

быть соблюдены, во-первых, из-за форсмажора или, во-вторых, из-за неготовности второго спутника в двойном пуске. Если такие основания есть, РПК принимает принципиальное решение о продлении предельного срока, а также о том, на сколько времени он увеличивается. Продленный срок должен быть ограниченным и обоснованным. К этим давно выработанным в МСЭ-R критериям ВКР добавила еще один: такой продленный срок должен учитывать технологию, а именно – если речь идет об электрическом спутнике, то период продления следует дать более продолжительный.

Негеостационарные спутниковые системы: новые положения о вводе в действие и поэтапном развертывании

Э.Л. Морозова, начальник международно-правовой службы Международной организации космической связи «Интерспутник», член совета директоров Международного института космического права; morozova@intersputnik.com

УДК 621.397.13

DOI: ???

Аннотация. *Анализируются особенности предоставления спутниковых сервисов операторам негеостационарных (НГСО) систем. Обоснована необходимость выработки отдельных правил для ввода в действие частотных присвоений негеостационарным многоспутниковым системам. Показана роль ВКР-19 в решении вопроса: на Конференции были уточнены процедуры ввода в действие систем НГСО, имеющие отличия в зависимости от вида космической радиослужбы, а также принята новая Резолюция, определившая поэтапный подход к внедрению частотных присвоений системам НГСО. Тем самым установлен баланс между предотвращением неэффективного использования спектра и надлежащим функционированием механизмов МСЭ для управления частотными присвоениями системам НГСО без излишней нагрузки на операторов.*

Ключевые слова: *негеостационарные спутниковые сети и системы, Всемирная конференция радиосвязи, частотные присвоения, Международный союз электросвязи, Бюро радиосвязи, регистрация частотного присвоения.*

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время наметился растущий интерес к использованию негеостационарных спутниковых орбит (НГСО) для различных видов спутниковых служб. В отличие от традиционной геостационарной орбиты (ГСО), находящейся примерно в 36000 км от Земли и позволяющей геостационарным спутникам оставаться неподвижными для наземного наблюдателя, низкие, средние и высокие околоземные орбиты проходят на меньших высотах. Из-за этого спутники НГСО вынуждены находиться в постоянном движении относительно фиксированной точки на поверхности Земли. Для беспрерывного покрытия всего земного шара и предоставления спутниковых сервисов операторам НГСО-систем приходится развертывать не один, а несколько или даже множество спутников в различных орбитальных плоскостях, обычно называемых группировками.

Относительно небольшие высоты позволяют таким группировкам передавать данные с минимальной задержкой даже в отдаленных уголках мира, а новые технологии делают возможной обработку чрезвычайно больших массивов информации, что только способствует стремительному росту популярности НГСО-сетей и систем. Без сомнений, Международный союз электросвязи (МСЭ) должен обеспечить рациональное, спра-

ведливое, эффективное и экономное использование радиочастотного спектра (РЧС) в беспомеховой среде как ГСО, так и НГСО в соответствии с положениями Регламента радиосвязи (РР) МСЭ, как это предусмотрено Уставом МСЭ [1, п. 78, 196].

Однако в отношении НГСО-сетей и систем в РР отсутствуют некоторые важные положения – например те, в которых конкретно устанавливаются требования к вводу в действие и повторному вводу в действие частотных присвоений космическим станциям этих сетей и систем. При этом предельные сроки для ввода и повторного ввода в действие НГСО-сетей и систем РР предусмотрены: ввод в действие должен быть осуществлен в течение семи лет с даты получения Бюро радиосвязи (БР) МСЭ информации для предварительной публикации или запроса о координации, а повторный ввод в действие – в течение трех лет после приостановления использования частотного присвоения соответствующей сети или системы (если только этот трехлетний период не будет сокращен по причине запоздалого уведомления о приостановлении) [2, пп. 11.44, 11.49].

Вместе с тем применительно к геостационарным спутниковым сетям требования к вводу в действие и повторному вводу в действие частотных присвоений разъяснены: частотное присвоение космической станции на

ГСО рассматривается как введенное в действие, если спутник, имеющий возможность осуществлять передачу или прием в рамках данного частотного присвоения, развернут и удерживается в заявленной орбитальной позиции непрерывно в течение 90 дней [2, п. 11.44В]. Дата начала 90-дневного периода считается датой ввода в действие частотного присвоения [2, п. 11.44.2]. Повторный ввод в действие спутниковых сетей ГСО осуществляется в таком же порядке [2, п. 11.49.1].

