

Спутниковая связь XXI века

OneWeb и Starlink – два самых амбициозных проекта спутниковых группировок на низкой орбите. Их история началась примерно пять лет назад, и за прошедшее время они прошли долгий и весьма извилистый путь развития. Каковы же промежуточные результаты этих проектов? OneWeb, заявившая о своем банкротстве 27 марта 2020 г., ухитрилась вывести на орбиту 74 спутника (из 648 запланированных), а Starlink приближается к своей первой тысяче – при запланированных 12 тыс. (или даже 42 тыс.). Итак, Starlink на коне, а OneWeb в роли догоняющего. Как так получилось?



Пакет из 60 спутников группировки Starlink

Первоначальные замыслы

История создания проекта OneWeb уходит своими корнями в 2014 г., когда с 16 февраля поползли слухи о том, что Google решил принять участие в создании новой спутниковой группировки числом 1600 небольших аппаратов, которые будут раздавать абонентам широкополосный доступ. Первоначальная концепция, опубликованная 30 мая 2014 г., заключалась в том, что 20 спутников, работающих в каждой из 20 разных орбитальных плоскостей, должны обеспечить постоянное покрытие всей поверхности Земли. В июне того же года компания WorldVu (которая позднее будет переименована в OneWeb) приобрела спутниковые частоты, ранее принадлежащие SkyBridge – компании, которая обанкротилась еще в далеком 2000 г.

К сентябрю 2014 г. в компании WorldVu насчитывалось 30 сотрудников, к которым присоединились Грег Уайлер, Брайан Хольц и Дэвид Беттингер, покинувшие Google, чтобы стать частью WorldVu Satellites Ltd. Сегодня в это сложно поверить, но компания WorldVu в то время тесно сотрудничала со SpaceX и ее основателем Илоном Маском, работая над инновационными спутниковыми интернет-сервисами. Более того, уже в ноябре 2014 г. Wall Street Journal сообщил, что Илон Маск и Грег Уайлер изучают

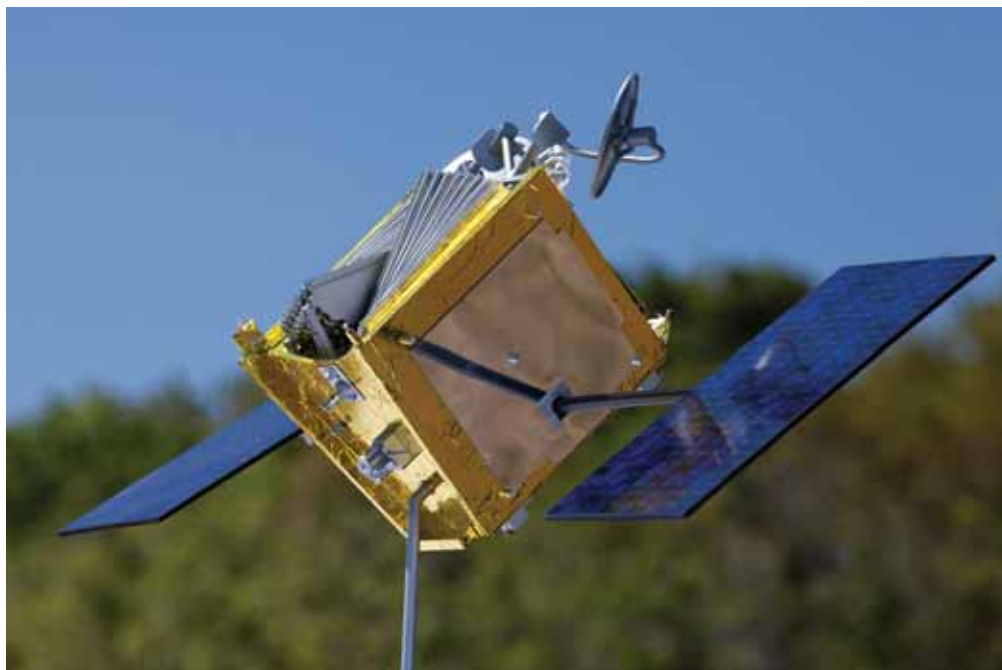
варианты строительства завода по производству недорогих спутников в больших объемах и что «были проведены первые переговоры с официальными лицами штатов Флориды и Колорадо» о размещении заводов в этих штатах, а также то, что SpaceX, скорее всего, займется запуском спутников WorldVu.

