

# Космическая гонка связистов, или глобальный спутниковый Интернет



Начало эры общедоступного Интернета: ракета-носитель «Союз СТ-Б» вывела на орбиту первые спутники проекта OneWeb. Конкуренты тоже не сидят сложа руки.

Сейчас спутниковый Интернет — это решение на крайний случай: посредственная скорость за большие деньги. Однако в последние годы развиваются различные проекты построения глобальных сетей спутниковой связи, инициированные несколькими компаниями. Они обещают обеспечить все население Земли скоростным и дешевым доступом, используя сотни и даже тысячи космических аппаратов.

От сервисов первого поколения они отличаются размещением спутников на низких орбитах вместо геостационарных. Это позволит значительно снизить задержку при передаче данных, что всегда было одним из ключевых недостатков спутникового Интернета. Идея имеет не только коммерческий, но и гуманитарный разрез: например, подключение школ в удаленных и труднодоступных местах, обеспечение связи служб экстренного вызова.

Однако подобные проекты требуют определенных инноваций. Во-первых, необходим переход от штучной сборки космических аппаратов (КА) к массовому производству, иначе дело растянется на

десятилетия. Второй важный момент — бережное отношение к космическому пространству, которое само по себе становится ресурсом. Компании обещают принять меры, чтобы спутники не создавали «толчеи» на орбите. Для этого КА должны точно выдерживать позицию (в пределах метров) и иметь возможность маневрировать во избежание столкновений. Вопрос очистки пространства от отработавших спутников также остается открытым.

Кроме OneWeb, сейчас на слуху Starlink Илона Маска с его тысячей спутников, которые можно было бы принять за очередную фантазию эксцентричного бизнесмена, однако Маск не одинок. Похожие планы есть у других компаний в Америке и не только, заинтересовались и китайцы, которых в отсутствие прагматизма не упрекнешь. Об основных проектах массового спутникового Интернета расскажем вкратце.

## OneWeb

Консорциум **OneWeb** был основан бывшим сотрудником Google Грегом Уайлером и первоначально носил

название WorldVu Satellites. Ключевыми инвесторами проекта выступают японская телекоммуникационная и медиакомпания **Softbank**, выделившая \$1 млрд, а также **Virgin Group**, **Airbus**, спутниковый оператор **Intelsat**, Coca-Cola Company и другие. На данный момент собрано порядка \$1,7 млрд, однако, по разным оценкам, еще не хватает от нескольких сот миллионов до миллиарда долларов, которые OneWeb пытается привлечь через экспортно-кредитные агентства. Первоначальная планка — \$500 тыс. за спутник — уже превышена, хотя, по словам самого Уайлера, незначительно. SpaceNews со ссылкой на представителей OneWeb пишет, что спутники будут стоить «менее миллиона каждый», но сколько конкретно, неизвестно.

Планы OneWeb, озвученные два года назад, довольно амбициозны: к 2022 году обеспечить Интернетом все неподключенные школы в мире, а к 2027-му — добиться преодоления цифрового разрыва. На сайте описаны возможные сценарии применения: это организация покрытия в зонах чрезвычайных ситуаций при выходе из строя инфраструктуры;

обеспечения связи с низкими задержками на борту гражданских и военных самолетов (плюс передача навигационных данных, информации о погоде, отслеживание состояния систем самой машины); организация LTE-покрытия в транспортных средствах служб экстренного вызова, чтобы они оставались на связи даже за пределами действия базовых станций; прямое подключение школ, библиотек, больниц и частных домов; дополнение покрытия в сельских районах с использованием либо нелицензируемого спектра, либо частот партнеров — мобильных операторов. Среди вариантов коммерческого применения сервиса называются услуги локальным интернет-провайдерам и тем же мобильным операторам (передача трафика от базовых станций — cellular backhaul), обеспечение интернет-доступа для частных пользователей и государственных организаций, обслуживание таких сфер бизнеса, как авиационный, морской и автотранспорт, предприятия нефтегазовой промышленности. Ожидается, что на первом этапе сервис будет использоваться кораблями и самолетами, и уже потом компания выйдет на массовый рынок.

