

# Модуль «Прикладная космонавтика»

## Л3. 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](mailto:t.me/Samnfuter) [vk.com/gabzetdinoff](https://vk.com/gabzetdinoff) [crispuscrew71@gmail.com](mailto:crispuscrew71@gmail.com) [crispuscrew@outlook.com](mailto:crispuscrew@outlook.com).

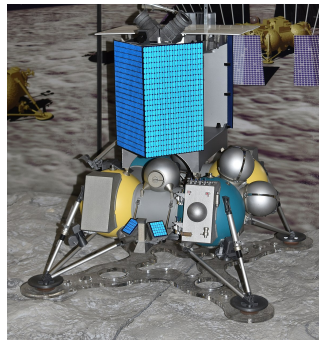
### Рекомендации к выполнению:

- В ходе решения пунктов 3 и далее сначала использовать численные методы
- Проверять геометрические изыскания в математических инструментариях
- 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.

Описать физически и написать программу посадки аппарата в точку с заданными конечными параметрами (*final*) на языке KOS.



Разрешается решение на произвольном ЯП, но с реализацией физ. симуляции с работающей программой посадки.

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

Для упрощения решения задачи атмосферу, неравномерность распределения массы центрального тела считать 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

	$h_{start} = 50 \cdot 10^3 \text{ м}$
	$R_{\text{л}} = 1737 \cdot 10^3 \text{ м}$
1.	$M_{\text{л}} = 7.36 \cdot 10^{22} \text{ кг}$
	$ \vec{V}_{start}  = 0 \text{ м/с}$
	$g = const = g_0$

2.

	$g \neq const$
	$a_{start} = R_{\text{л}} + 90 \cdot 10^3 \text{ м}$
	$e_{start} = 0$

3.

	$i_0 = 56^\circ$
	$\varphi_{start} = 56^\circ = i_0$
	$\varphi_{final} = 0^\circ$
	$\Delta T = 500 \text{ сек}$

4.

	$N_{ignition} = 3$
	$F_{engine} = 50 \cdot 10^3 \text{ Н}$
	$\dot{m} = 18 \text{ кг/сек}$

5.

	$i_0 = 22^\circ \quad \Omega = 120^\circ$
	$\Omega_{\text{л}} = 22^\circ$
	$T_{spin \text{ л}} = 2.354 \cdot 10^6 \text{ сек}$
	$\varphi_{final} = 73^\circ \quad \lambda = 53^\circ$

### Найти

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