Но в январе 2015 г. Wall Street Journal сообщил, что WorldVu, ныне действующая под названием OneWeb Ltd., получила финансирование от Virgin Group и Qualcomm для создания и запуска спутниковой группировки. OneWeb также известила, что планирует развернуть около 650 спутников массой по 125 кг на низкой околоземной орбите – на высоте 1200 км. Через несколько дней после этого объявления Илон Маск анонсировал создание конкурирующего предприятия Starlink с открытием центра разработки в Сиэтле (штат Вашингтон). Маск решил вовлечь SpaceX в бизнес по широкополосному доступу в Интернет и предоставлению транзитных услуг. Первоначально SpaceX было объявлено о намерении построить около 4000 спутников, при этом первое поколение планировалось ввести в эксплуатацию уже в 2020 г.

Итак, в 2015 г. два этих крупных проекта разошлись и стали конкурентами, которые развивались далее по совершенно разным сценариям.

Проекты набирают обороты

Когда вам нужно запустить на геостационарную орбиту спутник связи, алгоритм выглядит просто и понятно: для начала вы выбираете из нескольких крупных вендоров того, кто сможет предложить наиболее экономически выгодный вариант постройки спутника, затем точно так же выбираете одну из нескольких крупных компаний, занимающихся доставкой на орбиту крупногабаритных грузов. Эта схема отработана и функционирует без сбоев.



Модель спутника группировки OneWeb (NASA/Kim Shifflett)

Совсем иная картина вырисовывается перед тем оператором связи, который собирается запустить на орбиту сотни, тем более тысячи спутников. Ему придется найти вендора, готового развернуть у себя большие производственные мощности для запуска настоящего конвейера по производству спутников, после чего нужно будет найти компанию, готовую запускать десятки ракет-носителей для вывода на орбиту всей группировки в приемлемые (достаточно сжатые) сроки.

Задача эта, прямо скажем, нетривиальная. И вот здесь пути-дорожки OneWeb и Starlink разошлись. Илон Маск выбрал простой и надежный вариант: «Если хочешь что-то сделать хорошо, не поручай это другому – делай сам». В январе 2015 г. компания SpaceX со своими партнерами открыла центр разработки спутников в Редмонде. К концу 2016 г. компания работала в арендованных помещениях площадью 2800 м², а к январю 2017 г. приобрела второй объект площадью 2800 м² (оба объекта в Редмонде). В августе 2018 г. SpaceX объединила все свои операции в Сиэтле, переехав в более крупный комплекс из трех зданий в корпоративном

центре Редмонд-Ридж. В июле 2016 г. SpaceX приобрела здание площадью 740 м² в Ирвине, Калифорния (округ Ориндж).

К октябрю 2016 г. SpaceX разработала свои первые спутники для тестирования, после чего инженеры сосредоточились на задаче создания достаточно недорогого абонентского терминала, стремясь добиться снижения его стоимости до 200 долл.

В ноябре 2016 г. SpaceX подала заявку в Федеральную комиссию по связи (Federal Communications Commission – FCC) на «спутниковую систему на негеостационарной орбите (NGSO) с использованием диапазонов Ku и Ka».

Что касается запуска космических аппаратов на орбиту, то для компании SpaceX с ее многоразовой ракетой Falcon 9 такой проблемы не существовало в принципе.

В это же время OneWeb начала свой поход за ШПД: в июне 2015 г. она объявила, что заключила два контракта: с европейской Arianespace на 21 запуск спутников с помощью российской ракеты «Союз» и с Virgin Galactic для 39 запусков (начиная с 2017 г.) с помощью небольшой



34 спутника OneWeb собраны в пакет для запуска с помощью российской ракеты-носителя «Союз»

ракеты-носителя LauncherOne. Уже в июне 2015 г. для создания спутников была выбрана компания Airbus Defence and Space, в том же месяце Hughes Communications вложила свои инвестиции в проект OneWeb и согласилась создать для него систему наземной сети. В декабре 2016 г. SoftBank Group Corp инвестировала в этот проект 1 млрд долл., тем самым став крупнейшим акционером OneWeb примерно с 40%-ной долей. Еще 200 млн долл. в то время были профинансированы текущими инвесторами, в том числе Qualcomm Inc., Airbus Group и Virgin Group.

В феврале 2017 г. OneWeb объявила, что продала большую часть коммуникационной емкости первоначальных 648 спутников и рассматривает возможность четырехкратного увеличения

размера спутниковой группировки, добавив 1972 дополнительных спутника, для которых у нее есть права приоритетной лицензии на использование спектра.

