоординированной сетью: в этом случае условно зарегистрированная сеть подлежит немедленному выключению. При этом условно зарегистрированная сеть может снять печать условности и получить нормальный статус, если ее работа (совместно с работой несоординированной сети) в течение установленного срока не подтвердила наличия помех. На практике, однако, из-за перегрузки ГСО и трудности координации получилось, что п.11.41 стал применяться очень широко, подчас без серьезных попыток достичь координации, и это подвергает сомнению целесообразность всей координационной процедуры.

Плановое распределение. Предвидя возможность полной загрузки ГСО (сегодня уже наступившей), МСЭ ввело в некоторых полосах частот альтернативную процедуру — *плановую*. Принято два плана — План спутниковой службы вещания и План фиксированной спутниковой службы [4, Приложения 30, 30А, 30В]. План предоставляет заранее закрепленную за каждой страной-членом МСЭ позицию на ГСО, в которой в любое время страна может разместить свой спутник с гарантированной защитой от помех со стороны других плановых сетей.

Плановый принцип проблемы не решил. Планы удалось создать только при условии национальных зон покрытия, при не всегда оптимальном размере антенн ЗС, что ограничивает возможности сетей и снижает их эффективность. Большинство плановых сетей не реализовано. Чтобы не пропал замороженный ресурс, МСЭ принял процеду-

ру создания так называемых дополнительных сетей в плановых полосах частот, при условии непричинения помех плановым сетям — независимо от того, реализованы они или нет. Это ограничивает возможности создания дополнительных сетей и, тем не менее, не исключает возможность конфликтов. В результате плановые распределения используются незначительным числом сетей, в основном странами, занимающими большую территорию.

Описанные процедуры, предусматривающие защиту создаваемых сетей спутниковой связи от возможных помех, вызывают множество нареканий со стороны операторов и национальных АС. Рассмотрим причины этих претензий.

Проблемы получения защищенного орбитально-частотного ресурса (ОЧР) для заявителей новых сетей. Процесс координации *долг* (мало кто укладывается в установленные семь лет) и *затрачен* (затраты в общем-то невелики по сравнению со стоимостью космической и земных станций), к тому же *нет никакой гарантии* успешного завершения процесса.

Главная проблема — *перегрузка ГСО* множеством заявленных и зарегистрированных сетей ФСС и РСС, из-за чего невозможно найти позицию для новой сети, причем если ранее это было обусловлено большим числом нереализованных (и подчас не предназначенных к реализации — так называемых бумажных) заявок, то сегодня это уже следует из большого числа реально *действующих* сетей, расставленных на ГСО в среднем через 1–2 градуса во всех распределенных ФСС и РСС полосах частот, подходящих для реализации по технико-экономическим показателям. *В настоящее время ни одна новая сеть* (за редкими исключениями) *не может зарегистрировать защищенную от помех позицию на ГСО с помощью нормальной регламентной координационной процедуры*. Приходится использовать плановые присвоения с попыткой их модификации для устранения указанных выше недостатков, либо рисковать (прибегать к условной регистрации с помощью п.11.41 РР), либо обращаться к заявкам других стран на «серой» (коммерческой) основе, либо вовсе отказываться от создания новой сети, арендуя емкость на действующих спутниках других АС и других операторов.

Еще один серьезнейший недостаток существующей ситуации, с точки зрения желающих заявить новую сеть, это *невозможность получить из базы данных МСЭ ясную и достоверную информацию о реальной загрузке* желательного участка орбиты и тем более — о планах ее занятия ранее заявленными сетями. Это происходит из-за недостатков действующей процедуры, когда каждая заявка на модификацию сети оформляется отдельно и остается неясным, новая это сеть или дополнительный ресурс для ранее заявленного спутника. К тому же сообщения о вводе сети в действие часто подаются АС задолго до его реализации (сейчас на противодействие этому дефекту процедуры направлена одна из резолюций ВКР-12, которая ограничивает сроки сообщения о вводе); далеко не все АС и операторы предоставляют точную информацию о факте реализации заявленной сети и ее реальных параметрах, если эта информация может навредить сохранению хотя бы части их прав на заявленную позицию. Крайне редко АС доводят до БР МСЭ сведения об изменении заявленных параметров, принятых в ходе координации с другими сетями, хотя это четко требуется РР, и причина понятна: изменение заявленных ранее параметров может привести к новому витку координации и удлинению и без того длительного процесса.

