

# ПЕРСПЕКТИВЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ В СВЕТЕ РЕШЕНИЙ ВКР-19

DOI: 10.34832/ELSV.2020.3.2.001



Виктор Стрелец,  
председатель ИК-4 МСЭ-Р,  
научный консультант ФГУП НИИР,  
к.т.н.

## ВВЕДЕНИЕ

Основные результаты работы Всемирной конференции радиосвязи 2019 г. и их влияние на развитие перспективных радиотехнологий подробно описаны в статье «Итоги ВКР-19» («Электросвязь» № 12'2019). Хотелось бы еще раз вернуться к этой теме.

Самое пристальное внимание было уделено спутниковым вопросам. Комитету 5, ответственному за спутниковые службы, даже пришлось решать настоящие головоломки. Особенно интересно было следить за обсуждением проблем традиционных спутниковых систем на геостационарных орбитах (ГСО), которые, по мнению ряда специалистов, перестали быть окупаемыми, что должно вести к их быстрому угасанию и фактически уходу с рынка, и нового быстроразвивающегося сегмента систем

на негеостационарных спутниковых орбитах (НГСО), еще не показавших, каким образом они будут на практике конкурировать на рынке услуг с ГСО-системами и наземными сетями. Поэтому задача конференции состояла в создании стабильного и предсказуемого регуляторного режима, обеспечивающего как развитие перспективных, так и защиту существующих радиотехнологий.

Следует отметить, что процедуры регулирования использования радиочастотного спектра (РЧС) спутниковыми системами весьма сложны как в техническом, так и в организационном плане, поскольку зону обслуживания системы спутниковой связи нельзя ограничить территорией одного государства, т.е. для обеспечения совместимости с наземными радиослужбами необходимо введение международных норм и ограничений на излучение спутниковых систем.

Главным итогом кропотливой работы участников ВКР-19 и сложных международных переговоров в ходе четырехлетнего подготовительного процесса и во время самой Конференции стало подписание Заключительных актов ВКР-19 и пересмотр Регламента радиосвязи — бесценного международного договора, который является основой для рационального, эффективного и экономичного использования РЧС и обеспечивает развитие технологий радиосвязи с момента начала их использования 113 лет назад.

## НОВЫЕ ЭТАПЫ РАЗВЕРТЫВАНИЯ НГСО-СИСТЕМ

Одной из самых непредсказуемо развивающихся областей спутниковой связи являются негеостационарные многоспутниковые

сети. Как известно, первые негеостационарные многоспутниковые проекты ШПД (Teledesic, SkyBridge и пр.) потерпели неудачу. Возможно, это произошло в том числе и потому, что они опередили свое время и рынок не был готов обеспечить спрос на их дорогостоящие услуги. Более успешными можно назвать системы подвижной спутниковой связи Iridium, Globalstar и ICO. Однако и здесь не все однозначно, так как система Iridium живет и развивается в основном за счет финансирования со стороны военного ведомства США, а ее коммерческие результаты явно не на высоте: абонентская база застыла на единицах миллионов пользователей и особо не меняется даже после расширения спектра предлагаемых услуг. Компания Iridium через Международную морскую организацию (ИМО) сделала попытку получить на ВКР-19 первичное распределение полосы частот L-диапазона на линии «космос—Земля» для обеспечения своего присутствия на рынке услуг передачи сигналов Глобальной морской системы связи при бедствии. Однако это вряд ли кардинально решит вопрос повышения коммерческой привлекательности спутниковой системы Iridium. Еще тяжелее спутниковой системе Globalstar — прежде всего из-за архитектуры ее построения, которая требует большого количества земных станций сопряжения, что значительно увеличивает эксплуатационные затраты.

На последней конференции SatcomRus (Санкт-Петербург, 3 октября 2019 г.) некоторые выступавшие отмечали отсутствие коммерческих перспектив у низкоорбитальных систем и ставили под сомнение целесообразность



больших инвестиций в эти проекты. Акционер АО «Ка-Интернет» Сергей Пехтерев кратко сравнил проекты OneWeb и Starlink, которые, как он выразился, подошли к той стадии, когда надо либо начинать пусковую кампанию, делая миллиардные вложения, либо закрывать проект (обе системы заявили о начале ограниченной коммерческой эксплуатации в 2021 г.). Он обратил внимание на то, что и OneWeb, и Starlink потребуют большого количества наземных станций сопряжения, тогда как уже существующий и давно работающий Iridium может обходиться без них. Кроме того, обе системы не должны создавать помех ГСО-системам, т.е. им предстоит решить еще и эту проблему.