В марте 2017 г. OneWeb подала в регулирующие органы США (в FCC) запрос на размещение группировки из 2000 дополнительных спутников V-диапазона на NGSO на негеосинхронных орбитах для предоставления услуг связи в электромагнитном спектре, который ранее широко не использовался для услуг коммерческой связи. План включал 720 спутников V-диапазона на низкой орбите (LEO) на высоте 1200 км и группировку на средней орбите (MEO) из 1280 спутников.

В 2015–2017 гг. у проектов «низколетов» возникли разногласия с регулирующими органами по вопросу лицензирования спектра связи для этих больших группировок спутников. Традиционное нормативное правило для лицензирования спектра заключалось в том, что спутниковые операторы могли запускать один космический корабль, чтобы уложиться в срок эксплуатации от регулирующего органа. Такая политика позволяла оператору блокировать использование ценного радиочастотного спектра годами – без развертывания всего флота своих спутников. К 2017 г. FCC установила шестилетний крайний срок для развертывания всей большой группировки в соответствии с условиями лицензирования.

После того как OneWeb построила первые аппараты и провела наземные испытания, в ходе которых было обнаружено, что уже построенные спутники «продемонстрировали лучшие, чем ожидалось, характеристики», в декабре 2018 г. компания объявила, что ей потребуется всего 600 спутников для формирования первоначальной группировки.

Развитие Starlink

В марте 2017 г. SpaceX подала в FCC план разместить вторую орбитальную группу из более чем 7500 спутников V-диапазона

на негеосинхронных орбитах для предоставления услуг связи в электромагнитном спектре, который ранее широко не использовался для коммерческих услуг связи. Названная группировка на очень низкой околоземной орбите (Very-Low Earth Orbit – VLEO) должна была включать 7518 спутников, находящихся на высоте всего 340 км, в то время как меньшая, первоначально запланированная группа из 4425 спутников, должна была работать в Ka- и Ku-диапазонах на высоте 1200 км. Планы SpaceX были необычными: компания намеревалась использовать малоисследованный V-диапазон, спутники должны были располагаться на очень низкой околоземной орбите – 340 км, на высоте, где сопротивление атмосферы довольно велико, что обычно ведет к сокращению времени жизни космических аппаратов.

В конце 2017 г. компания SpaceX подала документы в Федеральную комиссию по связи, чтобы уточнить свой план по предотвращению образования космического мусора. Компания обязалась реализовывать план операций по упорядоченному выводу спутников с орбиты, приближающихся к концу срока их использования (примерно пять-семь лет), гораздо быстрее, чем это требуется по международным стандартам. Эти спутники будут убираться с низкой орбиты на «орбиту утилизации», с которой они войдут в атмосферу Земли в течение примерно одного года после завершения своей миссии. В марте 2018 г. FCC одобрила заявку компании SpaceX, но с условием получения отдельного одобрения Международного союза электросвязи. FCC поддержала и запрос NASA, обязав SpaceX прописать в своем проекте еще более высокий уровень надежности спуска с орбиты, чем стандарт, который NASA ранее использовало у себя, а именно: SpaceX обязали достичь 90% уровня надежности утилизации спутников после завершения их миссии.



Старт ракеты-носителя Falcon 9 Block 5

Уже к маю 2018 г. общая стоимость разработки и строительства группировки Starlink приблизилась к 10 млрд долл. В середине того же года SpaceX реорганизовала подразделение по разработке спутников в Редмонде и уволила несколько топ-менеджеров.

В ноябре 2018 г. SpaceX запросила у FCC изменение ранее предоставленной лицензии для работы примерно 1600 из 4425 спутников Ka- и Ku-диапазона в нижней плоскости группировки – на высоте 550 км. По расчету SpaceX, спутники на третьей орбите (550 км) смогут эффективно работать, в то время как верхняя и нижняя группировки (на 1150 км и на 340 км) будут использоваться позже, когда станет возможным значительно более широкое развертывание спутников. FCC одобрила этот запрос SpaceX

в апреле 2019 г., разрешив разместить 12 000 спутников в трех орбитальных плоскостях: первоначально примерно 1600 космических аппаратов на высоте 550 км, затем около 2800 спутников Ku- и Ka-диапазона на 1150 км и примерно 7500 спутников V-диапазона на высоте 340 км.

Интересно отметить, что уже в декабре 2018 г. ВВС США заключили контракт на 28 млн долл. на тестирование Starlink в военных целях.