Многие сети не успевают завершить координацию в течение установленного РР срока (семь лет), и заявка, в течение этих семи лет создававшая проблемы для всех последующих заявлений, аннулируется.

Недостатки процедуры с точки зрения АС/операторов, обеспеченных нотифицированным ОЧР. Действующая процедура не устраивает также АС и операторов, которые успели зарегистрировать ОЧР для нескольких или даже многих сетей и систем.

Прежде всего следует отметить, что успешная координация, нотификация и регистрация сети в Международном справочном регистре не полностью гарантирует работу сети без помех от других сетей на весь срок ее службы. Процедура идентификации источника помехи требует затрат и времени, процедура заявления и разбора претензий подробно описана в РР, однако она длительна, причем достаточно эффективных средств заставить мешающего оператора устранить помеху у МСЭ нет. Исход конфликта зависит от ресурсов сторон, прежде всего финансовых, позволяющих вести тяжбу с источником помехи в условиях потери части запланированной емкости спутника.

Далее, оператор и АС, владеющие зарегистрированным ресурсом, вынуждены вести координационные переговоры с каждым новым заявителем, если их сеть попала в список сетей, затронутых новой заявкой; и даже если не попала в этот список, следует проверить, не создаст ли новая сеть неприемлемых помех. Это значит, что каждый оператор действующей или зарегистрированной сети и соответствующая АС должны иметь штат сотрудников, постоянно работающих по координации (фактически — защите) своих сетей со стороны возможных помех от вновь заявляемых сетей.

И, конечно, как только у такого «обеспеченного» оператора/АС возникнет потребность в модернизации сетей или в создании новой сети, перед ним встанут все указанные выше проблемы нового заявителя: отсутствие свободного ресурса на ГСО, неясность реальной ситуации, длительность и сложность координации без гарантии успешного результата.

Недостатки действующей координационной процедуры с точки зрения интересов сообщества всех стран-членов МСЭ. В такой постановке вопроса цель процедуры четко сформулирована Уставом МСЭ: справедливый и равноправный доступ стран-членов МСЭ к ОЧР. Понятие справедливости неоднозначно, а равноправие четко определяет возможность каждому члену получить свою долю общего ресурса. В отличие от частотного ресурса для наземных сетей, где этот принцип в основном выполняется и ресурс «от природы» разделен между странами благодаря размежеванию территорий, в случае геостационарных спутниковых сетей взаимные помехи неизбежны, а ОЧР ГСО ограничен. Действующая координационная процедура, несмотря на ряд содержащихся в РР призывов о равноправности, фактически создает преимущества для стран/операторов, уже зарегистрировавших свои сети, т.е. принципу равноправности не отвечает, и, по-видимому, это единственно возможное решение, чтобы избежать хаоса непрерывного передела.

Возможным решением было бы ограничение числа заявок от одной АС, однако сегодня такого ограничения РР реально не содержит (имеются лишь призывы к ограничению). Такой шаг явно не имеет шансов на успех, поскольку мог бы вызвать очевидный протест ведущих космических держав (США, Франции, России, Китая, Японии) и помешать работе наиболее мощных систем, предоставляющих емкость десяткам других стран.

