

«Лаборатория космической мысли»



Теория космических полётов

Содержание

Введение

Ракетные двигатели

Ракеты-носители

Скорости

Законы Кеплера

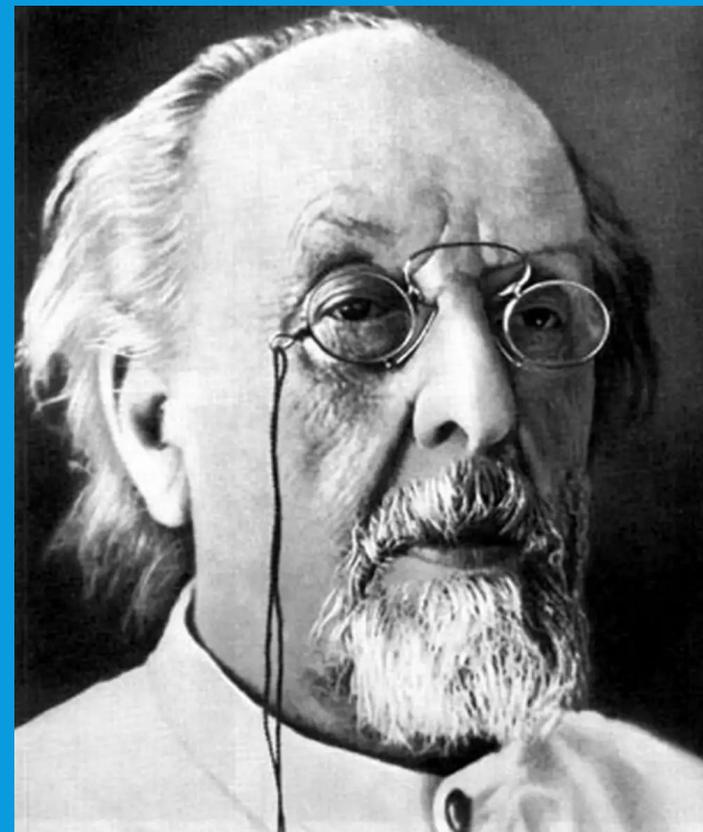
Орбиты

ВВЕДЕНИЕ

Теория космических полетов, представлявших давнюю мечту человечества, превратилась в науку в результате основополагающих трудов великого русского ученого Константина Эдуардовича Циолковского. Им были изучены основные принципы баллистики ракет, предложена схема жидкостного ракетного двигателя, установлены закономерности, определяющие реактивную силу двигателя. Так же были предложены схемы космических кораблей и даны широко вошедшие сейчас в практику принципы конструирования ракет.

Теоретический фундамент космонавтики покоился на трех китах:

- 1) теории движения космических аппаратов;
- 2) ракетной технике;
- 3) совокупности астрономических знаний о Вселенной.



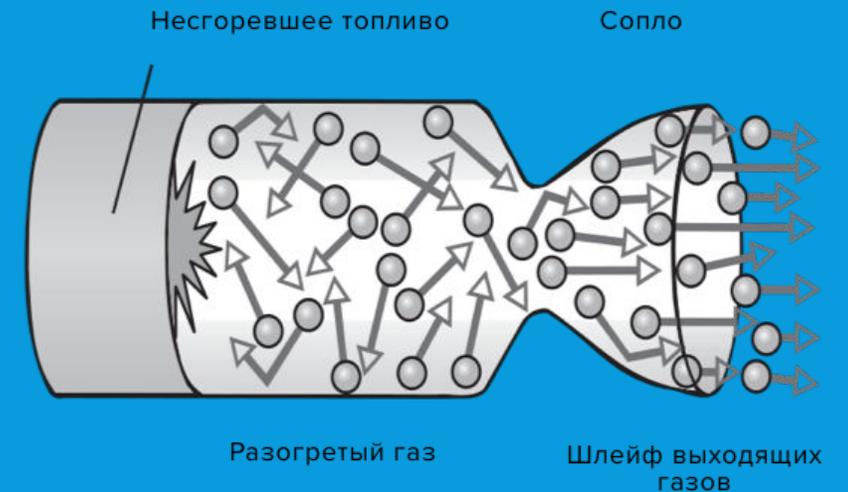
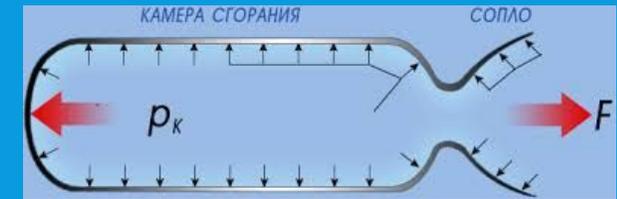
РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Ракетный двигатель – это автономный реактивный двигатель, работающий на бортовых ресурсах массы и энергии.

