

Модуль "Прикладная космонавтика"

10.1. Посадка АМС на поверхность Луны (тела без атмосферы)

Габзетдинов Р.И.
Университетская гимназия

Если в этой, или других методичках и материалах вы найдете ошибку или опечатку, просьба написать об этом t.me/Samnfuter vk.com/gabzetdinoff crispuscrew71@gmail.com crispuscrew@outlook.com.

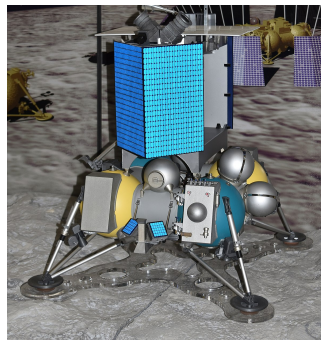
Рекомендации к выполнению:

- Решать пункты 1 и 2 только в общем виде.
- В ходе решения пунктов 3 и далее использовать самописное ПО
- В ходе решения пунктов 3 и далее сначала использовать итерационные вычисления
- В ходе решения пунктов 3 и далее, для увеличения точности решать с помощью дифференциальных уравнений
- В программе использовать минимум 8-байтные переменные с плавающей точкой (f.e. double)

Формулировка задачи

Автоматическая межпланетная станция (АМС) размещается на начальной (*start*) орбите с заданными параметрами.

Рассчитать и написать программу посадки аппарата в точку с заданными конечными параметрами (*final*).



Необходимо за ограниченное количество включений двигателя, затратив минимально возможное количество характеристической скорости (ΔV), совершить безопасную мягкую посадку на поверхность тела с заданными параметрами.

Для упрощения решения задачи считать точку посадки идеально плоской и горизонтальной, атмосферу, несферичность, неравномерность распределения массы центрального тела пренебрежимо малыми. Двигатель включается и выключается мгновенно, все этапы полета, в т.ч. ориентация аппарата, за исключением включения двигателя для торможения не изменяют массу КА. Считать что выхлоп двигателей исчезает из реальности.

Дано

- | |
|--|
| $h_{start} = 50 \cdot 10^3 \text{ м}$ |
| $R_{\text{Д}} = 1737 \cdot 10^3 \text{ м}$ |
| $M_{\text{Д}} = 7.36 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ |
| $ \vec{V}_{start} = 0 \text{ м/с}$ |
| $g = \text{const} = g_0$ |
- | |
|--|
| $a_{start} = R_{\text{Д}} + 90 \cdot 10^3 \text{ м}$ |
| $e_{start} = 0$ |
| $\Delta T = 500 \text{ сек}$ |
- | |
|------------------------------|
| $g \neq \text{const}$ |
| $i_0 = 56^\circ$ |
| $\varphi_{start} = 90^\circ$ |
| $\varphi_{final} = 0^\circ$ |
- | |
|--|
| $N_{ignition} = 3$ |
| $F_{engine} = 50 \cdot 10^3 \text{ Н}$ |
| $\dot{m} = 18 \text{ кг/сек}$ |
- | |
|---|
| $i_0 = 22^\circ \quad \Omega = 120^\circ$ |
| $\Omega_{\text{Д}} = 22^\circ$ |
| $T_{spin \text{ Д}} = 2.354 \cdot 10^6 \text{ сек}$ |
| $\varphi_{final} = 73^\circ \quad \lambda = 53^\circ$ |

Найти

1. $\Delta T, |\vec{V}_{final}|$
2. $\Delta V_{deorbit}$
3. $\Delta T, \Delta V_{deorbit}$
4. $\Delta V_1, \Delta V_2, \dots \Delta V_{\Sigma}$
5. $\Delta V_1, \Delta V_2, \dots \Delta V_{\Sigma}$