Вотсутствие специального положения о вводе в действие негеостационарных сетей и систем БР МСЭ поступало по аналогии. В соответствии со сложившейся практикой ввод в действие частотного присвоения системы НГСО признавался успешно выполненным тогда, когда хотя бы один спутник, имеющий возможность осуществлять передачу или прием в рамках данного частотного присвоения, был развернут и в течение 90 дней удерживался на одной из заявленных орбитальных плоскостей, причем вне зависимости от общего количества спутников и орбитальных плоскостей в спутниковой группировке. Такой ввод в действие одним спутником позволял завершить регистрацию частотного присвоения всей системе НГСО и внести запись в Международный справочный регистр частот (Справочный регистр).

Эта практика, применявшаяся Бюро в течение многих лет, до недавнего времени не вызывала проблем, учитывая относительно небольшое количество действующих НГСО-систем. Однако следует принимать во внимание тенденцию повышающегося спроса на использование низких и средних орбит, что в скором времени может существенно увеличить количество НГСО-систем. Кроме того, возрастает и общее число спутников в таких системах. Например, начиная с 2011 г. МСЭ получает обращения администраций связи (АС) касательно частотных присвоений сложных и особо сложных спутниковых систем НГСО, насчитывающих в своем составе от нескольких сотен до десятков тысяч (от 70 000 до более чем 230 000) космических аппаратов (КА), которые находятся более чем в 1000 орбитальных плоскостей (Отчет о ходе работы [3], содержащий рекомендации о возможном пересмотре Решения 482 в отношении заявок на регистрацию сложных/крупных спутниковых систем НГСО и заявок на регистрацию исключительно сложных спутниковых сетей ГСО). Причем некоторые амбициозные проекты такого масштаба уже осуществляются.

В этих условиях становится очевидной необходимость обеспечения надлежащего использования РЧС и спутниковых орбит всем многообразием спутниковых сетей и систем. Применение одинаковых правил для ввода в действие частотных присвоений как геостационарным спутникам, так и негеостационарным много-спутниковым системам не может не иметь недостатков.

СУТЬ ПРОБЛЕМЫ

Очевидно, что существующая практика БР МСЭ, когда

частотное присвоение системы НГСО считается введенным в действие одним-единственным спутником независимо от масштабов орбитальных параметров системы, вряд ли может обеспечить рациональное, справедливое, эффективное и экономное использование радиочастот и спутниковых орбит — ограниченных природных ресурсов космоса.

Во-первых, при развертывании многоспутниковой НГСО-системы оператор может изменить свои планы, например запустить значительно меньше спутников, чем предусмотрено в заявке. При этом после запуска первого и, возможно, последнего КА частотное присвоение, изначально предназначавшееся для работы крупной спутниковой группировки, будет введено в действие. Тем не менее часть спектра, которая фактически не используется такой системой, станет недоступна другим операторам, что может привести к «складированию» РЧС.

Во-вторых, существует риск подачи заявок спекулятивного характера — они не предполагают реальной эксплуатации космических аппаратов, а нацелены на блокирование спектра, оставаясь долгие годы лишь на бумаге. Это может привести к возрождению так называемых «бумажных» спутниковых сетей.

Наиболее простым, на первый взгляд, решением для обеспечения надлежащего использования орбитально-частотного ресурса (ОЧР) НГСО могло бы стать требование о развертывании на орбите всех спутников в составе негеостационарной группировки не позднее истечения предельного семилетнего срока ввода в действие. В таком случае частотное присвоение считалось бы введенным в действие при выполнении условия о полном развертывании системы НГСО, что позволило бы избежать злоупотреблений в отношении радиочастот и спутниковых орбит. Однако по объективным причинам, связанным в том числе с проектными соображениями (необходимость наличия производственных мощностей и ракет-носителей для запуска нескольких спутников и т.д.), некоторым крупным и особо крупным НГСО-группировкам иногда требуются дополнительные месяцы или даже годы для запуска всех космических аппаратов, поэтому полное развертывание системы может значительно выйти за пределы регламентарного срока. Действительно, при обсуждении вопроса ввода в действие частотных присвоений негеостационарным спутниковым системам разумно учитывать тот факт, что их операторам, в отличие от операторов геостационарных сетей, требуется обеспечить производство и запуск не одного, а нескольких или даже множества спутников. В таких обстоятельствах НГСО-операторов не стоит подвергать излишним временным ограничениям в процессе развертывания систем.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Впервые вопрос о вводе в действие частотных присвоений негеостационарным спутниковым системам был

поставлен перед Всемирной конференцией радиосвязи (ВКР) в 2015 г. В своем отчете об опыте применения радиорегламентарных процедур и других связанных с этим вопросах [4] Директор БР указал на проблему и предложил Конференции возможный вариант ее решения. По мнению БР, таковым могло бы стать разделение процедуры ввода в действие частотных присвоений систем НГСО на несколько этапов.