Ракетный двигатель полностью автономный. Его работа не зависит от окружающей среды. Он может работать в любых средах и даже в космическом пространстве. Термин «ракетный» не отражает в явном виде эти ограничивающие признаки, однако он широко используется по сложившейся традиции.

Ракетные двигатели делятся на:

- Термохимические;
- Ядерные тепловые;
- Тепловые двигатели с внешним источником энергии;
- Электрические.



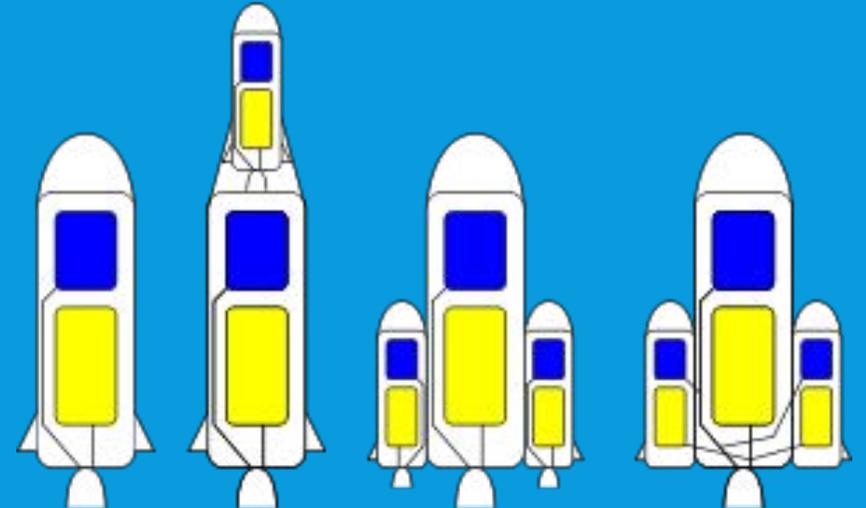
РАКЕТЫ-НОСИТЕЛИ

С точки зрения механики разгона ракеты до необходимой скорости всю начальную массу ракеты можно разделить на две части:

- 1) масса рабочего тела;
- 2) конечная масса, остающаяся после выброса рабочего тела.

Варианты компоновки ракет. Слева направо:

- одноступенчатая ракета;
- двухступенчатая ракета с поперечным разделением;
- двухступенчатая ракета с продольным разделением;
- ракета с внешними топливными емкостями, отделяемыми после исчерпания топлива в них.



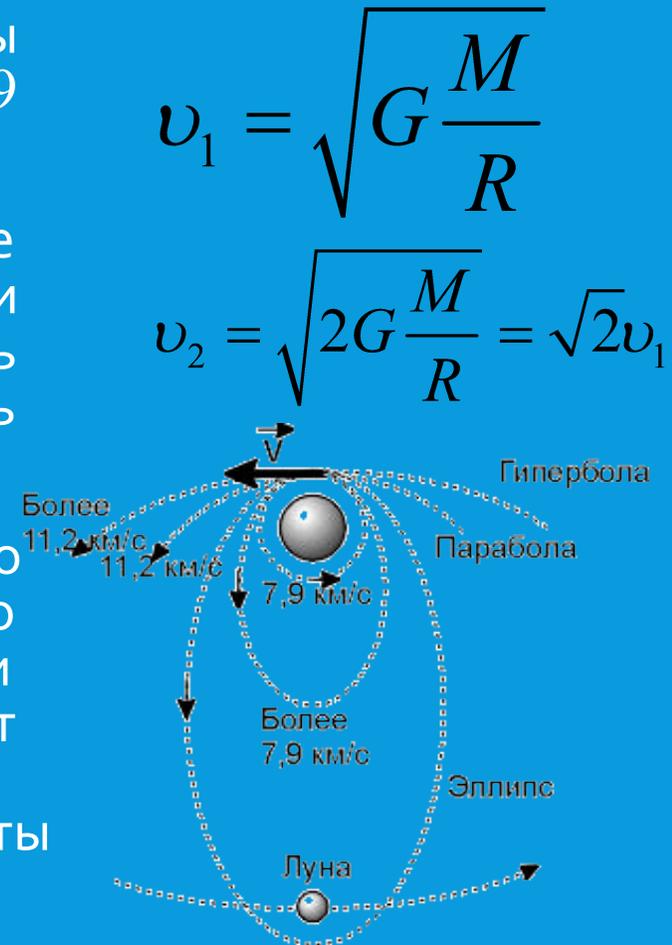
Увеличение числа ступеней дает положительный эффект только до определенного предела. Чем больше ступеней, тем больше суммарная масса переходников, а также двигателей, работающих лишь на одном участке полета, и, в какой-то момент, дальнейшее увеличение числа ступеней становится контрпродуктивным. В современной практике ракетостроения более четырех ступеней, как правило, не делается.