Точное количество спутников остается в какой-то мере загадкой. По-видимому, изначально планировались 720 КА на низкой околоземной орбите — LEO (1200 км). В начале 2017 года OneWeb сообщил, что емкости 648 аппаратов почти распроданы. Тогда же они подали заявку в американский регуляторный орган FCC на 2000 спутников: 720 на низкой и 1280 на средней околоземной орбите (MEO). Причем эти аппараты должны работать в V-диапазоне — полосе частот от 37 до 50 ГГц, которая располагается сразу за используемым спутниковыми операторами Ka-диапазоном и является весьма привлекательной как незадействованный радиочастотный ресурс. Заявки на V-диапазон подали и другие участники гонки — SpaceX, Boeing, Telesat, O3b Networks и Theia Holdings. На данный момент на сайте OneWeb указана цифра в 900 спутников — по-видимому, из первой низкоорбитальной группировки.

Точная масса спутника OneWeb первого поколения (**рис. 1**) стала известна в январе: 147,4 кг. По имеющимся данным, аппараты пока будут работать в Ku-диапазоне (12–18 ГГц). КА будут

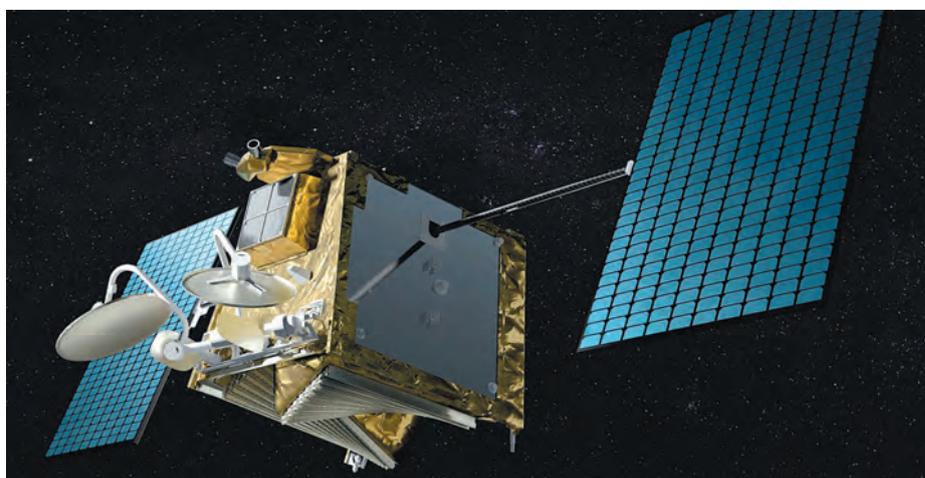
использовать технологию под названием «нарастающий тангаж» (Progressive Pitch), увеличивая угол наклона по мере приближения к экватору, чтобы не создавать помех геостационарным спутникам. Изготавливает аппараты компания **Airbus**, оборудование земных станций — **Hughes** (первые шлюзы были поставлены заказчику в апреле 2018 года). Также OneWeb строит собственный завод неподалеку от Космического центра им. Кеннеди, где будет производить спутники самостоятельно.

В декабре OneWeb объявил о сокращении будущей LEO-орбитальной группировки на треть — до 600 спутников вместо 900, после того как наземные испытания продемонстрировали более высокие эксплуатационные характеристики, чем планировалось. По словам Уайлера, в конструкции были продублированы основные блоки, в том числе добавлены резервный компьютер и четвертый реакционный маховик (гироскоп), что должно повысить надежность каждого аппарата. Основатель OneWeb также сказал, что 600 спутников — это минимальное число, необходимое для глобального покрытия, но компания пока не определилась, строить ли еще 300 таких же аппаратов или переключиться на производство спутников второго поколения, которые должны увеличить пропускную способность. LEO-группировка разместится на 18 полярных орбитах, по 40 аппаратов на каждой.

OneWeb планирует запустить сервис в коммерческую эксплуатацию в 2019 году, но Уайлер предупредил, что сроки могут сдвинуться на 2020-й. Согласно планам, в 2019 году количество спутников

станет достаточным, чтобы обеспечить покрытие на Аляске. Первое поколение спутников сможет обеспечить скорость доступа на уровне 500 Мбит/с, второе — до 1 Гбит/с. Ожидается, что к 2025 году, с вводом в эксплуатацию аппаратов третьего поколения, группировка будет обслуживать до 1 млрд пользователей.