Первый этап — это окончание семилетнего регламентарного срока, когда необходимо развернуть один спутник или определенный процент от общего количества спутников, чтобы ввести в действие частотное присвоение. Завершение развертывания всей группировки должно произойти в течение обоснованного срока после ввода в действие за один или два шага — например, в течение трех лет с даты ввода в действие (второй этап) и в течение шести лет с даты ввода в действие (третий этап).

Предполагалось, что несоблюдение требований одного из этих этапов могло бы привести к аннулированию частотных присвоений в конце семилетнего срока (при несоблюдении требования по первому этапу) или к корректировке заявленной информации по системе НГСО с учетом фактического количества действующих спутников на конец трех- или шестилетнего срока развертывания (при несоблюдении требований по второму или третьему этапам).

Такой подход, по мнению директора БР, обеспечил бы баланс интересов различных сторон. В случае своевременного выполнения требований на всех трех этапах частотное присвоение, которое было введено в действие первым космическим аппаратом, продолжило бы считаться введенным в действие согласно соответствующей заявке. Однако при нарушении требований любого из этапов ввод в действие частотного присвоения не состоялся бы вовсе или считался бы состоявшимся только в отношении той части РЧС, которая фактически использовалась действующими спутниками. Таким образом, заявленные, но не задействованные радиочастоты не были бы заблокированы, а стали доступными всем заинтересованным пользователям по истечении соответствующих сроков. Вместе с тем из-за невозможности развернуть заявленную НГСО-группировку в полном масштабе ее оператор не потерял бы весь заявленный ОЧР, а сохранил бы систему, пусть даже не в полном объеме, но в пределах фактически используемой части ресурса.

МСЭ ПРИЗНАЛ ПРОБЛЕМУ

ВКР-15, проанализировав опыт БР по применению регламентарных процедур, относящихся к вводу в действие частотных присвоений системам НГСО, признала отсутствие соответствующих положений в Регламенте радиосвязи [5]. Тем не менее Конференция не смогла прийти к конкретным выводам и предложила Сектору радиосвязи (МСЭ-Р) изучить возможность разработки регламентарных положений, в которых были бы отраже-

ны дополнительные целевые ориентиры в дополнение к уже установленным в рамках пп. 11.25 и 11.44 РР (речь идет соответственно о сроке направления в БР заявок на координацию не ранее чем за три года до ввода в действие частотных присвоений и о семилетнем сроке ввода в действие частотного присвоения).

Подготовительные исследования технических, эксплуатационных и процедурных вопросов, которые представляются на рассмотрение всемирных конференций радиосвязи, проводятся исследовательскими комиссиями (ИК) МСЭ-Р, работающими на постоянной основе [2, пп. 80, 84; 6, пп. 148–160]. Исследовательские комиссии МСЭ-Р состоят из более чем 5000 специалистов от администраций, предприятий электросвязи и научно-образовательных учреждений всего мира [7]. Анализом эффективности управления ОЧР и его использования занимается ИК 4 по спутниковым службам, в том числе ее рабочая группа (РГ) 4А. Этой РГ и было поручено провести подготовительную работу по обсуждаемому вопросу.

На первом же после ВКР-15 заседании РГ 4А приступила к обсуждению возможных изменений РР в отношении спутниковых систем НГСО и представила предварительный анализ, содержащий факторы, которые необходимо было учесть в дальнейшем исследовании [8]. Процесс исследования занял полный четырехлетний цикл — с ВКР-15 до ВКР-19. Сектор радиосвязи изучил ввод в действие частотных присвоений всем системам НГСО, а также возможности введения поэтапного подхода к развертыванию систем НГСО в конкретных полосах частот и службах. На основе входных документов от рабочих органов МСЭ-Р, а также вкладов, представленных членами МСЭ, Подготовительным собранием к конференции (ПСК) на его второй сессии (18–28 февраля 2019 г., Женева, Швейцария), был составлен и утвержден сводный отчет по техническим, эксплуатационным и регламентарно-процедурным вопросам, подлежащим рассмотрению ВКР-19.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ ПСК И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На основании исследований МСЭ-Р было сделано два общих вывода, отраженных в Отчете ПСК [9], один из которых связан с понятием «ввод в действие», а другой — с поэтапным подходом к развертыванию систем НГСО. И для каждого из них предложены несколько вариантов реализации.

Первый общий вывод заключался в том, что ввод в действие частотных присвоений системам НГСО должен по-прежнему осуществляться путем развертывания одного спутника в одной из заявленных орбитальных плоскостей в течение семи лет с даты получения информации для предварительной публикации (API) или запроса о координации (в зависимости от обстоятельств). Этот вывод относится к частотным присвоениям для всех систем НГСО во всех полосах частот и службах. Вместе с тем было предложено четыре варианта мини-

мального периода, в течение которого спутник должен удерживаться в заявленной орбитальной плоскости: от 90 дней и менее вплоть до полного отсутствия минимального периода.

