



**СПУТНИК СВЯЗИ**, космический летательный аппарат на околоземной орбите, который принимает радиосигналы электросвязи от наземных радиостанций, усиливает их и передает обратно. Такие искусственные спутники Земли служат ретрансляторами сигналов телевизионного вещания, телефонной связи и цифровой информации для систем электросвязи глобального географического масштаба.

**Орбиты.** Связной спутник может быть выведен на низкую околоземную орбиту, на околоземную орбиту промежуточной высоты или на геостационарную орбиту, высота которых над поверхностью Земли составляет (в порядке перечисления) около 1000, 10 000 и 36 000 км. Орбита первого типа проходит ниже двух радиационных поясов Земли, второго типа – между ними, а третьего – выше их.

На геостационарной орбите спутник совершает один оборот вокруг Земли ровно за сутки. Поскольку за это время Земля совершает тоже один оборот вокруг своей оси, спутник кажется неподвижным на экваторе. Главное преимущество геостационарной орбиты в том, что антеннам наземных радиостанций не требуется отслеживать спутники, движущиеся по небосводу; нужно лишь наводить антенну всегда в одну точку на протяжении срока службы спутника. Крупным же ее недостатком является задержка примерно на четверть секунды между передачей радиосигнала одной наземной радиостанции и приемом – другой, возникающая из-за больших расстояний, которые должен проходить сигнал.

Главное преимущество околоземной орбиты меньшей высоты в том, что для вывода на нее требуется менее мощный носитель. Поскольку расстояние от наземной радиостанции до спутника меньше, оборудование спутника может быть менее мощным. Однако спутники на таких орбитах движутся относительно наземных радиостанций, поэтому для обеспечения непрерывности охвата необходимы следящие антенны и нельзя обойтись одним-единственным спутником.

**Технические средства.** Для спутниковой связи необходимы технические средства трех видов: спутники, наземные радиостанции и ракеты-носители для вывода на орбиту. Эти технические средства несколько различаются в зависимости от типа орбиты, на которую выводится связной спутник.

*Спутники.* Связной спутник состоит из ракетного блока, обеспечивающего питание, управление полетом и контроль бортовых систем, и блока связного оборудования, назначение которого – прием, усиление и ретрансляция сигналов с Земли. Многие связные спутники стабилизируются вращением вокруг одной оси. Такой спутник, подобно гироскопу, сохраняет неизменной свою ориентацию в пространстве. Кроме того, вращение способствует поддержанию равномерного распределения температуры по всему объему спутника. Применяются также спутники с трехосной стабилизацией, осуществляемой при помощи маховиков (гироскопов) и ракетных двигателей малой тяги. Спутники с трехосной стабилизацией несколько сложнее стабилизируемых вращением, но их солнечные батареи способны вырабатывать больше электроэнергии, а антенны легче направить на наземные радиостанции. Солнечные батареи покрывают всю поверхность вращающихся связных спутников и преобразуют в электроэнергию около 20% энергии падающего на них солнечного света. Солнечные батареи небольшого спутника вырабатывают примерно 1 кВт электроэнергии, что соответствует мощности, потребляемой десятью 100-Вт электролампами. На более крупных спутниках 1990-х годов солнечные батареи вырабатывали до 10 кВт.

*Наземные радиостанции.* Наземные станции спутниковой системы связи передают радиосигналы на спутники и принимают сигналы от них. Спутниковый передатчик 1990-х годов передавал в среднем примерно 20–40 Вт на один ретранслятор (устройство, принимающее и передающее радиосигнал). Это намного больше мощности типичного телефона сотовой связи (0,5 Вт), но радиосигнал спутника должен пройти расстояние до 36 000 км и может содержать до 1000 телефонных разговоров. Поэтому приемная система наземной радиостанции должна быть в миллиард раз более чувствительной, чем приемная станция сотовой телефонной связи, а это значит, что необходимы антенны больших размеров и приемники с очень низким уровнем шума. На заре спутниковой связи наземные радиостанции снабжались огромными антеннами диаметром до 30 м. В 1990-х годах на наземных

станциях использовались «антенны очень малого раскрыва» (VSAT – very small aperture terminal) диаметром 1–2 м и более крупные антенны диаметром 2–10 м; получили распространение также бытовые телевизионные антенны диаметром 45–60 см.

*Ракеты-носители.* Ракета-носитель выводит спутник на заданную околоземную орбиту. За отдельными исключениями, почти все ракеты-носители связных спутников разрабатывались на основе старых межконтинентальных ракет, созданных в 1950-х годах. Новые ракеты-носители появились в 1980-х годах. Первыми носителями, которые разрабатывались не как баллистические ракеты военного назначения, были американский многоразовый воздушно-космический аппарат (МВКА) «Шаттл» и ракета «Ариан», разработанная Европейским космическим агентством. «Шаттл» предназначался главным образом для обслуживания программы пилотируемых космических полетов НАСА, а ракета «Ариан» – в первую очередь для запуска связных спутников. После того как в 1986 взорвался МВКА «Челленджер», НАСА прекратило коммерческие запуски. В результате к системе «Ариан» перешла львиная доля контрактов на запуски связных спутников. В 1990-х годах на коммерческий рынок вышли также китайская ракета «Великий поход» и российская – «Протон». Путь «Великого похода» был отмечен авариями; что касается «Протона», то его номинальная надежность (95%) и большая масса спутника (4 т) предвещали ему коммерческий успех.

Запуск – это момент наибольшего риска на протяжении срока службы связного спутника. Общая вероятность благополучного запуска составляет около 90% (для конкретных ракет-носителей она меняется в пределах от 70 до 95%). Таким образом, в среднем 10% всех запусков оказываются неудачными и заканчиваются потерей спутника.