Выводом спутников проекта OneWeb занимается компания **Arianespace** с помощью ракет «Союз». Российские СМИ сообщали, что проект вызвал возражения ФСБ, представитель которой заявил об отсутствии гарантий, что система не будет использоваться для разведки, а также выразил опасение, что она может стать монополистом в обеспечении Интернетом отдаленных регионов России. Впрочем, в конечном итоге на программе это никак не сказалось. Первый запуск, который состоялся с космодрома Куру 27 февраля, дважды переносился: сначала из-за микротрещины в разгонном блоке, затем из-за нештатной работы аналогичного носителя несколькими днями ранее. Но в назначенный день все прошло благополучно, и ракета вывела на орбиту 10 единиц груза: 6 рабочих КА плюс массо-габаритные макеты, поскольку 4 аппарата из первой опытной партии было решено оставить в резерве. Согласно релизу «Роскосмоса», спутники были доставлены сразу на орбиту высотой около 1000 км (плановая для OneWeb составляет 1200 км), при этом также была отработана полная циклограмма выведения 32 аппаратов. В дальнейшем понадобится еще 20 пусков, спутники будут выводиться на высоту 500 км и дальше добираться самостоятельно.



**Рис. 1.** Спутник OneWeb

Африканские ресурсы сообщают, что один из шести выведенных 27 февраля КА одновременно является первым руандийским спутником. Он должен обеспечить высокоскоростным Интернетом школы, расположенные в труднодоступных районах страны. Первыми пользователями услуг связи станут ученики школы острова Нкомбо на озере Киву, которые и дали аппарату название «Исьерекезо» («Видение»). Другие аппараты тоже получили персональные имена.

Правительство Руанды стало одним из инвесторов (наряду с Softbank, Qualcomm и Grupo Salinas), благодаря которым OneWeb смог заполучить дополнительные \$1,25 млн. Об этом стало известно 18 марта. Всего же капитализация проектов достигла \$3,4 млн.

Вскоре после успешного запуска стало известно, что OneWeb станет первым заказчиком новой ракеты Ariane 6. Предварительная договоренность с Arianespace на три полета была достигнута еще в 2015 году, когда OneWeb законтрактовал 21 пуск «Союза», формально же документы подпишут в марте нынешнего года. Ariane 6 — одноразовый носитель, который должен заменить



Рис. 2. Оборудование OneWeb на MWC 2019

нынешнюю «рабочую лошадку» Ariane 5 и создается как ценовой конкурент ракетам SpaceX. Как сообщает ресурс Spaceflight Now, ракета в своей «легкой» конфигурации сможет поднимать на нужную орбиту на треть большую массу, чем «Союз». Ожидается, что первый старт со спутниками OneWeb состоится в 2020 году.

Что касается терминалов, то они могут появиться в 2020 году и будут стоить \$200–300. Прототип был показан на Всемирном конгрессе мобильной связи (MWC 2019) в Барселоне, как раз накануне запуска первых спутников (рис. 2). В его основе — антенный модуль размером 36×16 см и стоимостью \$15, разработка компании Wafer LLC, в которую Уайлер вложил немного меньше \$10 млн; понадобилось полтысячи вариантов, прежде чем инженерам удалось добиться нужного результата. В ходе предварительных испытаний достигнутая скорость в нисходящем канале составляла 50 Мбит/с. Терминалы OneWeb будут оснащаться радиомодулями 2G/3G/4G/Wi-Fi и аккумулятором, а также (опционально) солнечной батареей.

Также на MWC 2019 OneWeb заключил первые контракты, с которых начнется коммерческое использование созвездия. Оператор Talia намерен предоставлять услуги высокоскоростного интернет-доступа и покрытия Wi-Fi в Африке и на Ближнем Востоке с помощью платформы Quika, которая создана с целью преодоления цифрового разрыва (населению Интернет доступен бесплатно, предприятиям СМБ — на контрактной основе). Вторым заказчиком стала компания Intermatica, которая предоставляет услуги VoIP и скоростного доступа предприятиям на территории Европы.

Также в феврале Британское космическое агентство объявило о выделении 18 млн фунтов в рамках программы OneWeb Sunrise, которую намерены профинансировать страны-члены Европейского космического агентства и Канада. Деньги пойдут на исследования в областях обеспечения глобального 5G, использования искусственного интеллекта для управления спутниками, новых технологий для пользовательских терминалов и полезной нагрузки КА, а также удаления космического мусора.

