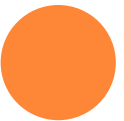


СПУСК С ОРБИТЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ



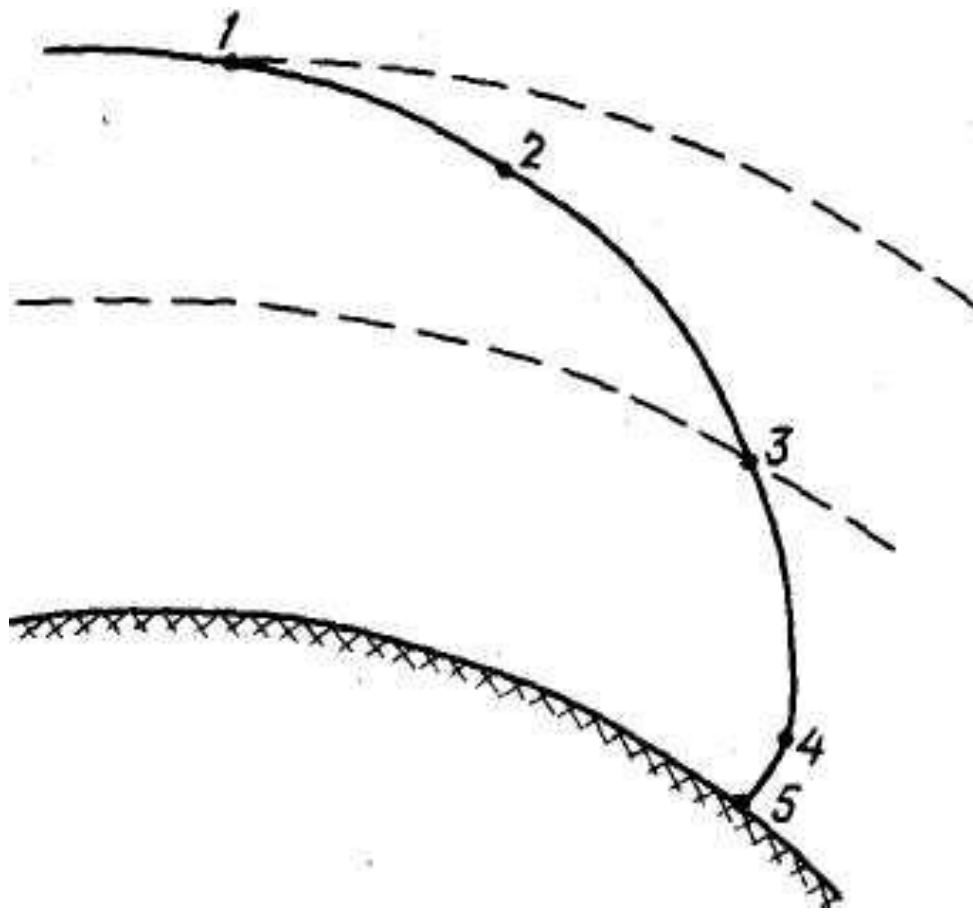
- В настоящее время космические исследования перешли от отдельных экспериментов к повседневному использованию космической техники. Системы космических аппаратов обеспечивают мировую связь, включая телевидение и Интернет; наблюдения Земли из космоса позволяют вести разведку полезных ископаемых, более надёжно предсказывать погоду и метеорологические катастрофы, следить за экологической обстановкой, и многое другое. Но путь в космос всё ещё труден и опасен. Даже совершенная, сложнейшая космическая техника пока, к сожалению, не может быть абсолютно надёжной. Случались и катастрофы, уносившие жизни героев. Так при спуске с орбиты едва не погиб Юрий Гагарин и трагически закончилось возвращение на Землю лётчика-космонавта СССР Владимира Комарова. Среди всех этапов полёта в космос спуск космического аппарата (КА) остаётся наиболее опасным.