В феврале 2019 г. SpaceX Services Inc. (это дочерняя компания SpaceX) подала запрос в FCC на получение лицензии на работу до миллиона фиксированных спутниковых земных станций. В июне 2019 г. SpaceX подала заявку в FCC на испытание до 270 наземных терминалов: 70 по всей территории США и 200 в штате

Вашингтон (в домах сотрудников SpaceX). В октябре 2019 г. Илон Маск публично протестировал сеть Starlink, используя подключение к Интернету.

В июне 2020 г. SpaceX подала заявку в FCC на использование диапазона E для своей новой группировки Gen2 – Starlink второго поколения, которая, как ожидается, будет включать в себя 30 тыс. спутников и обеспечит полноценное глобальное покрытие.

В настоящее время производственные мощности компании SpaceX позволяют ей выпускать по 120 спутников Starlink в месяц.

Первые старты – первые тесты

27 февраля 2019 г. французская компания Arianespace произвела успешный запуск

ракеты-носителя «Союз-СТБ» с космодрома Куру Гвианского космического центра. В ходе этого запуска под номером VS21 ракета-носитель «Союз-2.1б» вывела на низкую околоземную орбиту первые шесть спутников группировки OneWeb. Эти спутники связи для демонстрационного запуска были изготовлены головным предприятием корпорации Airbus Defence and Space в Тулузе, остальные производятся совместным предприятием OneWeb и Airbus Defence and Space во Флориде (США). Всего планируется построить около 900 спутников. В 2015 г. изготовитель спутников – Airbus Defence and Space – выразил намерение приобрести для космических аппаратов серии OneWeb стационарные плазменные двигатели, изготовленные калининградским ОКБ «Факел», и заинтересовался продукцией краснодарского ОАО «Сатурн», поставляющего аккумуляторные батареи для космических аппаратов различного назначения.

Испытания первых шести спутников, запущенных в космос ракетой «Союз-2.1б», показали, что их авионика, энергосистемы, связь, системы управления и контроля находятся в норме. В ходе тестирования была зафиксирована скорость передачи данных до 400 Мбит/с, при этом показатель задержки сигнала составил не более 40 миллисекунд.

Через год, 6 февраля 2020 г., с пусковой площадки № 31 космодрома «Байконур» был произведен успешный запуск ракеты-носителя «Союз-2.1б» с разгонным блоком «Фрегат-М», с помощью которых на орбиту были выведены 34 спутника группировки OneWeb. 21 марта был произведен запуск «Союз-2.1б» с разгонным блоком «Фрегат-М», с помощью которых на орбиту были выведены очередные 34 спутника связи группировки OneWeb. Затем из-за коронавирусного карантина старты пришлось отложить.

21 февраля со стартовой площадки SLC-4E (Space Launch Complex 4 East) авиабазы

ВВС США Ванденберг (штат Калифорния) произошел запуск ракеты-носителя Falcon 9 компании SpaceX, которая вывела на низкую околоземную орбиту испанский спутник наблюдения за поверхностью Земли военного назначения PAZ (оператор – Hisdesat). Если бы под обтекателем ракеты Falcon 9 находился только этот испанский спутник-шпион, то данный старт вообще не заслуживал бы нашего внимания, но интерес представляют два других объекта, которые также были запущены на низкую околоземную орбиту, – MicroSat-2a и MicroSat-2b. Под этими мало значащими именами скрывались два первых тестовых спутника системы Starlink. 1 сентября 2020 г. MicroSat-2a и MicroSat-2b планово сошли с орбиты и сгорели в атмосфере планеты.

23 мая 2019 г. со стартовой площадки номер SLC-40 (Space Launch Complex 40) космодрома станции ВВС США «Мыс Канаверал» (штат Флорида, США) компанией SpaceX был произведен