КОСМИЧЕСКИЕ СКОРОСТИ

- I космическая скорость – это скорость, необходимая для того, чтобы тело стало спутником планеты. Для Земли эта скорость составляет 7,9 км/с.
- II космическая скорость – это скорость, необходимая для преодоления притяжения Земли и превращение тела в спутник Солнца или достижения другой планеты. Для Земли вторая космическая скорость равна 11,2 км/с. Для Солнца вторая космическая скорость составляет 617,7 км/с.
- III космическая скорость – минимальная скорость, которую необходимо придать находящемуся вблизи поверхности Земли телу, чтобы оно могло преодолеть гравитационное притяжение Земли и Солнца и покинуть пределы Солнечной системы. Для Земли составляет 16,650 км/с.

$$v_3 = \sqrt{(\sqrt{2} - 1)^2 v_Z^2 + v_2^2}$$

v_Z - орбитальная скорость планеты
Для Земли: $v_Z = 29,783$ км/с



УРАВНЕНИЕ ЦИОЛКОВСКОГО

$$v = v_0 + c \ln \left(\frac{M_0}{M} \right),$$

- где v_0 – начальная скорость; c – скорость истечения; $z = \frac{M_0}{M}$ – число Циолковского (отношение начальной массы летательного аппарата к конечной).

$$\text{Уравнение Мещерского: } m \frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{F} + \frac{dm}{dt} \vec{c}$$

Рассмотрим бессиловое поле. Скорость истечения (c) направлена в противоположную сторону движения тела. Т.о. получим:

$$m \frac{dV}{dt} = -c \frac{dm}{dt}$$

$$\text{Умножим на } dt \text{ и разделим переменные: } dV = -c \frac{dm}{m}$$

Решив дифференциальное уравнение и произведя математические преобразования, получим:

$$V = V_0 + c \ln \left(\frac{m_0}{m} \right)$$

КЕПЛЕР



Иоганн Кéплер (нем. *Johannes Kepler*; 27 декабря 1571 года, Вайль-дер-Штадт — 15 ноября 1630 года, Регенсбург) — немецкий математик, астроном, механик, оптик, первооткрыватель законов движения планет Солнечной системы.

«Конечно, эта астрология — глупая дочка, но, Боже мой, куда бы делась её мать, высокому́драя астрономия, если бы у неё не было глупенькой дочки! Свет ведь ещё гораздо глупее и так глуп, что для пользы этой старой разумной матери глупая дочка должна болтать и лгать. И жалованье математиков так ничтожно, что мать, наверное бы, голодала, если бы дочь ничего не зарабатывала.»