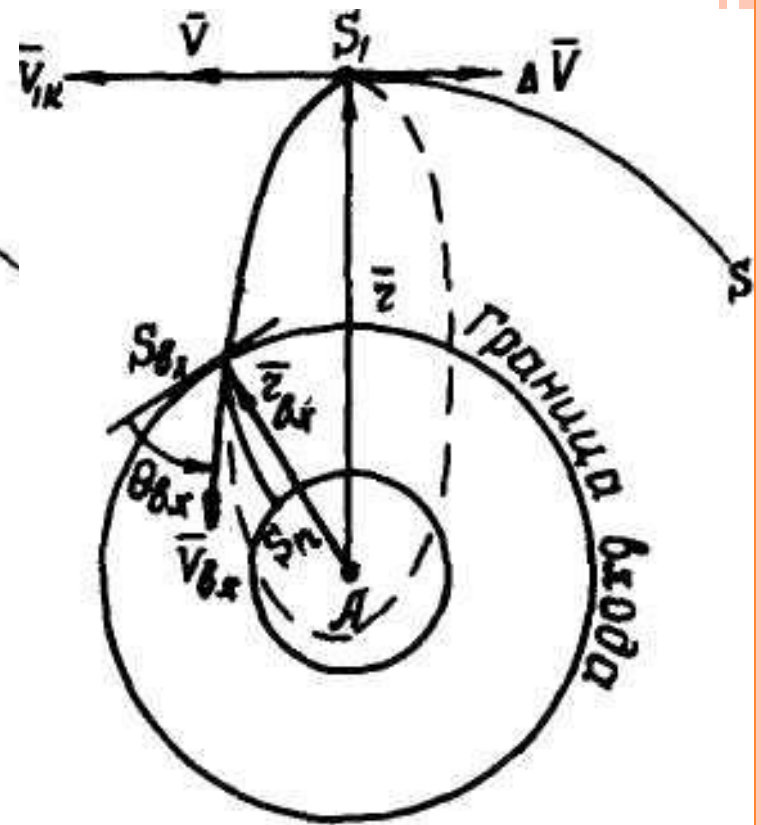
- Спуск КА с орбиты в конечном счете заключается в безударной посадке в заданном районе или в заданной точке поверхности Земли. Посадка, при которой относительная скорость сближения с Землей в момент ее достижения не превосходит допустимых пределов, называется мягкой. С методической точки зрения траекторию спуска с околокруговой орбиты можно разделить на четыре характерных участка (рис.1).





□ Рис 1.

Рис 2.



- - участок торможения 1-2, осуществляемого, как правило, кратковременным включением тормозной двигательной установки (ТДУ). Назначение торможения - перевод КА с исходной орбиты ss_1 , (рис.2) на такую эллиптическую траекторию $s_1s_{вх}$, перицентр которой (точка, наиболее близко расположенная к притягивающему центру) расположен ниже верхней границы плотных слоев атмосферы. Высота верхней границы плотных слоев земной атмосферы (границы входа) составляет 100-120 км.
- - участок свободного полета КА 2-3 от момента выключения ТДУ до момента достижения (пересечения) верхней условной границы атмосферы (заатмосферная часть $s_1s_{вх}$ траектории снижения). Движение на этом участке в первом приближении может рассматриваться как движение в центральном поле силы притяжения



- - участок движения в атмосфере 3-4 (атмосферная часть $s_{вх}$ s_n траектории снижения). Это участок от момента прохождения верхней границы атмосферы до момента начала использования посадочных средств: парашютной системы, ТДУ мягкой посадки. На этом участке спускаемый на Землю аппарат испытывает воздействие больших аэродинамических сил, в несколько раз превышающих силу земного притяжения. Этот участок опасен как в смысле перегрузок, испытываемых КА, так и в смысле интенсивности аэродинамического нагрева корпуса КА.
- -участок посадки 4-5 (от начала использования посадочных средств до момента приземления).



