

Понимание орбит

По определению, спутники находятся над земной атмосферой и за ее пределами и движутся по изогнутым траекториям, окружающим земной шар и называемым орбитами. Два объекта в вакууме космоса будут взаимодействовать друг с другом относительно их соответствующих масс, их скоростей и расстояний между ними. Чтобы поддерживать постоянную орбиту вокруг Земли, спутники должны будут двигаться по своим орбитальным траекториям с разной скоростью в зависимости от их орбитального расстояния от Земли – слишком медленное движение приведет к тому, что спутник врежется обратно в атмосферу Земли, в то время как слишком быстрое движение приведет к тому, что спутник выйдет из орбиты и свободно полетит в космос. В дополнение к переменным скоростям, основанным на расстоянии от Земли, чем дальше спутник от Земли, тем длиннее его круговая орбитальная траектория.

Различия в скоростях и длине полета спутника по орбите в сочетании с тем фактом, что Земля вращается вокруг своей оси, приводят к совершенно разному опыту, когда спутники рассматриваются с точки зрения относительного местоположения на поверхности Земли. Если отдельный спутник вращается вокруг Земли, он может быть «видимым» только в течение короткого периода времени из любой точки на поверхности Земли. Если отдельный спутник вращается близко к Земле по заранее заданной траектории, которая не изменяется — например, вдоль экватора Земли, — то он может никогда не быть «видимым» под определенными углами, например, из районов, прилегающих к полюсам Земли.

И наоборот, чем дальше от Земли вращается один спутник, тем шире угол обзора, что означает, что он может быть более стабильно доступен из любой конкретной точки на Земле. Однако скорость, с которой спутник может вращаться вокруг Земли на большем расстоянии, может привести к тому, что спутник может быть недоступен в течение более длительного периода времени или вообще недоступен в зависимости от местоположения наблюдающего.

Понимание того, как работают спутники, имеет существенное значение для гуманитарных организаций, которые планируют использовать спутниковую связь в качестве неотъемлемой части своих собственных операций.

Геосинхронная/геостационарная орбита

Когда время, необходимое для того, чтобы спутник совершил полный оборот вокруг орбиты, совпадает с временем, необходимым для того, чтобы Земля совершила один полный оборот по своей оси, и когда спутник вращается непосредственно над экватором и в том же направлении, что и оборот Земли, он находится на так называемой «геосинхронной» орбите. Практический результат геостационарной орбиты заключается в том, что при наблюдении с поверхности земли кажется, что спутник все время остается в точном местоположении над поверхностью земли, и его можно назвать «геостационарным» спутником.

Геосинхронный спутник всегда будет находиться на фиксированной высоте 35 786 км и сможет покрывать приблизительно 40% земной поверхности в районе, непосредственно находящемся под спутником. На ближайшем расстоянии всегда будет задержка не менее 240 миллисекунд, или 0,25 секунд между моментом отправки данных/сообщения и моментом его получения с другой стороны. Однако в зависимости от организации сети,

скорости физического оборудования и местоположения передатчика/приемника в зоне покрытия 40%, задержка может быть больше.

Спутники на геосинхронной орбите полезны в тех случаях, когда требуется или используется только один или несколько спутников для обеспечения непрерывного обслуживания на обширной территории. Из-за того что спутники не перемещаются относительно наблюдателя, устройства связи, получающие доступ к геостационарному спутнику, должны быть постоянно установлены и ориентированы, и их нельзя легко перемещать или переориентировать. Это означает, что, хотя спутниковые ресиверы не являются мобильными, они также не должны быть компактными и могут масштабироваться по размеру настолько, насколько это необходимо для работы.

К сожалению, отдельные спутники, покрывающие большую территорию, означают, что отдельные геостационарные спутники могут обслуживать и фактически обслуживают большое количество стационарных базовых станций, и все пользователи в географической зоне покрытия зависят от одного источника для передачи и управления связью. Это часто приводит к ограниченной доступности полосы пропускания и может вызвать проблемы с безопасностью — одиночный спутник представляет собой единственную точку отказа. Кроме того, правительствам или военным, располагающим соответствующей технологией, легко блокировать или создавать помехи на геостационарных спутниках, поскольку общая длина волны останется постоянной и может быть сбалансирована.

Низкая околоземная орбита

Спутник на низкой околоземной орбите (НОО) является всеобъемлющим термином, используемым для описания любого спутника, который работает на высоте менее 2000 км, в то время как термин «очень низкая околоземная орбита» (ОНОО) зарезервирован для любого спутника, который вращается на высоте менее 450 км. Не существует единого определенного пути или расстояния для спутников связи, которые могут находиться в диапазоне НОО, и существует большое разнообразие различных поставщиков услуг и конфигураций спутников, которые используют данную систему.

Спутники на НОО вращаются относительно быстро по сравнению с вращением Земли и совершают по меньшей мере 11,25 оборота вокруг Земли за один день, при этом более широкие возможности имеются у спутников, находящихся ниже на НОО, с более короткими орбитальными расстояниями. В связи с тем что спутники на НОО находятся гораздо ближе к Земле, их поле «видимости» значительно ниже, и каждый спутник на НОО может покрывать только небольшой процент поверхности Земли за один раз. Спутники на НОО также не ограничены направлением своей орбиты; спутники на НОО могут вращаться с севера на юг вдоль полюсов, вдоль экватора Земли или по диагонали, которая постоянно смещает их относительные зоны охвата.

Если устройство связи на поверхности Земли будет поддерживать связь только с одним спутником на НОО, то этот спутник не будет поддерживать связь в течение значительной части дня. Для решения этой проблемы провайдеры спутниковой связи создают несколько спутников и обеспечивают их связь друг с другом в виде спутниковой группировки или массива. Спутники на НОО в массиве будут взаимодействовать либо напрямую, либо через несколько центров управления сетью (NOC) на земле. Количество и приблизительная площадь покрытия спутников на НОО в массиве чрезвычайно разнообразны и могут варьироваться от небольшого числа для конкретных применений до потенциальных массивов из сотен спутников, служащих одной цели.

Преимущества спутников на НОО заключаются в том, что увеличение числа функциональных спутников связи может значительно увеличить доступность используемой полосы пропускания. Массивы спутников на НОО также обеспечивают некоторые преимущества безопасности — если у одного спутника есть технические проблемы, он, вероятно, не повлияет на другие спутники в группировке. Спутники на НОО также гораздо сложнее заглушить радаром, поскольку их движение делает помехи сигнала более сложными с технической точки зрения.

К сожалению, спутники на НОО также приводят к значительно более высоким затратам на запуск и использование, поскольку отправка нескольких спутников на орбиту и их обслуживание повышают стоимость данного процесса. Кроме того, из-за того, что спутники на НОО имеют более узкие поля видимости, последовательный сигнал может быть сложнее поддерживать в некоторых операционных средах.

В последнее время наблюдается рост числа поставщиков на НОО и ОНОО по мере того, как коммерческие космические грузы становятся более финансово выгодными, а оборудование для создания спутников связи становится меньше и дешевле.