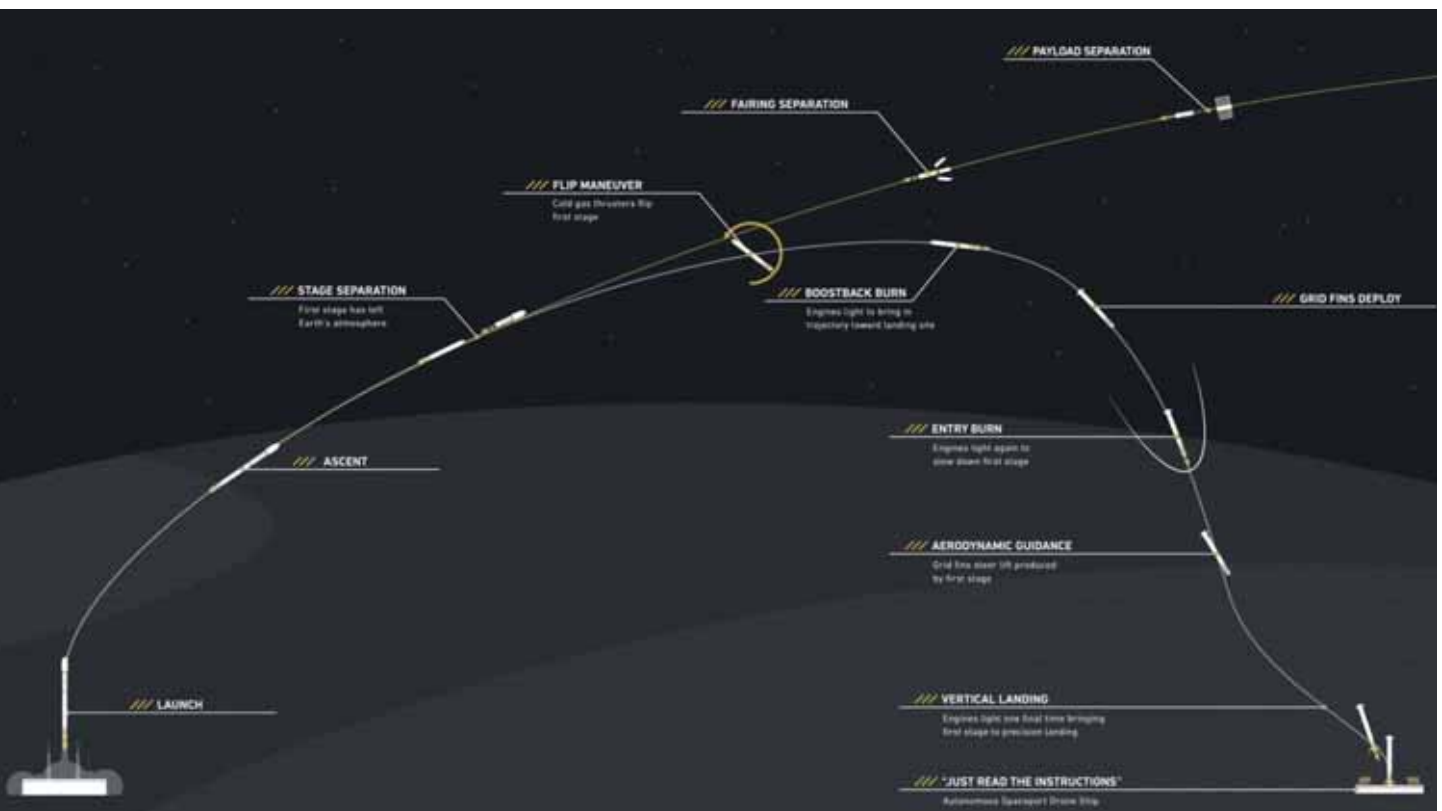


Схема старта Falcon 9 Block 5 и приземления первой ступени

успешный запуск ракеты-носителя Falcon 9 Block 5, которая вывела на низкую околоземную орбиту первые 60 спутников (массой по 227 кг) группировки Starlink. Эти аппараты являлись тестовой версией с урезанными функциональными возможностями – они предназначались для отработки схемы размещения, выведения и отделения спутников на орбите, а также для подтверждения работоспособности дизайна и различных решений. В тестовых спутниках отсутствовала система связи между соседними аппаратами, так что они поддерживали связь только с наземными станциями Ku-диапазона. После запуска на орбиту высотой 440 км все 60 спутников успешно раскрыли панели солнечных батарей и поддерживали связь с наземным контрольным центром. 28 июня, через месяц после запуска, SpaceX сообщила, что 45 спутников достигли рабочей орбиты высотой 550 км. С тремя из 60 спутников была потеряна связь, и они сошли с орбиты. Еще два были намеренно сведены с орбиты для подтверждения концепции их утилизации. К 17 сентября 2020 г. большинство тестовых спутников были выведены с орбиты или переведены на гораздо более низкую орбиту.

11 ноября со стартового комплекса № 40 (Launch Complex 40) базы ВВС США на мысе Канаверал был произведен успешный запуск ракеты-носителя Falcon 9 Block 5, которая вывела на низкую околоземную орбиту 60 спутников группировки Starlink. Поскольку запуск 24 мая 2019 г. 60 спутников был тестовым, а 11 ноября был осуществлен старт первой серии полноценных аппаратов Starlink, именно они получили соответствующие обозначения – от 1 до 60, а миссия была обозначена как v1.0 L1.