## Starlink

Проект Илона Маска, в который инвестирует **Google**, еще более амбициозен: уже на первом этапе счет спутников пойдет на тысячи. Согласно последним планам, сначала планируется вывести 4425 КА, которые будут работать в Ku- и Ka-диапазонах, на орбиты 1100–1325 и 550 км. Вторым этапом станет выведение более 7500 аппаратов на высоту 340 км. Эти спутники начнут вещать в V-диапазоне.

Спутники будут весить до 400 кг. Среди поддерживаемых возможностей — оптическая связь между аппаратами, что позволит сократить число земных станций или вовсе обойтись без них. Заявленная скорость передачи в направлении к абоненту может достигать 1 Гбит/с, задержка — на уровне 25–30 мс. Как и все, что делает SpaceX, спутники будут иметь возможность после окончания срока эксплуатации (5–7 лет) самостоятельно сходить с орбиты при помощи двигателей, что решит проблему замусоривания околоземного пространства. Собственно, орбита 550 км появилась в заявке, поданной регулятору (FCC) в ноябре, в том числе для более быстрого сведения отработавших КА благодаря трению о верхние слои атмосферы (также это позволит сократить число спутников на 16).

Интересно, что OneWeb, по-видимому, пыталась ставить палки в колеса Starlink, апеллируя к FCC. В 2017 и 2018 годах компания жаловалась на то, что спутники Starlink на высотах 1100–1300 км будут создавать угрозу ее собственным КА, занимающим орбиту 1200 км, и требовала установить для себя исключительную зону шириной 250 км. Когда SpaceX решила перевести часть своей группировки на 550 км, OneWeb выразила опасения, что это увеличит помехи и опасность со стороны спутников и их обломков. «Остается гадать, удовлетворит ли OneWeb хоть какая-нибудь орбита, которую выберет SpaceX», — едко написали конкуренты в своем ответе FCC.

Надо сказать, что новая орбита действительно вызвала вопросы у FCC, просившей уточнить, будет ли возможность направлять отработавшие спутники куда-нибудь в океан. SpaceX ответила, что это не имеет значения, поскольку

конструкцию аппаратов переработали: если первые 75 (очевидно, уже построенные) будут иметь железные двигатели и стальные гироскопы, то последующие уже нет, не будет в них и компонентов из карбида кремния (очевидно, имелись в виду зеркала для лазерной межспутниковой связи), поэтому КА будут полностью сгорать в атмосфере. На момент выхода номера FCC еще не дала официального ответа на письмо SpaceX.

SpaceX планирует все делать самостоятельно: как пуски, так и изготовление аппаратов. Завод по производству КА построен в г. Редмонд, штат Вашингтон. Для выведения, естественно, будет использоваться «рабочая лошадка» — Falcon 9, уже обкатанная в окончательном варианте Block 5. Заявленная компанией рекордная скорость подготовки бустеров к старту после возвращения из космоса — 24 часа — конечно, не нужна при нынешних реалиях, когда число всех запусков по земному шару в год составляет порядка ста. К тому же пресловутая многократность упирается во вторую ступень, которая остается все-таки расходной. Но для создания группировки в тысячи спутников понадобятся сотни пусков — тем более что, согласно лицензии, в течение 6 лет SpaceX должна запустить минимум половину из первых 4,4 тыс., — и вот тут-то для Falcon 9 появится реальная работа. SpaceX также экспериментирует с возвращением головного обтекателя и планирует увеличить его диаметр для большей емкости. Сам проект Starlink, при всех его глобальных и революционных целях, Илоном Маском рассматривается как источник финансирования разработки и постройки сверхтяжелой ракеты, ранее носившей название Big Falcon Rocket, а ныне переименованной в Starship/Super Heavy, и предназначенной для полетов на Марс и к другим телам Солнечной Системы. В свою очередь, по словам Маска, Starship планируется использовать на втором этапе развертывания спутникового созвездия.

Два тестовых спутника были запущены в феврале 2018 года. Получившие название «Tintin A» и «Tintin B», они раздавали Интернет с паролем «martians» (рис. 3).

Для тестирования были развернуты стационарные и мобильные пункты



Рис. 3. Один из «Тинтинов» Илона Маска

приема, первые — в зданиях SpaceX, вторые — в фургонах. Сам Маск общался в Twitter, что испытания были успешными (в частности, задержка составляла заявленные 25 мс). По словам сотрудников SpaceX, которые приводит Reuters, они смотрели видео на YouTube в режиме 4K и играли в онлайн-игры.