По всей видимости «рекомендации наших коллег были услышаны». Президент и главный операционный директор SpaceX Гвинн Шотвелл заявила в сентябре 2019 г. о том, что компания планирует в 2020 г. провести 24 запуска спутников Starlink. Первый из них состоялся 30 января, в результате чего количество спутников Starlink на околоземных орбитах достигло 240. А 7 февраля ракета-носитель

«Союз-2.1б» вывела на целевые орбиты 34 спутника OneWeb.

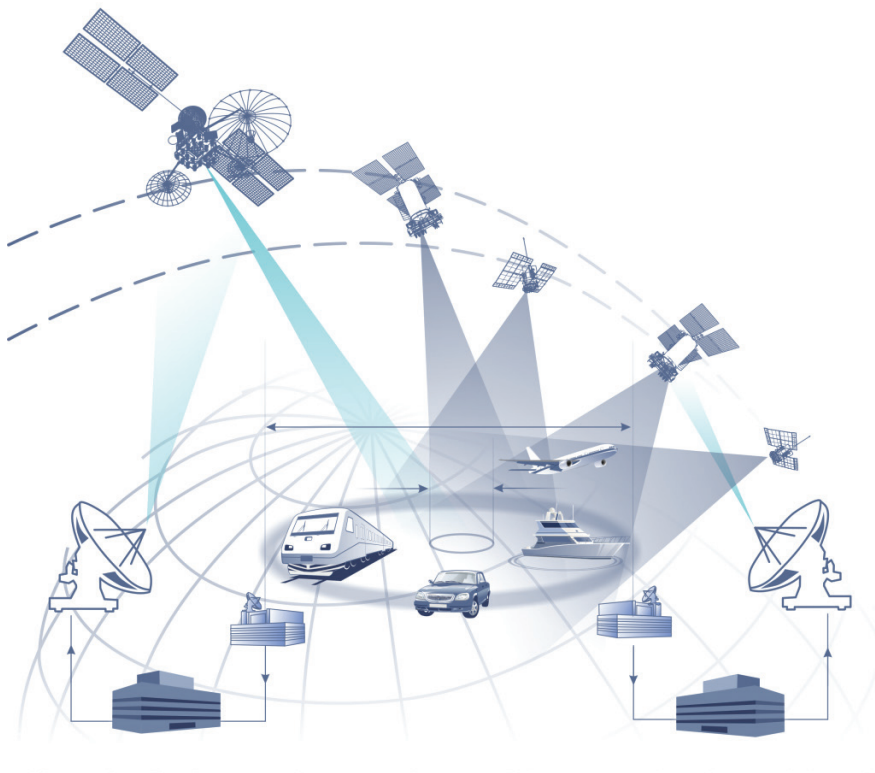
Международный союз электросвязи (МСЭ) не вправе рассматривать экономическую эффективность разработки и применения новых технологий, основная задача этой международной организации состоит в разработке регламентарного механизма развертывания и беспомеховой работы перспективных радиотехнологий, который должен быть согласован всеми Государствами-Членами МСЭ на ВКР.

Государства-Члены МСЭ на ВКР-19 приняли новый инновационный поэтапный подход к развертыванию многоспутниковых систем на негеостационарных спутниковых орбитах (НГСО) в конкретных полосах частот и службах. Достигнутое соглашение устанавливает регламентарные процедуры развертывания НГСО-спутников, в том числе мегагруппировок на низкой околоземной орбите. В соответствии с новым регламентарным режимом 10% группировок этих спутниковых систем должны быть развернуты в течение двух лет с момента окончания текущего периода ввода в

действие, 50% – в течение пяти лет, а завершиться развертывание должно в течение семи лет. Поэтапный подход позволит создать регламентарный механизм, который поможет обеспечить адекватное отражение в Международном справочном регистре частот МСЭ фактического развертывания спутниковых НГСО-систем в конкретных полосах частот и службах. Целью данного подхода также является установление баланса между предотвращением «складирования» РЧС, надлежащим функционированием механизмов координации и эксплуатационными требованиями, связанными с развертыванием систем на НГСО.