К моменту написания настоящей статьи SpaceX успешно вгрызается уже во второй десяток стартов, так что количество аппаратов Starlink приближается к первой тысяче. При некоторых запусках Falcon 9 Block 5 брала на себя дополнительную нагрузку

(Rideshare satellites), поэтому иногда количество спутников Starlink снижалось до 58 или 57 аппаратов.

В сентябре 2020 г. SpaceX сообщила, что на начальных стадиях бета-тестирования сервиса сотрудниками компании были продемонстрированы сверхнизкая задержка сигнала и скорость загрузки более 100 Мбит/с. Также были проведены первые тесты ретрансляции сигнала между двумя спутниками на орбите с использованием лазера.

OneWeb пытается проникнуть в Россию

Для предоставления услуг группировки OneWeb на территории России в 2017 г. было создано совместное предприятие ООО «УанВэб» с 60%-ным участием компании OneWeb и российского АО «Спутниковая система «Гонец» (40%). В январе – феврале 2019 г. доля российской стороны была увеличена до контрольного пакета – 51% (OneWeb – 49%).

В декабре 2017 г. Государственная комиссия по радиочастотам не выделила диапазон для ООО «УанВэб» для работы на всей территории России без публичного разглашения причины. Запрашивались частоты в диапазонах 27,5–29,1 ГГц, 29,5–30 ГГц, 14–14,5 ГГц (Земля – космос) и 17,8–18,6 ГГц, 18,78–19,3 ГГц и 10,7–12,7 ГГц (космос – Земля). Известно, что «Роскомнадзор» тогда выступил резко против удовлетворения заявки компании.

В октябре 2018 г. представители ФСБ заявили, что система OneWeb несет угрозу всей национальной безопасности России, поскольку некоторые регионы России потенциально станут полностью зависимыми от иностранной спутниковой службы, кроме того, система может использоваться Пентагоном в разведывательных целях.

2 ноября 2018 г. Минкомсвязь России разработала новый законопроект «О внесении изменений в статью 71 Федерального закона

«О связи» с поправками, запрещающими ввоз абонентских терминалов в РФ всем, кроме операторов связи, имеющих лицензию и осуществляющих эксплуатацию сетей, в которых применяются указанные средства. Его целью является «предотвращение угроз национальной безопасности, обусловленных использованием зарубежных спутниковых систем связи и доступа в сеть Интернет на территории Российской Федерации, при бесконтрольном ввозе абонентских терминалов подвижной спутниковой службы (ПСС) и абонентских земных станций, находящихся в движении и работающих в рамках фиксированной спутниковой службы». В январе 2019 г. было сообщено, что в проекте предлагается распространить требование на весь трафик, формируемый спутниковыми устройствами с территории России, в том числе от находящихся в роуминге иностранных абонентов.

В декабре 2018 г. появились сообщения о возможной продаже миноритарного пакета акций (12,5%) компании OneWeb российским представителям, в результате чего Россия будет представлена в совете директоров компании и получит доступ ко всей технической документации проекта, однако в дальнейшем это сообщение было опровергнуто.

25 июля 2019 г. ГКРЧ отозвала британской спутниковой системе OneWeb в выделении частот в России. В начале августа 2019 г. заявка на получение радиочастот в России была компанией OneWeb отозвана.

Однако фиаско ожидало компанию OneWeb не только в России – весь проект оказался под угрозой из-за финансовых трудностей. В конце концов руководители OneWeb поняли, что в сложившейся ситуации компания не может выполнить взятые на себя обязательства, и 28 марта 2020 г. компания подала заявку о банкротстве в суд штата Нью-Йорк. «Компания и некоторые из ее контролируемых филиалов добровольно подали заявку о предоставлении защиты в соответствии



Российский комплекс РЭБ защитит нас от спутников

с главой 11 кодекса о банкротстве в суд по делам о банкротстве по Южному округу штата Нью-Йорк», – так было указано в тексте, который OneWeb разместила на официальном сайте компании. Как было заявлено представителями компании, получение необходимого финансирования было затруднено из-за ситуации с распространением коронавируса Covid-2019.

3 июля 2020 г. консорциум во главе с правительством Великобритании и Bharti Global (Индия) выиграл аукцион по покупке обанкротившейся компании OneWeb, при этом ожидалось, что каждая из двух сторон вложит по 500 млн долл. в совокупные инвестиции.