Как будут выглядеть терминалы Starlink, пока неизвестно. Однако, что интересно, в феврале прошлого года Маск объявил в твиттере, что Starlink будет использовать вовсе не IP-протокол (IPv6), а что-то более простое, одноранговое (peer-to-peer) и с меньшим объемом служебной информации в пакете. Кроме того, там будет сквозное шифрование, реализованное на уровне прошивки — если же шифр кто-то взломает, прошивка будет немедленно обновлена по всей сети. Как это все будет работать вместе с «обычным» Интернетом, пока неясно.

Весной прошлого года Маск говорил, что понадобится еще 6–12 месяцев летных испытаний, а затем год-полтора на изготовление 800 спутников, минимально необходимых для обеспечения покрытия. Таким образом, коммерческая эксплуатация начнется где-то в 2021–2022 годах. Вывод группировки в космос планируется начать в середине 2019 года и завершить в 2024-м.

Правда, не все, возможно, идет так уж гладко. В июне сообщалось, что Маск прилетел в Сиэтл на совещание с инженерами и уволил минимум семерых человек из руководства программы, после чего прислал им замену из

штаб-квартиры SpaceX в Калифорнии. Хотя позже стало известно, что двое ушли сами в результате реорганизации, эти перестановки связывают со стилем работы Маска: сжатые сроки и итерационный подход (постоянные усовершенствования изделий по мере эксплуатации, как было с ракетами Falcon). Reuters сообщает, что в числе уволенных были специалисты, ранее работавшие в Google и Microsoft, где они привыкли к более длительным циклам разработки и тестирования. Маск же твердо нацелен приступить к запускам в середине 2019 года.

Официально дата начала развертывания созвездия Starlink до сих пор не объявлена, однако ресурс NASASpaceflight.com среди последних заявок SpaceX нашел одну, которая может относиться к Starlink. Если догадка верна, этот пуск состоится не раньше середины мая.

Что касается монетизации Starlink, то еще в 2015 году, во время презентации своего спутникового проекта, Маск говорил, что созвездие сможет переносить до 50% трафика транспортных сетей и до 10% локального интернет-трафика в городах. Согласно внутренним документам, которые просочились в прессу два года назад, SpaceX планировала к 2025 году выйти на уровень \$30 млрд годовой выручки от услуг спутниковой связи.

В конце февраля стало известно, что ВВС США выделили SpaceX \$28 млн на исследование вариантов использования ими Starlink. Военные уже успели протестировать «Тинтинов» и остались

довольны результатами. По оценкам, ВВС будет использовать лишь несколько процентов емкости созвездия.

## Другие

**Boeing** в 2016 году подал FCC заявку на создание спутниковой группировки глобального интернет-доступа, включающей от 1396 до 2956 аппаратов на LEO. При этом планировалось использовать частоты V-диапазона. Однако каких-то заметных подвижек этого проекта не наблюдается. Boeing то ли не может найти, то ли не особо активно ищет инвестора для своего проекта (среди таковых называли и Apple, и Google).

У других компаний планы более скромные, но зато работающие. **Telesat**, один из ведущих мировых операторов спутниковой связи, в ноябре 2016 года обнародовал планы развертывания собственной интернет-группировки. В заявке, поданной регулятору, говорится о 117 спутниках: 72 на полярной орбите высотой 1000 км (по 12 на каждой из 6 орбитальных плоскостей) и еще 45 на наклонной, высотой чуть менее 1300 км. Также в планах компании — дополнительные спутники, использующие V-диапазон. Проект рассчитан на обслуживание частных и государственных организаций, а также обеспечение интернет-доступа в сельских и удаленных районах. Предполагается, что скорости передачи будут достигать нескольких Гбит/с, двусторонняя задержка — на уровне 30–50 мс. Компания заключила договоренности с двумя производителями — **Thales Alenia Space** и **Airbus**, из которых в 2019 году выберет основного подрядчика. С General Dynamics заключен меморандум о совместной разработке окончательного оборудования, как портативного, так и стационарного; ожидается, что терминалы не будут дешевыми, так как должны быть рассчитаны на работу в зонах бедствий.

