



flickr.com / MomentsPorZen

Летайте пониже

В этом месяце исполняется 60 лет с тех пор, как был запущен на орбиту первый искусственный спутник Земли. За это время спутниковые технологии прочно вошли в нашу жизнь. На многих домах тарелки приема спутникового телевидения, в каждом мобильнике — приемник спутниковой системы навигации GPS или ГЛОНАСС (а часто и той и другой). Сайты Google Maps, Яндекс.Карты и другие дают возможность отыскать свой дом на космических снимках. Что за спутники обеспечивают все эти блага сегодня и какими они станут в будущем?

У современного обывателя, для которого спутниковые технологии — это в основном одноименные телеканалы, складывается впечатление, что спутник — такая штукавина, которая висит в одной конкретной точке над Землей,

на эту штуку можно точно навести прикрученную к стене дома тарелку и прикрутить болтами побольше, чтобы не ушла в сторону. А можно перенацелить ее на другой спутник, с другим набором программ. Мне не раз приходилось

слышать предположение, что можно «подвесить» спутник над заданным районом и снимать видео.

Увы, это не так. Плоскость орбиты спутника обязательно должна проходить через центр Земли, а период его обращения жестко определен законами небесной механики, и чем орбита ниже, тем быстрее он должен совершать круг. Есть ровно одна орбита, на которой спутник может оставаться неподвижным относительно Земли, — геостационарная орбита над экватором.

Именно там сейчас и располагается большинство спутников — ретрансляторов телевизионного сигнала. Эта орбита очень высоко, и сигнал от

расположенного на Земле передатчика через ретранслятор на этой орбите потратит не менее четверти секунды, чтобы добраться до приемника в другой точке Земли. Просто потому, что скорость распространения радиоволн ограничена, и, чтобы преодолеть 36 000 километров дважды, им требуется четверть секунды. Если для телевидения это не страшно, и даже при телефонной связи с этим можно жить — сеть Thuraya использует геостационарные спутники, — то для современных интерактивных приложений Интернета такие задержки зачастую неприемлемы. Кроме того, передача на столь большие расстояния требует более мощных передатчиков, больших антенн и существенно уменьшает мобильность абонентского устройства.

А что касается спутников дистанционного зондирования Земли, то чем выше орбита, тем более громоздкие и дорогостоящие телеобъективы требуются, чтобы обеспечить требуемое разрешение снимков. Снимать с высоты геостационарной орбиты имеет смысл разве что крупные облачные системы, чем и занимаются метеорологические спутники, например российский спутник «Электро-Л № 2». А те снимки с Google Maps, на которых мы видим отдельные здания или даже автомобили, делают аппараты, летающие гораздо ниже. Опять-таки геостационарный спутник висит над экватором, и, скажем, окрестности Петербурга он будет снимать не из зенита, а под большим углом. Для дистанционного зондирования применяются спутники с большими наклонениями орбиты или даже с полярными орбитами, которые позволяют охватить высокие широты.

Как правило, современные спутниковые группировки, занимающиеся съемкой с высоким разрешением, невелики. Поэтому приходится довольно долго ждать, пока сочетание вращения Земли и движения спутника приведет спутник в окрестности нужной точки земной поверхности днем, при хороших условиях освещенности, да чтобы еще и облачность не мешала. Вот почему спутниковые снимки на общедоступных ресурсах обновляются не чаще чем раз в несколько месяцев.

Одной из первых спутниковых сетей, которые использовали для связи низкоорбитальные спутники, ориентированной на карманные устройства связи, была сеть «Иридиум». Чтобы обеспечить покрытие Земли спутниками, летающими на высоте 780 километров, ей требуется 66 спутников. Хотя с финансовой точки зрения проект был неудачным — компания обанкротилась уже через год после того, как начала работу, — сама спутниковая сеть продолжает функционировать и даже

обновляться. На конец 2016 года у нее было 850 000 пользователей. Конечно, ее основная аудитория — это люди, работающие вдалеке от городов, в частности военные.