### АДАПТАЦИЯ К ИННОВАЦИЯМ В СПУТНИКОВОЙ ОТРАСЛИ

Соглашение, подписанное на ВКР-19, отражает быстрые темпы инноваций в спутниковой отрасли, которые способствуют росту числа развертываний НГСО-группировок. Действительно, благодаря наличию ракет-носителей, способных выводить на орбиту сразу несколько спутников, популярным решением для обеспечения связи на глобальном уровне становятся мегагруппировки, состоящие из сотен или тысяч космических аппаратов. Они применяются для обеспечения покрытия широкополосной связью с малой задержкой больших территорий, для дистанционного зондирования Земли, исследований космоса и верхних слоев атмосферы, а также для использования в метеорологии, астрономии и образовании. «Достижения в области проектирования, производства и запуска спутников создали новые возможности для установления широкополосных соединений во всем мире», – отметил Марио Маневич, директор Бюро радиосвязи МСЭ. – Это знаковое соглашение, достигнутое в ходе ВКР-19, представляет собой важный этап



в развитии технологий, оно позволит обеспечить развертывание систем связи последующих поколений и широкополосный доступ в интернет в наиболее отдаленных районах».

### СПЕКТР ДЛЯ ESIM

В одном из последних выпусков журнала «Телеспутник» отмечается, что «ГКС опоздал с запуском спутникового интернета в Ка-диапазоне. Быстро сделать подходящий спутник не получилось, а после кризиса 2014 г., вкуче с массовым внедрением оптоволокна и 4G, о захвате рынка Ка-диапазона кавалерийским наскоком пришлось забыть окончательно. Но отказываться от запланированной конфигурации оператор не стал. В итоге на узко сегментированном и хорошо освоенном рынке мы имеем еще 32 транспондера Ка-диапазона, которые, кажется, не особенно интересны даже владельцу».

Комментарий интересный,

но весьма спорный. Именно те европейские компании, которые поспешили вывести аппараты Ка-диапазона на ГСО, но не получили должного регуляторного статуса для предоставления услуг станциям на подвижных платформах (самолеты, поезда, морские и речные корабли и другие движущиеся объекты) и поэтому работают в рамках фиксированной спутниковой службы, оказались в весьма щекотливой ситуации.

Другие операторы стали инициаторами разработки регуляторного режима таких систем на ВКР-19.

Государства-Члены МСЭ приняли новую Резолюцию, которая ускорит развертывание земных станций, находящихся в движении (Earth stations in motion, ESIM). ESIM решают сложную задачу предоставления надежных услуг широкополосного интернет-доступа объектам, которые в прямом смысле слова являются

движущимися целями. Такие станции обеспечивают широкополосную связь, в том числе интернет-соединения, на подвижных платформах. В настоящее время существует три типа ESIM: на борту воздушного судна (воздушная ESIM), на борту морского судна (морская ESIM) и на борту сухопутного транспортного средства (сухопутная ESIM). Они соединяют людей на морских и воздушных судах, а также на сухопутных транспортных средствах и обеспечивают их безопасность, защиту и комфорт в пути. Прогресс в области производства спутников и технологий земных станций сделал системы ESIM более доступными и расширил возможности их практического применения. Пересекая океаны, морские и воздушные суда находятся вне зоны действия наземных сетей. Системы, использующие ESIM, способны обеспечить постоянное и непрерывное обслуживание с действительно широким, фактически глобальным географическим охватом, что необходимо для морских и воздушных судов, которые могут оказаться практически в любом месте земного шара. Кроме того, в настоящее время типичная скорость передачи данных терминалами в сетях, использующих ESIM, составляет около 100 Мбит/с. Это гораздо выше скоростей передачи данных, доступных в существующих системах подвижной спутниковой службы. Поэтому неудивительно, что спрос на РЧС, который может использоваться для ESIM, постоянно растет. Так, в 2014 г. спутниковая связь имелась более чем на 20 тысячах судов. Ожидается, что в течение следующих нескольких лет их число увеличится до 50 тысяч.

### УДОВЛЕТВОРЕНИЕ РАСТУЩЕГО СПРОСА НА РЧС

Чтобы удовлетворить растущую потребность ESIM в спектре, обе-

спечивая при этом защиту других служб, делегаты ВКР-19 приняли решения, касающиеся регламентарных и технических условий, при которых полосы частот 17,7–19,7 и 27,5–29,5 ГГц могут использоваться тремя типами ESIM, осуществляющими связь с геостационарными космическими станциями фиксированной спутниковой службы (ФСС). В самом начале новой Резолюции говорится, «что существует потребность в глобальной широкополосной подвижной спутниковой связи и что эта потребность может быть частично удовлетворена, если разрешить ESIM взаимодействовать с космическими станциями на ГСО фиксированной спутниковой службы, работающими в полосах частот 17,7–19,7 ГГц (космос–Земля) и 27,5–29,5 ГГц (Земля–космос)». Вместе с тем в Резолюции содержится предупреждение о том, что эти полосы частот «распределены также наземным и спутниковым службам, которые используются самими разными системами, и следует обеспечить защиту таких существующих служб и их будущего развития при эксплуатации ESIM без наложения чрезмерных ограничений».