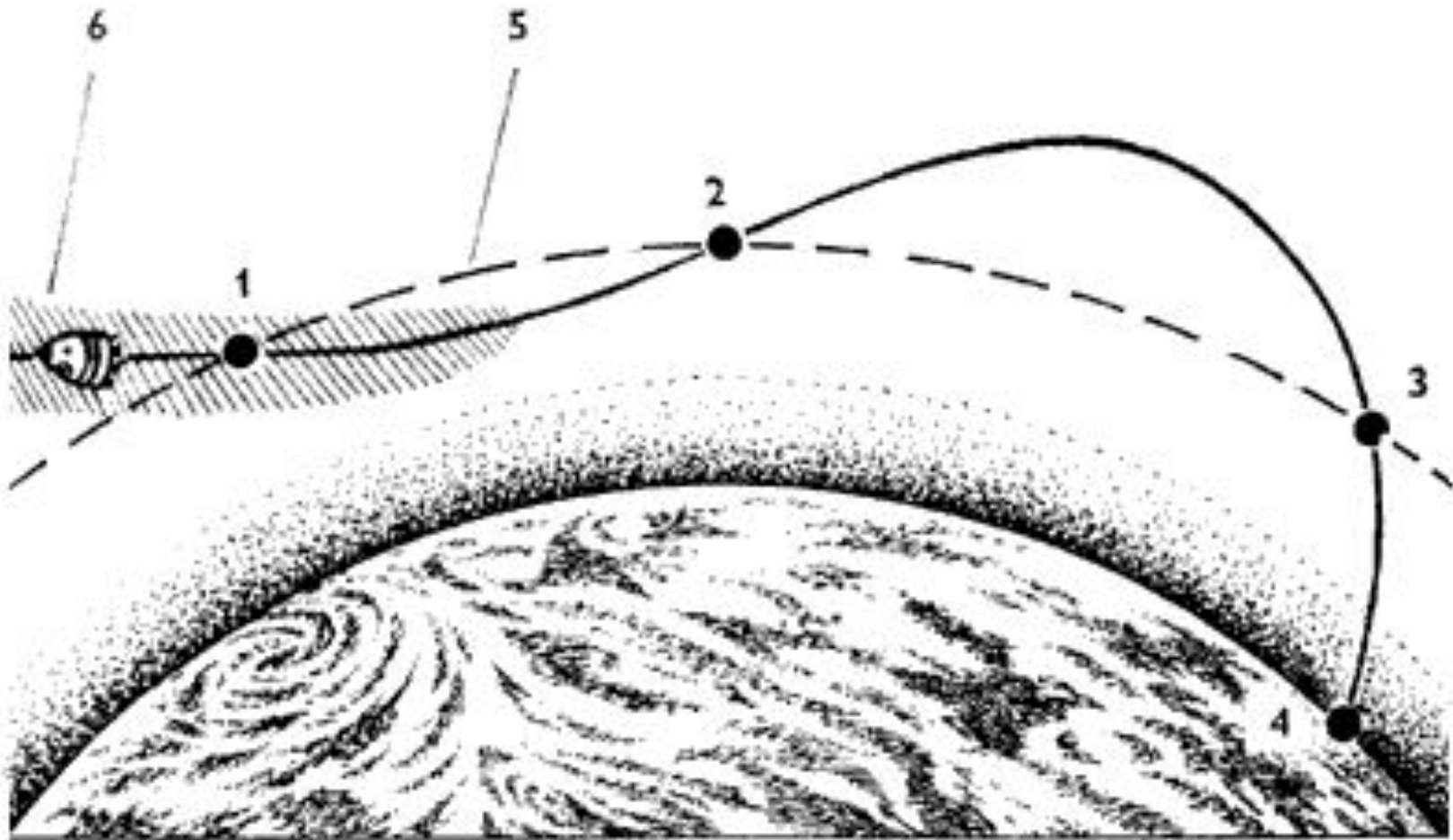
- В зависимости от того, используется или нет на атмосферном участке полета аэродинамическое качество (C_y/C_x - где C_y и C_x аэродинамические коэффициенты) различают баллистический спуск и управляемый [1].
- Под баллистическим понимают спуск без использования аэродинамического качества, а под управляемым - с аэродинамическим качеством. Такое деление является условным и дается лишь с целью, чтобы подчеркнуть наиболее существенную сторону спуска (используется или нет аэродинамическое качество).

□



- При баллистическом спуске участок 3-4 характеризуется аэродинамическим торможением до такой скорости, когда можно ввести в действие парашютную систему, при этом аэродинамическое сопротивление состоит из одной лишь силы лобового сопротивления, а подъемная и боковая силы полностью отсутствуют.
- Аэродинамическое торможение уменьшает скорость спускаемого аппарата от первой космической до 150 - 250 м/с.
- При этом сила лобового сопротивления делается равной проекции силы земного притяжения на направление движения и спуск становится равномерным. Дальнейшее торможение вплоть до мягкой посадки (скорость приземления несколько метров в секунду) может быть осуществлено с помощью тормозной системы: парашюта, ротора (винт такого типа, как у вертолета), небольшого ракетного двигателя.





- Таким образом, совокупность требований, предъявляемых к спуску КА, можно систематизировать в следующем виде:
- 1. Общие требования к качеству спуска:
 - - минимум энергозатрат ;
 - - минимум интегрального теплового потока;
 - - минимальное рассеивание по дальности и по боку;
- 2. Ограничения, налагаемые на траекторию спуска и параметры управления:
 - - по запасу рабочего тела на борту КА;
 - - по возможной ориентации вектора тяги ТДУ, например, двигатель должен быть ориентирован на Солнце;
 - - по допустимой перегрузке;
 - - по допустимому аэродинамическому качеству;
 - - по углам атаки и крена;
 - - по допустимому тепловому потоку;
 - - по безопасности входа.

