Разработка мат модели:

Уравнения движения СА в планетоцентрической экваториальной вращающейся системе координат:

(1)

Проанализировав систему уравнений (1), можно сказать, что

обусловленное вращением планеты центростремительное ускорение мало в сравнении с ускорениями вызванными аэродинамическими силами, а также ускорением свободного падения. Исходя из чего делается вывод, что с достаточной точностью центробежной силой можно пренебречь, также как и Кориолисовой силой. Для проведения приближенных качественных исследований с целью выявления основных закономерностей движения целесообразно пользоваться упрощённой моделью движения, учитывающей следующие допущения:

1. Венера имеет форму шара;
2. Поле тяготения центральное;
3. Рассматривается плоское движение;
4. Силы, действующие на аппарат приложены к центру масс.

Учитывая эти допущения, система уравнений (1) в скоростной системе

координат запишется следующим образом:

(2)

Здесь

- скорость,

- коэффициент лобового сопротивления,

- площадь миделя,

– плотность атмосферы Венеры

- масса СА,

= – гравитационное ускорение

= 324853.4.109 • 109 гравитационный параметр Венеры

- угол вектора скорости к местному горизонту,

= – отношение сил сопротивления

- угол крена,

- высота,

- дальность,

- радиус Венеры,

- расстояние от центра планеты до центра масс спутника, пл

– время.

Перегрузки при этом считаются следующим образом:

= ,

= .

И полная перегрузка рассчитывается по формуле:

(3)

Рассмотрим этап интенсивного аэродинамического торможения по баллистической траектории.

Для движения по баллистической траектории коэффициент подъёмной , то есть снижение происходит за счёт сил силы тяги и силы аэродинамического сопротивления. При таком спуске не требуется стабилизация аппарата вокруг его центра масс. Тогда система уравнений движения СА при интенсивном торможении в скоростной системе координат примет вид:

(4)

Рассмотрим движение АЗ на этапе наполнения оболочки аэростата.

В связи с громоздкостью математического описания пространственного движения АЗ, для проведения качественных исследований целесообразно ввести следующие допущения для составления математической модели:

1. Венера имеет форму шара;
2. Поле тяготения центральное;
3. Движение под действием горизонтальной компоненты ветра не учитывается;
4. Движение вокруг центра масс не учитывается;
5. Центростремительной силой, а также силой Кориолиса можно пренебречь;
6. Силы притяжения Солнца и других небесных тел незначительны.

При этом на аэростат действую следующие силы:

1. **Сила тяжести**

С учётом сферической модели гравитационного поля Венеры, исходя из закона всемирного тяготения, сила тяжести может рассчитываться по формуле:

где – масса АЗ.

1. **Аэродинамическая сила**

Возникающие при движении АЗ силы трения и давления, обусловленными такими факторами, как число Рейнольдса (*Re*), угол атаки (α), а также формой и размерами оболочки, создают равнодействующую силу.

Разделить эту равнодействующую силу можно на силу лобового сопротивления и аэродинамическую подъёмную силу причём их величина определяется соответствующими коэффициентами:

1. **Аэродинамическая сила**

Исходя из закона Архимеда, аэростатическая подъёмная сила определяется по формуле:

,

где

– плотность атмосферы;

– объём оболочки аэростата.

Система уравнений движения АЗ на этапе наполнения оболочки, учитывая все допущения и силы, действующие на аппарат, примет следующий вид:

(5)

Здесь

– коэффициент присоединённой массы,

– коэффициент сопротивления аэростата,

– характерная площадь аэростата,

– коэффициент аэродинамического сопротивления парашюта,

– площадь парашюта,

- коэффициент аэродинамического сопротивления АЗ,

– площадь миделя АЗ.