Telesat потерял первый тестовый аппарат (рис. 4) в ноябре 2017 года в результате аварии ракеты «Союз-2». Спустя два месяца другой спутник, LEO Vantage 1, был успешно выведен индийской ракетой PSLV. А в октябре компания провела испытания с использованием этого КА и самолета, оборудованного антенной КА-диапазона. Во время полета проводились сеансы видеоконференцсвязи с землей, тестировались облачные



Рис. 4. Telesat Vantage 2: точно такой же был выведен на орбиту зимой 2018 года

и VPN-приложения. Минимальная задержка при передаче между самолетом и землей через спутник составила 19 мс.

В конце января нынешнего года Telesat заключил соглашение с компанией **Blue Origin**, принадлежащей основателю **Amazon** Джеффу Безосу. Blue Origin готовится уже в этом году катать туристов на своей возвращаемой суборбитальной мини-ракете New Shepard, а тем временем идет разработка сверхтяжелого носителя New Glenn с метановыми двигателями, тоже многозарядного, который станет конкурентом ракетам Илона Маска. New Glenn сможет доставлять на LEO 45 метрических тонн груза и будет иметь огромный обтекатель диаметром 7 м. Именно эта ракета должна вывести в космос все созвездие Telesat — правда, пока она существует только на бумаге, первый пробный полет запланирован на 2021 год. Кстати, OneWeb тоже зарезервировал пять пусков New Glenn, хотя они пригодятся уже для второй фазы.

Люксембургский стартап **LeoSat**, поддерживаемый операторами HispaSat (Испания) и Skyperfect Jsat (Япония) планирует вывести 78 рабочих спутников весом около 1200 кг + 6 запасных на орбиту высотой 1400 км; по желанию заказчиков размер созвездия может быть увеличен до 108. КА будут связаны между собой в ячеистую сеть (Mesh) оптическими каналами. В отличие от других игроков, компания нацеливается не на массовый рынок, а на высокодоходных клиентов, которые готовы платить за спутниковые каналы с большой пропускной способностью

и низкой задержкой — в числе таковых называются государственные организации, авиакомпании и банки. LeoSat отказался от планов запуска прототипа, ограничившись испытаниями на Земле (среди прочего, тестировались процессоры и межспутниковая связь). Сейчас инженеры компании работают над уменьшением массы аппаратов, чтобы одним носителем выводить как можно больше оборудования. Запуски запланированы на 2021–2022 годы.

Интересный проект предлагает канадский стартап **Kepler Communications**: созвездие спутников на негеостационарной орбите для обеспечения связности между M2M-устройствами. Наноспутники в популярном сейчас форм-факторе CubeSat размером с футбольный мяч фактически будут представлять собой «базовые станции в космосе», обеспечивающие связь в реальном времени между объектами как на Земле, так и за ее пределами. Конструкция КА включает программно-определяемый радиомодуль, антенну с электронным управлением и инновационный сетевой протокол. Группировка будет включать 140 спутников с возможностью расширения. Правда, есть одна особенность: проект призван обеспечить передачу нечувствительных к задержкам данных (от 5 Гб за время 10-минутного прохода) и рассчитан на полярные экспедиции, туристов, ученых и промпредприятия.

**Ubiquitilink** позиционирует себя как глобальный роуминг-провайдер для мобильных операторов, который позволит им обеспечить связь за пределами зон покрытия. По расчетам компании, это принесет операторам по всему

миру дополнительные \$100 млрд и еще \$250 млрд — от потенциальных пользователей из труднодоступных районов, у которых сейчас вообще нет мобильных телефонов из-за отсутствия там какой-либо связи. Экспериментальный спутник Ubiquitilink — «базовая станция в космосе» — был подготовлен астронавтами на борту Международной космической станции и установлен на носовом люке грузового корабля Cygnus, который покинул станцию 8 февраля и провел в дрейфе две недели, прежде чем сгореть в атмосфере (рис. 5). По словам президента компании Чарльза Миллера, за это время тестировалась связь 2G, тогда как следующий аппарат, который полетит в этом году, будет уже поддерживать LTE.



Рис. 5. «Базовая станция» Ubiquitilink на торце грузовика Cygnus

Чем проект примечателен: для пользования сервисом Ubiquitilink будет достаточно обычного телефона с модернизированным ПО. Это достижимо благодаря трем факторам: низкой орбите (до 500 км), направленному излучению и использованию более низких частот. Как объяснил Миллер во время брифинга на MWC 2019, большинство пользовательских терминалов просто в силу кривизны Земли спроектированы в расчете на дальность связи не более 30 км. Во время февральских испытаний телефон с новой прошивкой успешно соединился со станцией, находившейся на LEO. Правда, как телефон будет переключаться с одного пролетающего спутника на другой, пока не ясно.

