

Проект “Койпер”

В апреле 2019 года Amazon объявила, что профинансирует и развернет крупный проект стоимостью 10 млрд. долларов по предоставлению широкополосного спутникового интернета под названием "Project Kuiper" (Проект Койпер) для десятка миллионов людей, не имеющих базового доступа к широкополосному Интернету. Amazon не уточнила, будут ли они продавать услуги широкополосного доступа напрямую потребителям, но объявила о намерении "предлагать услуги широкополосного доступа через партнерство с другими компаниями".

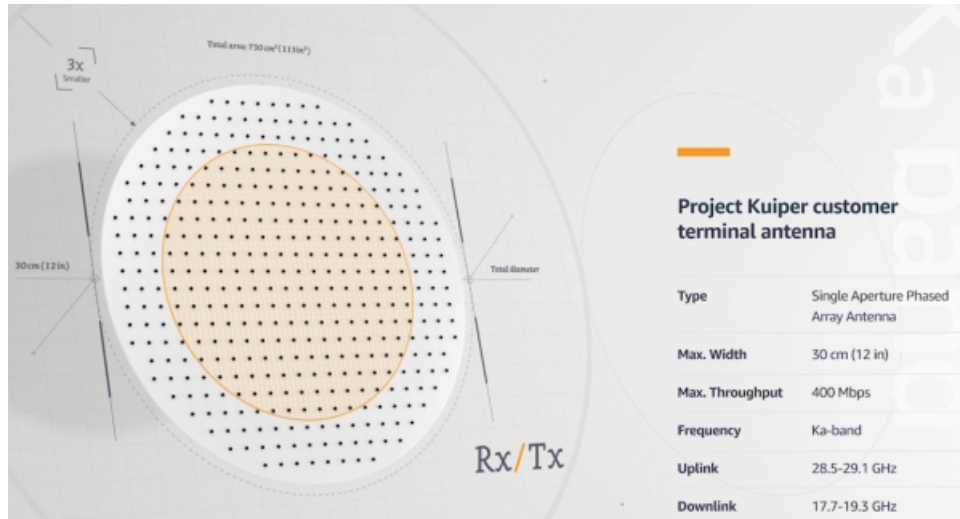
Предполагалось, что спутники будут использовать орбиту с высотой от 590 до 630 км (от 370 до 390 миль). Планируется, что Kuiper будет работать совместно с ранее объявленной Amazon крупной сетью из 12 наземных станций спутниковой связи ("Наземные станции AWS"). Amazon подала заявление на получение лицензионных документов в Федеральную комиссию по связи США (Federal Communications Commission, FCC) в июле 2019 года. Дочерней компанией Amazon, которая намеревалась развернуть "Койпер", будет Kuiper Systems LLC, расположенная в Сиэтле, штат Вашингтон. "Койпер" будет состоять из 3236 спутников, работающих в 98 орбитальных плоскостях в трех орбитальных оболочках, по одному на орбите высотой 590 км (370 миль), 610 км (380 миль) и 630 км (390 миль) соответственно.

"Койпер" включает в себя высокопроизводительные спутники, наземные шлюзы, технологии межсетевого взаимодействия и ряд клиентских терминалов.

На этапе тестирования проект "Койпер" обеспечил скорость в 400 Мбит/с.

Для снижения производственных затрат необходимо было "уменьшить размер, вес и сложность" антенны. Но это сложно с оборудованием Ka-диапазона (диапазон частот сантиметровых и миллиметровых длин волн, используемых, в основном, для спутниковой радиосвязи и радиолокации. По определению IEEE, этот диапазон простирается от 26,5 до 40 ГГц электромагнитного спектра, что соответствует длинам волн от 1,13 до 0,75 см), которому требуется "большее физическое разделение между передающей и приемной антеннами, чтобы охватить широкий частотный диапазон".

"По этой причине, передающую и приемную антенны Ka-диапазона разместили рядом друг с другом, что требует большей площади поверхности и увеличения производственных затрат".



А ещё есть [анимированный gif-файл](#) весом 75 Мб



Amazon заявила, что ее решение заключается в использовании "крошечных структур антенных элементов для наложения друг на друга. Это никогда не было достигнуто в Ка-диапазоне "... В нашей конструкции используется комбинация цифровых и аналоговых компонентов для электронного направления лучей Ка-диапазона в сторону спутника. Этот метод позволил Amazon создать "антенну с фазированной решеткой с одной апертурой и диаметром 12 дюймов, что делает ее в три раза меньше и пропорционально легче, чем у устаревших конструкций антенн", - заявили в компании.