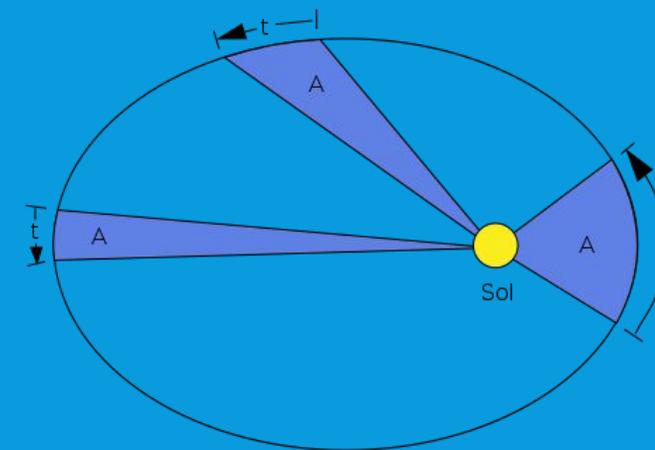
ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА

I закон Кеплера: каждая планета Солнечной системы обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

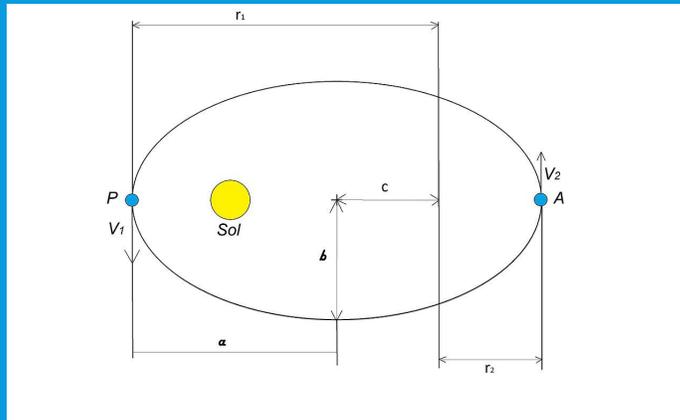
II закон Кеплера: каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причем за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, описывает равные площади.

$$\vec{r} \times \vec{V} = \text{const}$$

III закон Кеплера: квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей орбит планет.



$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$



$$\frac{T_1^2 (M + m_1)}{T_2^2 (M + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

ОРБИТЫ

Невозмущенную орбиту, по которой движение тела происходит в соответствии с законами Кеплера, определяют:

- **Наклонение орбиты (i)** к плоскости отсчета; может иметь значения от 0° до 180° . Наклонение меньше 90° , если для наблюдателя, находящегося в северном полюсе эклиптики или в северном полюсе мира, тело представляется движущимся против часовой стрелки, и больше 90° , если тело движется в противоположном направлении. В применении к Солнечной системе, за плоскость отсчета обычно выбирают плоскость орбиты Земли (плоскость эклиптики), для искусственных спутников Земли за плоскость отсчета обычно выбирают плоскость экватора Земли, для спутников других планет Солнечной системы за плоскость отсчета обычно выбирают плоскость экватора соответствующей планеты.
- **Долгота восходящего узла (Ω)** определяет точку, в которой орбита пересекает основную плоскость в направлении с юга на север. Для тел, обращающихся вокруг Солнца, основная плоскость - эклиптика, а нулевая точка - Первая точка Овна (точка весеннего равноденствия).
- **Большая полуось (a)** - это половина главной оси эллипса. В астрономии характеризует среднее расстояние небесного тела от фокуса.
- **Эксцентриситет** - числовая характеристика конического сечения. Эксцентриситет инвариантен относительно движений плоскости и преобразований подобия и характеризует «сжатость» орбиты.
- **Аргумент перигелия** - определяется как угол между направлениями из притягивающего центра на восходящий узел орбиты и на перигелий (ближайшую к притягивающему центру точку орбиты спутника), или угол между линией узлов и линией аписид. Отсчитывается из притягивающего центра в направлении движения спутника, обычно выбирается в пределах 0° - 360° . Для определения восходящего и нисходящего узла выбирают некоторую (так называемую базовую) плоскость, содержащую притягивающий центр. В качестве базовой обычно используют плоскость эклиптики (движение планет, комет, астероидов вокруг Солнца), плоскость экватора планеты (движение спутников вокруг планеты) и т. д.
- **Средняя аномалия** для тела, движущегося по невозмущенной орбите - произведение его среднего движения и интервала времени после прохождения перигелия. Таким образом, средняя аномалия есть угловое расстояние от перигелия гипотетического тела, движущегося с постоянной угловой скоростью, равной среднему движению.



Спасибо за
внимание!

<https://vk.com/spacelabssau>

<https://vk.com/mrkastor>