Второй общий вывод заключался в том, что для реализации поэтапного подхода к развертыванию систем НГСО в конкретных, особо востребованных, полосах частот и службах должна быть принята новая Резолюция ВКР. В соответствии с этим поэтапным подходом предлагалось сверх семилетнего регламентарного периода предоставить дополнительный срок для развертывания определенного числа заявленных или зарегистрированных спутников. Было выдвинуто несколько вариантов реализации такого подхода, отличающихся продолжительностью этапов, требуемым процентом развернутых спутников на каждом этапе и последствиями несоблюдения требований этапа. Также предлагалось предусмотреть переходные меры, чтобы уравнять положение будущих систем НГСО с положением тех, которые уже зарегистрированы и введены в действие (или будут зарегистрированы и введены в действие до истечения установленной ВКР-19 временной отсечки).

Отчет ПСК, вне всяких сомнений, разрабатывается исключительно в помощь членам МСЭ и содержит не более чем предложения, оставляя окончательное решение за ВКР.

НОВЕЛЛЫ ВКР-19

Ввод в действие частотных присвоений НГСО-сетям и системам, а также поэтапный подход к развертыванию систем НГСО в конкретных полосах частот и службах рассматривались ВКР-19 в рамках пункта повестки 7(А). Важно отметить, что эти две процедуры остались самостоятельными, хотя и взаимосвязанными.

Ввод в действие (повторный ввод в действие) частотных присвоений систем НГСО. ВКР-19 уточнила правила ввода в действие и повторного ввода в действие частотных присвоений спутниковым сетям и системам НГСО — для разных спутниковых служб они разные. Эти правила нашли отражение в Регламенте радиосвязи, новая редакция которого вступит в силу 1 января 2021 г. При этом регламентарные периоды для ввода в действие и для повторного ввода в действие сохраняются общими для и ГСО, и НГСО частот. Для ввода в действие этот период составляет семь лет, отсчитываемых от даты получения МСЭ информации для предварительной публикации или запроса о координации (восьмилетний период, предусмотренный для ввода в действие плановых частот, может быть применен только к ГСО, поскольку в отношении частот НГСО-сетей и систем план не установлен). Для повторного ввода в действие это три года с момента приостановления использования частотного присвоения сети или системы (с учетом возможного соразмерного сокращения этого трехлетнего периода в случае нарушения администрацией установленного РР МСЭ шестимесячного срока

уведомления о приостановлении).

Процедура ввода в действие частотных присвоений, используемых для фиксированной спутниковой службы (ФСС), подвижной спутниковой службы (ПСС) или радиовещательной спутниковой службы (РСС) [10, п. 11.49.2], аналогична существующей процедуре ввода в действие частотного присвоения космической станции на ГСО [2, п. 11.44В]: частотное присвоение рассматривается как введенное в действие, если космическая станция, имеющая возможность осуществлять передачу или прием в рамках данного частотного присвоения, развернута и удерживается в одной из заявленных орбитальных плоскостей негеостационарной спутниковой сети/системы ФСС, ПСС или РСС непрерывно в течение 90 дней. Ввод в действие считается состоявшимся независимо от заявленного числа орбитальных плоскостей и спутников в орбитальной плоскости в НГСО-группировке. Повторный, после приостановления, ввод в действие частотного присвоения НГСО-сети или системы происходит по такой же процедуре, что также повторяет действующий для сетей ГСО порядок [10, пп. 11.44С и 11.49.2].

Частотные присвоения спутниковым сетям или системам НГСО, работающим на орбитах Земли в других спутниковых службах, вводятся в действие путем размещения и удержания космической станции, имеющей возможность осуществлять передачу или прием в рамках данных частотных присвоений, в одной из заявленных орбитальных плоскостей соответствующей сети или системы [10, п. 11.44D]. Данная процедура отличается отсутствием требований к продолжительности периода удержания: для спутниковых служб, не являющихся ФСС, ПСС и РСС, требование о минимальном 90-дневном периоде не предусмотрено. Процедура повторного ввода в действие спутниковых сетей или систем НГСО в спутниковых службах, не относящихся к ФСС, ПСС и РСС, отличается от первоначального ввода в действие отсутствием требований по удержанию в принципе — одно лишь развертывание в любой из орбитальных плоскостей космической станции, осуществляющей прием или передачу в рамках ранее приостановленного частотного присвоения, является достаточным для повторного ввода в действие НГСО-сети или системы.

Различие между правилами ввода в действие частотных присвоений разным спутниковым службам можно объяснить желанием государств установить более строгие требования к сетям и системам НГСО, ориентированным в основном на извлечение прибыли, в то время как в отношении сетей и систем НГСО, которые решают общественно значимые и другие глобальные задачи, государства согласовали менее строгие требования. Речь идет, например, о радионавигационных спутниковых службах ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou и о спутниковых поисково-спасательных системах — прежде всего КОСПАС-САРСАТ, в космический сегмент которой, помимо спутников ГСО, входят спутники на низких и

средних орбитах Земли.