## ИСКЛЮЧЕНИЕ ВРЕДНЫХ ПОМЕХ

В целях обеспечения надлежащего баланса между предоставляемыми ESIM инновационными услугами и другими применениями, использующими эти полосы частот, в Резолюции указывается, что передающие воздушные и морские ESIM, работающие в полосе частот 27,5–29,5 ГГц, не должны создавать неприемлемых помех наземным службам, которым эта полоса частот распределена и которые работают в соответствии с Регламентом радиосвязи. Кроме того, аналогичное требование есть для сухопутных ESIM: они не должны создавать неприемлемых помех наземным службам в соседних

странах. Резолюция предписывает Генеральному секретарю МСЭ довести ее содержание до сведения Генерального секретаря Международной морской организации и Генерального секретаря Международной организации гражданской авиации.

В России разработан проект плана по реализации решений ВКР-19. Он предусматривает разработку и принятие решения ГКРЧ об условиях использования земных станций, находящихся в движении, в рамках сетей ГСО ФСС в полосах радиочастот 17,7–19,7 и 27,5–29,5 ГГц и при условиях эксплуатации ESIM, которые взаимодействуют с российскими или иностранными космическими станциями сетей ГСО ФСС, при нахождении ESIM в пределах территории, территориальных вод и воздушного пространства Российской Федерации. После принятия этого решения компания «Газпром космические системы» в полной мере сможет реализовать потенциал в части предоставления услуг широкополосного доступа в Ка-диапазоне для движущихся абонентов.

## СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ И СЕТИ 5G

Сеть 5G представляет собой не зависящую от сети доступа архитектуру, в которую входят новые технологии сотовой беспроводной связи, фиксированные беспроводные сети, Wi-Fi и спутниковые сети. Каждая технология имеет решающее значение для обслуживания большого числа различных пользователей. Решения ВКР-19 гарантируют, что спутниковая связь сможет

удовлетворять потребности сообществ и потребителей ее услуг, поддерживая и расширяя доступ к согласованным ресурсам спектра. Использование потенциала спутниковых технологий позволяет максимально повысить охват и возможности сетей 5G. Это также увеличивает до максимума способность экосистемы 5G решать более серьезные проблемы, такие как распространение услуг высокоскоростного доступа на следующий миллиард людей, повышение устойчивости сети и обеспечение повсеместного подключения в воздухе, на море и на суше по всему миру. Предоставляя потребителям широкополосный доступ со скоростью до 100 Мбит/с и внося вклад в процесс стандартизации технологии 5G через 3GPP, спутники связи открывают мир, обещающий всеобъемлющий экономический рост на основе средств связи нового поколения и сетей 5G. Без широкой зоны покрытия, надежности и устойчивости, которые обеспечивают системы спутниковой связи, бизнес-планы освоения важных вертикальных рынков могут оказаться неосуществимыми. Европейская комиссия и правительства ряда государств, в том числе США, а также Европейская конференция администраций почт и электросвязи (СЕПТ), 3GPP и совсем недавно сам МСЭ уже признали роль спутниковых систем.

На Ассамблее радиосвязи председатель Исследовательской комиссии 4 Сектора радиосвязи МСЭ («Спутниковые службы») назвал Резолюции, представляющие особый интерес для иссле-

Резолюция МСЭ-R	Название Резолюции
47-2	Будущее представление предложений по технологиям спутниковой радиопередачи для системы IMT-2000
50-3	Роль Сектора радиосвязи в текущем развитии IMT
56-2	Определение названий для международной подвижной электросвязи
57-2	Принципы процесса разработки системы IMT-Advanced
65	Принципы процесса будущего развития систем IMT на период до 2020 г. и далее

дований, проводимых в рамках ИК-4 (см. таблицу).