На данный момент у Ubiquitilink подписаны соглашения с 24 компаниями, включая 18 мобильных операторов. Согласно

планам стартапа, к 2021 году, когда на орбиту будут выведены от 24 до 36 «базовых станций», пользователи в полосе от 55° северной до 55° южной широты будут иметь доступ к сети каждый час в течение 5 минут. К 2023 году компания намеревается иметь в космосе созвездие из нескольких тысяч спутников, что обеспечит непрерывное и постоянное покрытие. Компания также делает акцент на обеспечении связью служб экстренного вызова и на возможности дозвониться спасателям из любой точки мира. По словам Миллера, «в будущем никто не должен умереть, имея в кармане мобильный телефон, но не имея покрытия».

О проекте **Theia Satellite Network** от компании **Theia Holding** известно немного; группировка будет состоять из 112 спутников дистанционного зондирования Земли, расположенных на низкой орбите. Спутники будут иметь на борту аппаратуру для обработки сигналов и широкополосной связи, необходимой для передачи собранной информации заказчикам, в том числе напрямую через межмашинный обмен (M2M).

## В небе Поднебесной

Заинтересовались глобальным Интернетом и в Китае, где после открытия в 2014 году космического сектора для частных предприятий наблюдается настоящий бум. Кроме того, китайское законодательство запрещает иностранным операторам предоставлять услуги связи на территории страны, так что местные бизнесы конкурируют только друг с другом.

Компания **Galaxy Space**, которая сама производит спутники, планирует запустить сотни КА на орбиты между 500 и 1200 км для обеспечения глобального покрытия 5G. В конце жизненного цикла спутники будут сами сходить с орбиты. Первый тестовый аппарат Galaxy-1 планируется отправить в космос во второй половине 2019 года. Компания уже договорилась об инвестициях с несколькими китайскими финансовыми организациями.

В Китае также действует государственная программа, в рамках которой планируется запуск 320 спутников связи на низкую околоземную орбиту. Эта задача возложена на Китайскую

аэрокосмическую научно-техническую корпорацию (**CASC**). Первый экспериментальный аппарат «Хуньянь-1» был выведен в космос носителем CZ-2D 29 декабря. Спутник отправился на орбиту высотой 1100 км для проверки связи в L-и Ra-диапазонах и стал первым из 9 аппаратов пилотного проекта программы «Хуньянь», которые планируется вывести к 2020 году, тогда как к 2023-му закончится формирование созвездия первой фазы из 60 КА. Ожидается, что вся система из 320 спутников будет введена в эксплуатацию около 2025 года. В г. Тяньцзинь, неподалеку от Пекина, построен завод, способный выпускать до 130 спутников в год. По некоторым данным, созвездие обеспечит мобильной связью до 2 млн пользователей, широкополосным доступом — до 200 тыс., и IoT-сервисами — до 10 млн в Китае и на территориях, охваченных инициативой «Один пояс, один путь».

Похожие планы есть у «конкурирующего» госпредприятия — Китайской аэрокосмической и промышленной корпорации (**CASIC**), крупного оборонного подрядчика. Их программа называется «Синьюн» и предполагает развертывание 156 мини-спутников на высоте 1000 км. Всю группировку планируется завершить к 2025 году. Первый экспериментальный аппарат, «Шийян-1», еще в январе 2017 года вывела на орбиту твердотопливная ракета «Куайчжоу-1А», созданная самой CASIC в сотрудничестве с Харбинским технологическим институтом на базе конверсионной ракеты средней дальности. Однако с тех пор о развитии программы «Синьюн» ничего не известно.

В ноябре 2018 года ракета CZ-2D вывела в космос целый ряд КА, среди которых был и «Цзядин-1», разработанный компанией **Space OK**. Этот 45-килограммовый спутник является первым элементом созвездия «Сяньюнь», предназначенного для обеспечения связности для «Интернета вещей».

*Что из всего вышеперечисленного реально осуществится и в какой мере, трудно загадывать. Но ясно, что в следующем десятилетии в ближайшем околоземном пространстве станет очень тесно, а спутниковый Интернет изменится до неузнаваемости.*

**Василий ТКАЧЕНКО, СИБ**