Затем в дело вмешалась SoftBank Group Corp., которая капитализировала крупнейшего спутникового провайдера Intelsat с помощью инвестиций в 1,7 млрд долл., направленных на сокращение долга Intelsat. В рамках этой сделки Intelsat и OneWeb были объединены в одну компанию. Процесс был разбит на две части: сначала Intelsat покупает OneWeb,

а затем SoftBank приобретает 39,9% акций Intelsat. Выжившая компания будет по-прежнему называться Intelsat. Генеральный директор Intelsat останется генеральным директором всей компании, а исполнительный председатель OneWeb становится исполнительным председателем объединенной компании.

Как удачно пошутили по этому поводу российские топ-менеджеры на конференции SATCOMRUS-2020, «один банкрот купил другого банкрота».

Железный купол

Starlink в отличие от OneWeb не предпринимал таких лобовых попыток пробраться в Россию, однако не секрет, что многие неосознательные граждане у нас поговаривают о том, что они вовсе не против использовать вражескую сеть для неконтролируемого органами власти РФ доступа в Интернет. Поэтому перед нами встала насущная задача – оградить рубежи Родины от космического проникновения.

Минобороны России уже испытало новейшую систему радиоэлектронной борьбы, которая способна на значительной территории нейтрализовать работу низкоорбитальных систем спутниковой связи, таких как Iridium, GlobalStar, OneWeb и Starlink.

Разработчиком КРБСС (Комплекс радиоэлектронной борьбы для противодействия спутниковым системам на низких круговых орбитах) является МНИРТИ (Московский научно-исследовательский радиотехнический институт – он входит в «Объединенную приборостроительную корпорацию») при участии специалистов московского дизайн-центра микроэлектроники АО «НИИМА «Прогресс». Приоритетным местом размещения новейших российских «глушилок» является Арктика. Как рассказал газете «Известия» представитель российского военного ведомства, часть элементов новейшего комплекса, в том числе подвижные станции помех, уже проходят испытания, в ходе которых удалось добиться отличных результатов: «Наши новые

станции не только выполнили все тактико-технические требования, заложенные в проект, но местами показали лучший результат».

Основные элементы КРБСС – это высокоподвижные станции помех, установленные на двух грузовых автомобилях, которые способны одновременно отслеживать и заглушать сигналы нескольких десятков спутников. В дальнейшем парк станций пополнится изделиями, устанавливаемыми на корабли, вертолеты, самолеты и беспилотники. Достичь нужных характеристик инженерам из МНИРТИ удалось за счет использования активных фазированных антенных решеток, содержащих большое количество приемо-передающих элементов. В низкоорбитальных системах принцип работы напоминает сотовую связь: в точке приема может приниматься сигнал от нескольких наблюдаемых спутников, поэтому надо заглушить не один мощный сигнал, а несколько более слабых. Главная проблема в том, что давить нужно одновременно все каналы, иначе система сможет найти лазейку.

Абонентские терминалы

Реализуемость проектов типа OneWeb или Starlink, большинство из которых начали зарождаться в середине 2010-х гг., изначально основывалась на предположении, что абонентские терминалы для приема сигнала с низкоорбитальных спутников будут стоить максимум 100–300 долл., иначе они становятся экономически невыгодными.

Ключевая проблема в разработке терминалов состояла в том, что для приема сигнала с низколетящих спутников необходима дешевая сканирующая антенна. Существовавшие технологии позволяли производить сканирующие решетки стоимостью 33 тыс. долл., при этом стоимость абонентского терминала составляла примерно 63 тыс. долл. При таком раскладе идея была нереализуемой в принципе, необходимо было найти способы значительного

удешевления производства абонентского оборудования.

OneWeb, как и SpaceX, изначально ориентировалась на рынок B2C – массовый рынок пользователей спутниковых технологий. Однако сегодня на рынке B2C для низколетов дешевых решений нет, да и в обозримом будущем они не предвидятся, так что системы OneWeb и Starlink могут представлять интерес лишь для богатых пользователей и для прослойки со средней степенью достатка. Проще говоря, найти потребителя OneWeb и Starlink смогут лишь в пресловутом «золотом миллиарде» – промышленно развитых странах мира, а вовсе не по всей планете, как это провозглашалось изначально.

Запущенная недавно Илоном Маском программа тестирования под названием Better Than Nothing Beta в США обойдется абоненту примерно в 99 долл. в месяц, кроме того, ему придется заплатить 499 долл. авансом за стартовый комплект с необходимым оборудованием: терминал с фазированной антенной решеткой, который, как уверяют в компании, «более продвинут, чем то, что есть в истребителях», монтажный

штатив и Wi-Fi-роутер. Получается, что пользователь должен выложить из своего кармана за тестовый «заезд» 600 долл. Вы думаете, много найдется в бедных странах желающих? Да и в «богатых» США, которые находятся в жесточайшем экономическом кризисе, мало кто захочет выбрасывать деньги на «космический ветер».