Развертывание систем НГСО. Поскольку ввод в действие и регистрация в Справочном регистре частотных присвоений космическим станциям сетей и систем НГСО к концу семилетнего регламентарного периода не требует подтверждения развертывания всех спутников, связанных с данными частотными присвоениями, ВКР-19 приняла новый поэтапный подход к развертыванию спутниковых систем НГСО в конкретных полосах частот и службах [11]. Данный подход нашел отражение в отдельной Резолюции ВКР-19, получившей обязательную силу путем добавления нового раздела в РР МСЭ: в статье 11 появился Раздел III «Ведение записей частотных присвоений спутниковым системам НГСО в Справочном регистре (ВКР-19)». Его единственный п. 11.51 устанавливает, что в отношении частотных присвоений некоторым спутниковым системам НГСО в конкретных полосах частот и службах должна применяться новая Резолюция. Полосы частот и виды служб космической радиосвязи, на которые распространяется поэтапный подход, различны для трех районов МСЭ и перечислены в самой Резолюции.

Важно отметить, что вступление в силу новой редакции Регламента радиосвязи МСЭ 1 января 2021 г. отнюдь не означает, что НГСО-системы, заявленные или введенные в действие до этой даты, «проскочат» по старым правилам. Новая Резолюция, предусматривающая обязанности администраций по развертыванию систем в три этапа и негативные последствия в случае невыполнения требований по каждому из них, применяется ко всем НГСО-системам, однако с некоторыми различиями в зависимости от того, является система действующей или планируемой. Так, операторы НГСО-систем, срок ввода в действие которых истекает до 1 января 2021 г., должны представить в Бюро радиосвязи информацию об уже развернутых космических станциях не позднее 1 февраля 2021 г. Операторы НГСО-систем, для которых семилетний регламентарный период заканчивается 1 января 2021 г. и позже, такую информацию должны передать БР в течение 30 дней с момента завершения семилетнего регламентарного периода или 90-дневного периода ввода в действие, в зависимости от того, какая из этих двух дат наступит позже.

Перечень требуемой информации о развернутых космических станциях установлен в Дополнении 1 к Резолюции и подразделяется на три блока. Первый включает информацию о спутниковой системе: название системы; название заявляющей администрации; условное обозначение страны; ссылка на информацию для предварительной публикации или запрос о координации, или информацию для заявления, если имеется; общее количество развернутых космических станций в каждой заявленной орбитальной плоскости спутниковой системы, имеющих возможность осуществлять передачу или прием в рамках частотных присвоений; номер орбитальной плоскости, в которой развернута каждая

космическая станция. Второй блок содержит информацию о запуске, которая должна предоставляться по каждой из развернутых космических станций, а именно: название поставщика ракеты-носителя, название ракеты-носителя, название и местоположение стартового комплекса, дата запуска. Последний (третий) блок — это характеристики каждой развернутой космической станции, включая ее название, орбитальные параметры, а также полосы частот из информации для заявления, в рамках которых космическая станция может осуществлять передачу или прием.

По получении требуемой информации о развертывании системы БР публикует ее и, если число развернутых спутников меньше изначально заявленного для всей НГСО-системы, добавляет примечание к соответствующей записи в Справочном регистре или к последнему заявлению по данной системе, которое указывает на применение Резолюции о поэтапном подходе к внедрению частотных присвоений и, соответственно, на предстоящее поэтапное развертывание системы.

При сравнении числа заявленных и фактически развернутых космических станций допускается расхождение в один спутник, причем независимо от масштаба системы. Другими словами, развертывание будет признано состоявшимся в размере 100% системы, если, например, четыре из пяти спутников окажутся на орбите, но не будет признано состоявшимся в размере 100%, если из тысячи спутников на орбите будут развернуты 998. Такой, казалось бы, нелогичный подход к установлению погрешности не в процентном, а в абсолютном выражении независимо от общего числа спутников в системе можно объяснить желанием государств защитить небольшие региональные спутниковые системы, состоящие из нескольких спутников, для которых неудачный запуск одного спутника не приводил бы к необходимости повторного заявления, не давая при этом излишней гибкости крупным и особо крупным глобальным многоспутниковым системам в составе сотен и тысяч аппаратов.

Три этапа развертывания НГСО-систем. Как указано выше, поэтапное развертывание применяется и к действующим, и к перспективным НГСО-системам. Количество и продолжительность этапов одинаковы для всех систем: всего три этапа и завершаются они через два, пять и семь лет. Но точки начала отсчета для каждого из них различаются в зависимости от того, когда истекает срок ввода в действие соответствующей системы: до 1 января 2021 г. или позже.