Следующая генерация низкоорбитальных сетей связи связана с компаниями OneWeb и SpaceX. Эти компании несколько лет назад выступили с проектами сетей высокоскоростного спутникового Интернета, в том числе для индивидуальных устройств. Спутниковая группировка OneWeb должна начать разворачиваться уже в следующем году и будет состоять более чем из тысячи спутников. У Илона Маска более амбициозные планы — четыре с лишним тысячи спутников, правда, разворачивать их он собирается позже. А высота полета спутников SpaceX предполагается вдвое выше, чем у Iridium, — около полутора тысяч километров, и абонентские устройства должны быть не совсем карманными, размером примерно с ноутбук. Но при этом ширина канала будет соответствовать не сотовой связи первого поколения, как у Iridium, а современному широкополосному Интернету.

В начале века существовала компания Teledesic, которая уже пыталась создать группировку из 840 спутников, но так и не смогла развернуть бизнес. Возможно, современным компаниям — SpaceX, имеющей собственные ракеты-носители, либо OneWeb, тесно связанной с другой частной космической компанией Virgin Galactic, — будет сопутствовать большой успех.

Есть сейчас и компании, которые занимаются созданием крупных облаков низкоорбитальных спутников дистанционного зондирования. Например, Planet Labs использует большое количество дешевых спутников формата CubeSat, сделанных с применением дешевой электроники промышленного (а не космического) уровня качества. Хотя эти спутники весят всего 5 килограммов, они позволяют делать снимки с разрешением 5 метров на пиксел, используя объектив диаметром 90 мм.

На данный момент компанией запущено более ста спутников на орбиту высотой более 400 километров. Этого, конечно, недостаточно для того, чтобы непрерывно наблюдать всю территорию Земли. Возможно, этого хватило бы для поддержки телефонной связи, ведь телефоны могут работать и со спутником, находящимся близко к горизонту. Но фотографировать принято только участок не более 3° от вертикали, иначе слишком велики искажения, и объекты на Земле начинают затенять друг друга. Поэтому Planet Labs сравнивает свою спутниковую группировку со сканером, в котором линейка оптических сенсоров



МЫСЛИ О БУДУЩЕМ

перемещается над объектом, и обещает не более чем ежедневную съемку всей поверхности Земли с помощью 150 спутников. Но ежедневная съемка с разрешением 5 метров — это уже очень много.

Очевидным дальнейшим развитием этого тренда было бы объединение функций дистанционного зондирования и связи в одних и тех же спутниках. Ведь значительную часть стоимости спутника составляют системы ориентации, управления, терморегуляции и энергоснабжения, которые ретранслятор Интернета вполне может поделить с цифровой камерой. Тогда, учитывая амбициозные планы провайдеров спутникового Интернета с облаками из тысяч спутников, и правда, можно будет делать съемку с достаточно высокой частотой, чтобы отслеживать движение конкретной машины или корабля в море.

Возможно, мы это еще увидим, потому что низкоорбитальные спутники долго не живут, тормозятся остатками атмосферы. А значит, их будут регулярно заменять на более технически совершенные.

А еще можно с тех же спутников транслировать навигационный сигнал. Сейчас глобальные навигационные системы используют высокие орбиты, около 20 000 километров, и обходятся двумя десятками спутников (зато уже две такие системы работают — американская GPS и российская ГЛОНАСС, и еще две разворачиваются — европейская Галилео и китайская Бейдоу). Но если у нас все равно есть тысячи спутников, несколько штук из которых заведомо видимы где угодно, имеет смысл и эту задачу на них возложить. Опять же сигнал, ретранслируемый спутником с высоты 400—1000 километров, будет гораздо легче принять, чем с высоты 20 000, поэтому такая система обеспечит более уверенный прием в лесу, в городе среди высоких домов и в прочих ситуациях, в которых нынешние GPS-приемники теряют спутники.

Виктор Вагнер