Общей целью всех членов сообщества в данном случае следует считать также максимально эффективное использование ограниченного ОЧР ГСО. Для этого желательно предусмотреть:

- однородность спутниковых сетей [3] (проще говоря, одинаковость основных энергетических параметров);
- ограничение разнообразия вышеуказанных параметров в рамках каждой сети;
- применение методов оптимальной расстановки спутников на ГСО (в частности, метода пересечения лучей);
- ограничение зоны покрытия сети, например, национальной территорией или территорией стран, подтвердивших согласие на использование данной сети;
- соблюдение строгого соответствия между фактически используемым и заявленным ресурсом; и т.п.

Ни одно из этих условий действующая координационная процедура не обеспечивает (хотя попытки частичного применения таких подходов имели место — в частности, в полосе 21,4–22 ГГц для сетей РСС или при создании сети контроля под эгидой БР).

Отметим, что почти все указанные выше методы обеспечения равноправного доступа к ресурсу ГСО реализованы в упомянутых выше планах РСС и ФСС [1, 4]. В соответствии с этими планами каждая страна получила закрепленное за ней и защищенное от помех присвоение для сети ФСС и сети РСС, которое может быть реализовано в любое время в пределах действия конкретного плана. Однако физическая ограниченность ОЧР ГСО привела к тому, что плановый ресурс каждой страны ограничен одной позицией (кроме стран с особенно большой или разделенной территорией), зоной обслуживания только в пределах национальной территории, выделенной для плана полосой частот (500–800 МГц для ФСС и только 10–12 каналов по 24 МГц для РСС), минимальным размером антенны — 0,6 м (РСС) и 2,7 м (ФСС) — вместо широко применяемых 0,6–0,9 м, единственным значением ППМ и т.п. Данные планы, поскольку ими оказались недовольны почти все страны, используют немногие. Чтобы ресурс не пустовал, пришлось в полосах частот планов ввести фактически координационную процедуру ввода в действие так называемых дополнительных сетей.

Заключение. Из приведенного анализа недостатков процедуры заявления и регистрации спутниковых сетей следует, что интересы разных стран различны и противоречивы. Более того, противоречивые интересы определяют позиции внутри каждой АС. Так, автор неоднократно наблюдал, что АС, не имеющая еще ни одного присвоения и безуспешно его добивающаяся, тем не менее не поддерживает введение каких-либо ограничений, направленных на «расчистку» орбиты, опасаясь уменьшения экономической эффективности своей предполагаемой сети. А ведь именно равноправное голосование стран-членов МСЭ определяет возможность введения тех или иных изменений в процедуры РР. Каждый принятый пункт действующего РР есть результат трудного компромисса между описанными противоречивыми интересами.

Бюро радиосвязи МСЭ, которое могло бы представлять интересы всего сообщества, не имеет реальных рычагов для их защиты, и страны-члены МСЭ не намерены наделять БР такими полномочиями.

Из всего сказанного можно сделать вывод: радикальное изменение действующей процедуры РР в отношении ССС на ГСО таким образом, чтобы все ее недостатки (или хотя бы их большая часть) были устранены, **невозможно** в усло-

виях современных международных отношений. Тем более что при всех указанных выше недостатках процедуры РР действуют, несколько сотен спутников работают на ГСО, большая часть передаваемых спутниками потоков информации не подвергается неприемлемым помехам, ССС выполняют важные социальные и экономические функции.

В то же время в рамках действующего устава МСЭ вполне осуществимо — и уже происходит — частичное и постепенное усовершенствование отдельных положений действующих процедур. Так, представляются возможными:

- отмена процедуры предварительной публикации, что сократит процесс координации на полгода;
- постепенное расширение области применения специальной процедуры, подобной принятой ВКР-12 для РСС в полосе 21,4–22 ГГц и являющейся сочетанием элементов координационной и плановой процедур [7];
- введение более четкой и простой идентификации спутниковой сети для каждой новой заявки [8];
- развитие и увеличение полномочий системы международного контроля за сетями на ГСО;
- введение учета ОЧР, занятого каждой сетью [9], и системы соответствующих мер поощрения или наказания (платы);
- увеличение критерия допустимой помехи, что облегчит достижение совместимости сетей СС между собой и с наземными сетями радиосвязи;
- ликвидация вторичного статуса сетей НГСО с целью облегчения и стимулирования их использования, несмотря на очевидные недостатки таких сетей.