Операторы НГСО-систем, срок ввода в действие которых истекает до 1 января 2021 г., разворачивают свои системы к 1 января 2023 г., к 1 января 2026 г. и к 1 января 2028 г. (что соответствует двум, пяти и семи годам, прибавленным к установленной ВКР-19 временной отсечке — 1 января 2021 г.). Операторы НГСО-систем, для которых семилетний регламентарный период заканчивается 1 января 2021 г. и позже, разворачивают

системы к окончанию двухлетнего, пятилетнего и семи-летнего периода с момента истечения регламентарного предельного срока ввода в действие, равного семи годам. Приостановление использования частотных присвоенных НГСО-системам с возможностью их последующего повторного ввода в действие не влечет изменения процедуры поэтапного развертывания — указанные выше сроки и изложенные ниже требования к каждому из этапов сохраняются.

В течение 30 дней с момента завершения каждого из трех поэтапных периодов заявляющие администрации должны сообщить Бюро радиосвязи информацию о развернутых космических станциях — ту же, которая тремя блоками установлена в Дополнении 1 к Резолюции и описана выше.

БР публикует полученную информацию и сравнивает число фактически развернутых спутников с установленным Резолюцией минимальным числом спутников, подлежащих развертыванию к окончанию каждого из трех поэтапных периодов. Такое минимальное число составляет 10% от общего числа спутников заявленной или зарегистрированной системы к завершению первого этапа; второй этап предполагает развертывание не менее половины спутников, а последний (третий) — полное развертывание системы (для расчета полного развертывания системы применима та же погрешность: в качестве 100% признаются либо фактические 100%, либо 100% минус один спутник).

Как только оператор разворачивает 100% системы, БР удаляет запись о применении к полностью развернутой системе Резолюции о поэтапном подходе к внедрению частотных присвоений.

Изменение характеристик частотного присвоения как санкция за невыполнение требований к поэтапному развертыванию. Если в результате проверки БР выявляет несоответствие (т.е. если оператору надлежало развернуть больше станций, чем фактически развернуто), наступают предусмотренные Резолюцией неблагоприятные последствия. Имеется в виду изменение характеристик заявленных или зарегистрированных частотных присвоений в отношении масштаба НГСО-системы, которое должно быть сделано соответствующей администрацией не позднее чем по истечении 90 дней с момента окончания поэтапного периода. Речь идет о периоде, по результатам которого число развернутых спутников не соответствует установленному минимальному числу.

Если изменение характеристик производится по завершении первого поэтапного периода, когда оператор сумел развернуть менее 10% общего числа КА, измененное общее число спутников в системе не должно превышать десятикратное число фактически развернутых спутников. Так, например, если НГСО-система была заявлена в составе 700 космических станций и вместо 70 (10%) по окончании первого поэтапного периода фактически развернуто 45, то измененное число спутников в такой системе может составить 450 и менее. Если

измененное общее число спутников рассчитывается по окончании второго поэтапного периода, когда оператору не удалось развернуть половину системы, то измененное общее число спутников не должно более чем в два раза превышать число спутников, фактически развернутых. В нашем примере, когда в системе НГСО заявлено 700 спутников и по окончании второго поэтапного периода развернуто не 350, что составляет требуемые 50%, а 300, то, согласно измененным характеристикам, в составе системы не должно быть более 600 аппаратов. В случае невыполнения требования по полному — 100% — развертыванию системы по окончании последнего (третьего) поэтапного периода измененное общее число спутников в системе становится равным числу фактически развернутых спутников. Возвращаясь к примеру НГСО-системы в составе 700 спутников, ее фактическое развертывание с числом спутников 700 или 699 будет считаться состоявшимся в требуемых 100%, тогда как развертывание, например, 685 спутников повлечет сокращение общего числа спутников в такой системе до 685 или меньше.

Если же заявляющая администрация вносит изменения в зарегистрированные частотные присвоения НГСО-системы, которые ограничиваются уменьшением общего числа спутников и орбитальных плоскостей, и гарантирует, что измененные характеристики не будут создавать дополнительных помех или требовать большей защиты по сравнению с изначальными характеристиками, а БР, в свою очередь, дает благоприятное заключение, первоначальная дата записи частотных присвоений в Справочном регистре (от которой отсчитывается приоритет перед «соседними» сетями и системами) сохраняется.

Исключение из общего правила об изменении характеристик за невыполнение требований поэтапного развертывания. Данная процедура предусмотрена для частотных присвоений НГСО-систем, семилетний регламентарный срок ввода в действие которых заканчивается до 28 ноября 2022 г., при соблюдении ряда условий.