### **СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ НЕПОДКЛЮЧЕННЫХ**

Системы спутниковой связи уже обеспечиваются приемлемыми в ценовом отношении соединениями многочисленных пользователей во всем мире, которые до этого были не подключены или недостаточно охвачены услугами связи. Дальнейшее развертывание систем спутниковой связи поможет предотвратить превращение цифрового разрыва в пропасть — это реальный риск, поскольку наземные сети 5G планируются главным образом для густонаселенных районов. Спутники также обеспечивают широкополосные соединения для таких критически важных отраслей, как нефтегазовая и горнодобывающая промышленность, а также соединения с сотнями миллионов подключаемых каждый год устройств на борту подвижных платформ, таких как автомобили, самолеты, поезда и морские суда. К этому скоро добавятся соединения с беспилотными летательными аппаратами, устройствами интернета вещей, автомобилями и автобусами без водителя.

### **ВЫСОКИЙ ЭЛЛИПС**

Основной российский проект НГСО-систем спутниковой связи сопряжен с высокоэллиптической орбитой. Четыре аппарата «Экспресс-РВ», расположенные на высокоэллиптической орбите, позволят, во-первых, обеспечить связь Арктический регион, а во-вторых, создать сеть для связи с подвижными объектами. Понятно, что под словом «связь» в данном случае имеется в виду весь комплекс современных коммуникационных сервисов. Именно высокий эллипс обеспечивает нормальные углы места и для Арктики, и для подвижных

объектов, что особенно актуально в регионах с холмистым и гористым рельефом, а также для дорог, которые проходят в лесистой местности.

«Экспресс-РВ» включен в Федеральную целевую программу «Сфера», и теперь спутники «Экспресс-РВ» упоминаются в том числе и в контексте «Цифровой экономики», частью которой они станут. В настоящее время оператор и разработчик совместно определяют технический облик аппаратов «Экспресс-РВ». Планируется, что в 2020 г. будет объявлен конкурс, в 2023 г. состоится вывод спутников на орбиту, а в 2024 г. начнется эксплуатация системы.

Система, для которой уже составлен и утвержден бизнес-план, будет решать социальные, политические и коммерческие задачи. Коммерческое использование «Экспресс-РВ» в основном строится на связи с подвижными объектами, а этот сектор спутниковой связи сейчас развивается наиболее динамично. Финансирование предполагается раздельным: создание спутников будет оплачиваться из бюджета «Цифровой экономики», а их запуск — из бюджета проекта «Сфера».

Проблема абонентских терминалов для «Экспресс-РВ» стоит не так остро, как для низкоорбитальных систем. Как сообщил на конференции SatcomRus-2019 заместитель генерального директора ГП КС Евгений Буйдинов, технические характеристики спутников (прежде всего зоны покрытия) позволяют рассматривать «Экспресс-РВ» как квазистационарную систему. Это означает, что для абонентского оборудования потребуется либо неподвижная антенна с широкой диаграммой направленности, либо антенна с крайне простой и достаточно дешевой системой наведения. Спутник, выходящий из зоны видимости терминала, и спутник, входящий в нее, будут

находиться в диаграмме направленности антенны абонентского устройства, что обеспечит непрерывность сервиса. Поэтому, как утверждает Е. Буйдинов, для «Экспресс РВ» можно использовать стандартные спутниковые терминалы с очень небольшой доработкой.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Завершая рассмотрение перспектив использования спутниковой связи в свете решений ВКР-19, следует отметить, что обновленный Регламент радиосвязи будет опубликован в течение 2020 г. и вступит в силу 1 января 2021 года. Безусловно, новые регламентные положения откроют новые горизонты для внедрения новых спутниковых технологий. Никто не может, к счастью, предсказать будущее.

Последние 30 лет не прекращаются разговоры о переизбытке спутниковой емкости на ГСО, но при этом продолжается строительство спутников с увеличенной пропускной способностью (HTS), повышается доступность емкости в Ka-диапазоне для различных применений, осваиваются Q/V-диапазоны. А непредсказуемость абонентского спроса продемонстрировал успех спутникового ТВ-вещания ПАО «МТС»: за небольшой срок абонентская база выросла до 750 тысяч в 83 регионах России. При этом совсем недавно казалось, что «Триколор» и «НТВ Плюс» практически исчерпали все ресурсы роста числа пользователей спутникового ТВ.

Следует также помнить, что на ВКР-19 была принята предварительная повестка следующей конференции — ВКР-23, которая включает много вопросов спутниковой тематики. А залог успеха ВКР — это качественная проработка всех пунктов повестки дня. ■