Илон Маск обещает, что скорость передачи данных будет варьироваться от 50 мегабит до 150 мегабит в секунду, а задержка сигнала – от 20 миллисекунд до 40. Также будут краткие периоды отсутствия связи вообще!

«Когда SpaceX запустит больше спутников, установит больше наземных станций, а также улучшит сетевое программное обеспечение, скорость передачи данных, задержка и другие показатели работы сети значительно улучшатся», – обещает компания. «Что же касается задержки, то мы ожидаем, что к лету 2021 г. она достигнет 16–19 миллисекунд», – так сказано в письме с предложением протестировать Starlink, рассылаемом SpaceX своим потенциальным абонентам в штатах США, граничащих с южной частью Канады.



Оборудование для тестового подключения к Starlink



Примеры тестовых подключений Starlink: первая колонка – задержка (ping), вторая – загрузка данных (download), третья – отгрузка (upload)

По словам главы SpaceX Илона Маска, в перспективе пользователям будут предлагаться различные варианты терминалов стоимостью от 100 до 300 долл. Не исключено также, что абонентская плата будет варьироваться – в зависимости от трафика. Коммерческое использование Starlink «по всему миру» планируется запустить в 2021 г. В Европе Starlink может быть запущена уже в феврале 2021 г.

Кто будет платить за этот праздник жизни?

До сих пор мы рассказывали в основном о проблемах, с которыми сталкивались создатели низкоорбитальных систем. Однако вопрос в том, что есть множество проблем, которые они сами порождают для других систем связи и не только.

Начнем с того, что спутники группировки OneWeb вращаются вокруг Земли на высоте всего 1200 км, значительно ниже своих «старших братьев» – геостационарных спутников, которые транслируют телепрограммы

для миллионов абонентов в разных уголках планеты. При этом спутники компании OneWeb работают в тех же диапазонах частот (Ku), которые используют геостационарные аппараты.

Таким образом, существует серьезная опасность того, что всякий раз, когда один из спутников компании OneWeb будет пролетать под геостационарным аппаратом, могут возникнуть непреднамеренные, но вполне реальные помехи приему сигнала с мощного ГСО-спутника, находящегося выше него на орбите. Во избежание этих проблем операторам связи придется четко координировать работу нисходящих лучей.

Но сложности несет не только OneWeb – Starlink с ее сотнями спутников (а в перспективе и с десятками тысяч) представляет смертельную угрозу для всей астрономической науки. Астрономы уже давно высказали предположение, что спутники проекта Starlink на низких орбитах будут создавать большие помехи астрономическим наблюдениям.

Международный астрономический союз в последние годы

неоднократно заявлял о недостаточном понимании влияния столь крупных спутниковых группировок. Первые же наблюдения подтвердили самые худшие опасения.

Компания SpaceX сообщила, что она активно работает совместно с астрономическими организациями для того, чтобы работа последних не нарушалась спутниками Starlink: «Инженеры компании работают над тем, чтобы сделать основание последующих версий спутников черным – с целью уменьшить отражательный эффект на астрономические наблюдения. Кроме того, компания готова отрегулировать орбиты спутников для выполнения наиболее чувствительных наблюдений».

Однако очередная партия спутников связи Starlink, которую компания SpaceX вывела на орбиту в ноябре 2019 г., не была оснащена специальным покрытием, которое сделало бы их невидимыми для телескопов. В результате 19 спутников в течение 5 минут мешали работе телескопа DECam (Dark Energy Survey), который предназначен для поисков следов темной энергии.

Отдельно стоит проблема утилизации спутников. Как известно, проблема «космического мусора», уже заполонившего орбиту планеты, стала одним из самых больших вопросов, причем не только для космических аппаратов, страдающих от столкновений с обломками и целыми аппаратами, сходящими со своих орбит, но и для землян, на головы которых вся эта космическая рухлядь со временем будет падать.

Как было отмечено, SpaceX обязали достичь 90%-ного уровня надежности утилизации спутников после завершения их миссии. А что будет с оставшимися 10% – для группировки Starlink это означает 4200 бесхозных аппаратов, пока никто не знает. Между тем количество низколетов все растет и растет. ■

Дмитрий ШУЛЬГИН,
Connect