Во-первых, исключение предоставляется в случае несоблюдения требования по развертыванию минимального числа спутников по окончании лишь первого поэтапного периода — если оператор развернул менее 10% общего числа спутников. Исключение не предусмотрено на случай невыполнения требования по развертыванию половины и 100% общего числа спутников по окончании второго и третьего поэтапного периода соответственно.

Во-вторых, в срок до 1 марта 2023 г. заявляющая администрация должна передать Бюро радиосвязи полную информацию согласно Дополнению 2 к Резолюции. Такая информация включает, в том числе, описание текущего статуса развертывания, эксплуатации и координации НГСО-системы. Заявляющая администрация должна также предоставить БР явное доказательство наличия имеющего обязательную силу контракта на

производство (поставку) и контракта на запуск достаточного числа спутников для выполнения требований следующего поэтапного периода. Ответственность за подлинность информации, подтверждающей наличие контрактов, несет соответствующая администрация. Если это возможно, заявляющей администрации следует также представить доказательства договоренностей о гарантированном финансировании реализации проекта.

В-третьих, исключение возможно при положительном решении Радиорегламентарного комитета (РРК) МСЭ или ВКР. Вопросы о предоставлении исключений планируются к рассмотрению не позднее чем на втором в 2023 г. собрании РРК, когда Комитет будет иметь возможность сделать положительные заключения о предоставлении исключений. Случаи, в которых, по мнению РРК, нет возможности предоставить исключения, а также свои выводы и рекомендации РРК должен включить в отчет для ВКР-23.

«Перескок» спутников по-прежнему в немилости. Несмотря на то что так называемый перескок спутников не запрещен Регламентом радиосвязи и другими документами МСЭ, Бюро следит за случаями, когда один спутник вводит в действие несколько частотных присвоений. Эта тенденция нашла отражение и в новой Резолюции о поэтапном подходе к внедрению частотных присвоений космическим станциям спутниковых систем НГСО.

Так, например, если какие-то спутники, учитываемые на момент окончания соответствующего поэтапного периода, ранее использовались для удовлетворения требований поэтапных периодов в отношении других спутниковых систем НГСО, подпадающих под действие новой Резолюции, заявляющая администрация должна сообщить об этом Бюро, указав при этом, о каком числе спутников и о каких других спутниковых системах НГСО идет речь. Обязанность по информированию Бюро возлагается на обе стороны — участницы «перескока»: заявляющая администрация, в чьей НГСО-системе количество спутников сократилось после выполнения требований какого-либо из трех поэтапных периодов, должна объяснить обстоятельства, приведшие к такому сокращению. Если какие-то спутники используются или планируются к использованию для выполнения требований поэтапного развертывания других НГСО-систем, администрация также должна сообщить об этом Бюро, указав число спутников и наименование систем, использующих их для соблюдения требований новой Резолюции о поэтапном подходе к внедрению частотных присвоений. Если заявляющая

администрация, «отдавшая» свои спутники, надлежащим образом проинформирует об этом, Бюро продолжит учитывать общее число спутников, развернутых в течение поэтапного периода, исходя из того, как общала об этом заявляющая администрация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До недавнего времени использование НГСО-сетей и систем, режим которых не был детально проработан в документах МСЭ, не вызывало серьезных вопросов и не оказывало существенного влияния на эффективность использования ОЧР. Однако с учетом растущего числа заявок и запросов о координации в отношении НГСО-частот в 2015 г. Всемирная конференция радиосвязи признала наличие определенных пробелов в РР МСЭ и поручила Сектору радиосвязи заняться проработкой их восполнения, что и было реализовано ВКР-19.

Конференция 2019 г. не только уточнила процедуры ввода в действие и повторного ввода в действие сетей и систем НГСО, имеющие отличия в зависимости от вида космической радиослужбы, но и приняла новую Резолюцию, регулирующую поэтапное внедрение частотных присвоений НГСО-системам в конкретных полосах частот и службах. Согласно результатам исследований МСЭ-Р, это позволит обеспечить адекватное отражение фактического развертывания таких систем в Справочном регистре — «настольной книге» каждого спутникового оператора.

Несмотря на то что вопросы эксплуатации НГСО-группировок оказались максимально дискуссионными, ВКР-19 смогла установить сдержанный баланс между предотвращением неэффективного использования спектра и возможных злоупотреблений, с одной стороны, и надлежащим функционированием механизмов МСЭ для управления частотными присвоениями системам НГСО без создания излишней нагрузки их операторам — с другой. Таким балансом, по мнению Конференции, и является установленный новой Резолюцией поэтапный подход к внедрению частотных присвоений систем НГСО.