С другой стороны, в связи с показанной выше бесперспективностью радикального пересмотра действующих процедур основные надежды на развитие ССС следует свя-

зывать с прогрессом технологий: многократным использованием полосы частот в одной сети благодаря узким лучам антенн, освоением новых диапазонов частот, созданием недорогих подвижных станций со следящими антеннами и т.д. (рассмотрение этих вопросов выходит за рамки данной статьи).

ЛИТЕРАТУРА

1. ЭМС систем спутниковой связи /Под ред. Л. Я. Кантора и В. В. Ноздрина.— М.: ФГУП НИИР, 2009.
2. Спутниковая связь и вещание. Справочник /Под ред. Л. Я. Кантора.— М.: Радио и связь, 1997.
3. **Кантор Л. Я., Тимофеев В. В.** Спутниковая связь и проблема геостационарной орбиты.— М.: Радио и связь, 1988.
4. Регламент радиосвязи // Международный союз электросвязи, 2012.
5. МСЭ. Док. 4А/274 (РФ). The effect of the value of the interference criterion $\Delta T/T$ on the number of potentially affected networks.
6. МСЭ. Док. 4А/305 (Канада). Size of the coordination arc for triggering coordination under RR No. 9.7.
7. **Кантор Л. Я.** Новый эволюционный подход к международному распределению орбитально-частотного ресурса // Электросвязь.— 2008.— № 12.
8. МСЭ. Док. 4А/178 (Иран). Simplification of Radio Regulation Regime on Space Services.
9. 4А/189. Assessment of the orbital-frequency resource used by a geostationary satellite communication system // ITU Publications / Radiocommunication (ITU-R). (Проект нового отчета.)

Получено 25.12.13

ИНФОРМАЦИЯ

ОПТИЧЕСКИЙ ВЫБОР «РОСТЕЛЕКОМА»

Новая стратегия ОАО «Ростелеком» до 2018 г. предусматривает рост технического обеспечения для фиксированного ШПД и платного телевидения. За пять лет компания планирует охватить оптоволоконным 33 млн домохозяйств (против 18 млн сегодня), что позволит ей предоставлять услуги интернет-доступа на скорости до 1 Гбит/с.

Национальный оператор, укрепляя свое конкурентное преимущество — самое большое покрытие сетями ШПД территории России, наращивает строительство оптических сетей доступа: количество подключений по ВОЛС выросло на 40%. Это способствует расширению спектра предлагаемых компанией мультимедийных сервисов и, естественно, росту абонентской базы: за последние полтора года число абонентов ШПД, подключенных по «оптике», выросло вдвое — до 3,8 млн.

«Отвечая на растущие потребности существующих и будущих абонентов, мы

предлагаем гибкую и удобную тарифную политику на «оптический» Интернет, учитывая различие стили потребления услуг», — подчеркнула старший вице-президент — коммерческий директор ОАО «Ростелеком» **Л. Ткачук**. Новая линейка домашнего Интернета под зонтичным названием *Fast* включает в зависимости от региона 3–5 тарифных планов с максимальной скоростью передачи данных до 100 Мбит/с. Средняя скорость доступа в Интернет по «оптике» увеличилась в 3–4 раза, причем без роста цен.

«Интерактивное телевидение» от «Ростелекома» смотрят уже 2 млн семей в России (с учетом коэффициента семейности это более 5,2 млн человек). Сегодня «Ростелеком» является крупнейшим оператором IPTV в стране: по итогам III квартала 2013 г. компания обслуживает 56% российских абонентов интерактивного цифрового телевидения (данные iKS Consulting).



Л. Ткачук