Фазированные решетки - это класс излучающих систем, в которых несколько антенн - их может быть две, а может быть и тысячи - находятся на одной апертуре, создавая сфокусированный луч радиоволн.

Главной задачей было не просто создать эффективную антенну, но и сделать ее доступной для массового производства, с условием невысокой стоимости для конечного пользователя.

Будет использоваться спектр частот 17.7-18.6 ГГц и 18.8-20.2 ГГц для сигнала "космос-Земля" и 27.5-30.0 ГГц для связи "Земля-космос".

Amazon заявила, что успешно протестировала прототип с геостационарным спутником, хотя будет использовать низкоорбитальные спутники, когда в конечном итоге будет предоставлять клиентам широкополосную связь.

"Антенна прошла все соответствующие тесты на скорость и задержку, предлагая максимальную пропускную способность до 400 Мбит/с и потоковую передачу видео качества 4K с геостационарного спутника, который расположен на высоте примерно в 50 раз дальше от Земли, чем орбита, где Project Kuiper будет развернут".

Amazon [нанимает](#) сотрудников для расширения масштабов проекта.

Нима Маханфар, старший руководитель по разработке антенн в Project Kuiper:

"Решать энергетические проблемы в космосе сложно, а отводить тепло от этих энергетических мощностей еще сложнее. Нет воздуха для охлаждения. Поэтому наличие системы с низким энергопотреблением является ключевым моментом. Как мы можем снизить энергопотребление таких космических фазированных массивов как у нас? Это одна из серьезных проблем, с которыми приходится сталкиваться любому, кто разворачивает фазированные антенные решетки на низкой околоземной орбите. Нам пришлось поломать голову над этой проблемой, но в итоге ее удалось решить".



FCC дает Amazon шесть лет на запуск и эксплуатацию 50 процентов своих лицензированных спутников с крайним сроком 30 июля 2026 года. Amazon должен будет запустить остальные лицензированные спутники к 30 июля 2029 года. Amazon ранее заявляла, что планирует

предоставлять клиентам широкополосную связь после запуска первых 578 спутников.

Project Kuiper был назван в честь известного голландско-американского астронома Джерарда Койпера. В честь этого ученого уже названа громадная область Солнечной системы - от орбиты Нептуна до расстояния около 55 а.е. от Солнца. Пояс Койпера в 20 раз шире и в несколько десятков раз массивнее пояса астероидов.

Спутники SpaceX Starlink уже обеспечивают широкополосную связь для бета-клиентов, при этом компания обещает начальную скорость от 50 до 150 Мбит/с и задержку от 20 мс до 40 мс. SpaceX заявила, что планирует значительно повысить производительность к лету 2021 года.

Amazon также стоит за OneWeb, которая недавно вышла из банкротства и планирует запуски спутников в этом месяце, а также в течение 2021-2022 годов. OneWeb объявила о сделке, по которой Hughes Network Systems, традиционный поставщик спутниковой связи, "будет производить шлюзовую электронику для системы OneWeb, а также базовый модуль, который будет использоваться в каждом пользовательском терминале".

Некоторые астрономы высказали предположение, что множественные спутники проекта Starlink и ему подобных на низких орбитах будут создавать помехи астрономическим наблюдениям неба и удаленных объектов. Международный астрономический союз высказал озабоченность и заявил о недостаточном понимании влияния столь крупных спутниковых созвездий. Первые наблюдения подтвердили эти опасения, показав, что спутники Starlink были одними из самых ярких и быстрых объектов на ночном небе.

А еще спутники могут породить синдром Кesslera - столкновения спутников с эффектом домино: объекты в космосе сталкиваются, порождают космический мусор, который сталкивается с новыми объектами и так по нарастающей. Ведь далеко не каждый аппарат в конце своего срока активного существования культурно уходит на специальную орбиту захоронения, чтобы никому не мешать. Когда спутник отделяется от разгонного блока или последней ступени ракеты-носителя, они оба находятся на целевой или переходной орбите, и не всякий разгонный блок затем уходит на свою орбиту захоронения. Особенности конструкции ракет также приводят к тому, что на один запущенный аппарат могут появиться несколько объектов космического мусора. В результате на 2020 год количество отслеживаемых объектов на орбите приблизилось к 21 тысяче.

И расчеты количества космического мусора пессимистичны - спутники и отработанные ступени иногда взрываются (точнее лопаются, когда какой-нибудь бак, в котором сохранилось давление, разрушается) и, пока еще редко, сталкиваются между собой. В зависимости от настроек модели, количество мусора, медленно или быстро, но растет. И важно отметить, что эти модели пока не учитывают развертывание огромных космических созвездий Starlink, OneWeb, Project Kuiper и нескольких возможных китайских аналогов.