Поскольку в своей новой резолюции ВКР поручила Бюро радиосвязи продолжать выявлять конкретные полосы частот в конкретных службах, в отношении которых может возникнуть проблема, аналогичная приведшей к созданию Резолюции, и сообщить о них не позднее чем перед второй сессией ПСК к ВКР-23, в ближайшем будущем надо быть готовыми к расширению сферы применения поэтапного подхода к развертыванию НГСО-систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устав МСЭ. – URL: <https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-R.pdf>.

2. Регламент радиосвязи МСЭ (редакция 2016 г.). – URL: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48>.

ru.601.pdf.

3. Отчет о ходе работы, содержащий рекомендации о возможном пересмо-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- тре Решения 482 в отношении заявок на регистрацию сложных/крупных спутниковых систем НГСО и заявок на регистрацию исключительно сложных спутниковых сетей ГСО. – П. 2. Базовая информация // Документ С19/36-R (Пересмотр 1), 07.06.2019.
4. Отчет директора Бюро радиосвязи о деятельности Сектора радиосвязи. 29 сентября 2015 г. Ч. 2: Опыт применения радиорегламентарных процедур и другие связанные с этим вопросы. – Документ 4 (Add.2)-R (Пересмотр 1). – П. 3.2.2.4.4.
5. Протокол 7-го пленарного заседания ВКР-15 от 20 ноября 2015 г. // Документ 504-R, п. 3.21.
6. Конвенция МСЭ. – URL: <https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Convention-R.pdf>.
7. МСЭ. Исследовательские комиссии. – URL: <https://www.itu.int/ru/ITU-R/study-groups/Pages/default.aspx>.
8. Annex 22 to Working Party 4A Chairman's Report: Working document toward preliminary draft CPM text for WRC-19 agenda item 7, Issue A. Factors related to the bringing into use of frequency assignments of non-GSO systems subject to coordination. – Annex 22 to Document 4A/63-E, 13 May 2016.
9. Отчет ПСК по техническим, эксплуатационным и регламентарно-процедурным вопросам, подлежащим рассмотрению Всемирной конференцией радиосвязи 2019 г. / Подготовительное собрание к ВКР-19, вторая сессия (18–28 февраля 2019 г.). Глава 3 «Спутниковые службы», п. 3/7/1: Вопрос А – Ввод в действие частотных присвоений всем системам НГСО и рассмотрение поэтапного подхода к развертыванию систем НГСО в конкретных полосах частот и службах. – Женева, Швейцария, 2019.
10. Регламент радиосвязи МСЭ (новая редакция, вступающая в силу 1 января 2021 г.). Предварительные заключительные акты ВКР-19. – URL: <https://www.itu.int/pub/R-ACT-WRC.13-2019>.
11. Одиннадцатый отчет Комитета 5 пленарному заседанию ВКР-19, 19.10.2019 // Документ 500-R [предложение рассмотреть и утвердить текст для включения в протокол пленарного заседания (на момент публикации статьи протоколы пленарных заседаний, в которых должен содержаться соответствующий текст, не опубликованы)].

Получено 29.01.20

Методика расчетной оценки ЭМС радиоэлектронных средств с направленными антеннами в зоне Френеля

Е.П. Колесников, старший научный сотрудник ООО НПЦ «СОТИС», к.т.н.; kepavl@yandex.ru

М.Н. Купин, главный конструктор ООО НПЦ «СОТИС»; kupin@otis-ltd.com

И.В. Червяков, заместитель главного конструктора ООО НПЦ «СОТИС»; chiv@yandex.ru

УДК 621.3.095, 621.396.67

DOI: ????

Аннотация. На базе экспериментальных исследований предлагается методика оценки электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронных средств (РЭС) с направленными антеннами при размещении антенн этих РЭС на малом расстоянии друг от друга (в зоне Френеля).

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, направленные антенны, зона Френеля.

ВВЕДЕНИЕ

При компактном размещении РЭС с направленными антеннами на измерительном пункте или на космическом аппарате обычно оказывается, что расстояние R между антеннами РЭС мало и соответствует условию $R \leq d^2/\lambda$, где d – диаметр большей из антенн, λ – длина волны. Условие $R \leq d^2/\lambda$ определяет зону Френеля [1]. Однако формула передачи мощности между антеннами РЭС [1], по которой рассчитывается ЭМС РЭС, определена для дальней зоны (зоны Фраунгофера), соответствующей условию $R > d^2/\lambda$, и в нормативных докумен-

тах, а также в литературе, нет никаких рекомендаций по расчетной оценке ЭМС РЭС при размещении антенн РЭС в зоне Френеля. В настоящей статье предлагается методика оценки ЭМС РЭС при размещении антенн РЭС в зоне Френеля, основанная на прямых измерениях передачи мощности между антеннами в этой зоне.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Отношение принятой и переданной мощностей в дальней зоне применительно к задачам оценки ЭМС РЭС рассчитывается по формуле [1]