



РОССИЯ –  
СТРАНА  
ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Кружковое  
движение



Первые

АГЕНТСТВО  
СТРАТЕГИЧЕСКИХ  
ИНИЦИАТИВ

ПЛАТФОРМА НТИ



# Занятие: «ОСНОВЫ ОРБИТАЛЬНОЙ МЕХАНИКИ»

Автор: Унгаров Р.Е. педагог дополнительного образования ГБОУ «ИТШ №777» Санкт-Петербурга

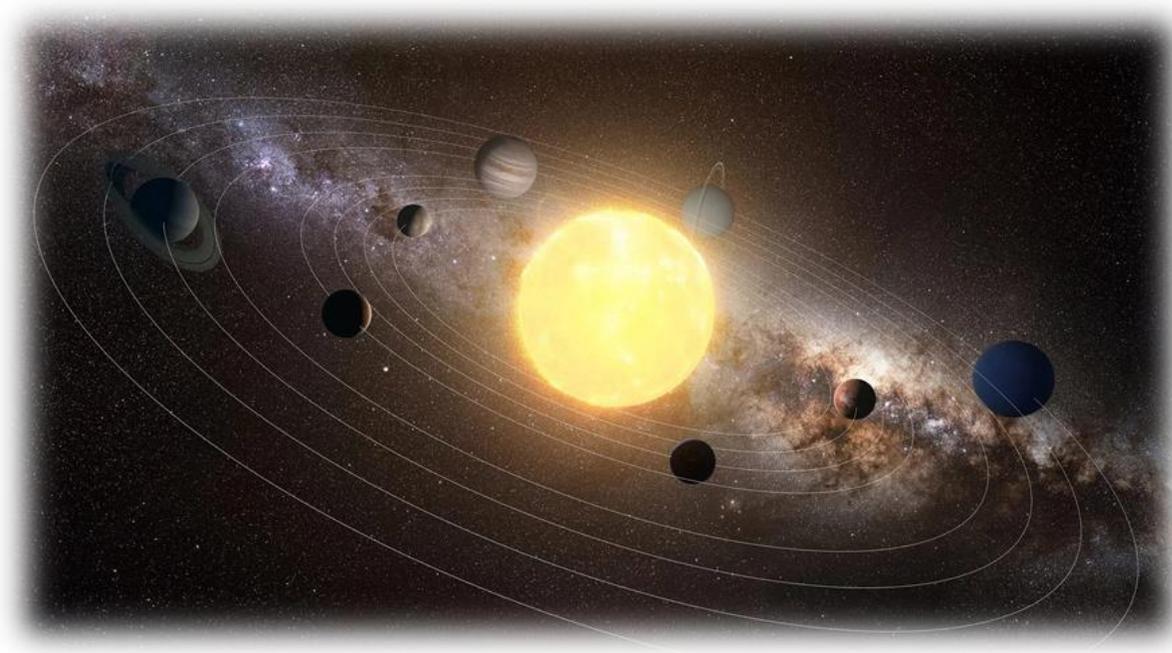


Первые



# Что такое космос и чем он заполнен?

**Космос — это бесконечное пространство, окружающее нашу планету и простирающееся в самые отдалённые уголки Вселенной. Он включает в себя все существующие звёздные системы, галактики, а также множество других объектов, таких как чёрные дыры, планеты, спутники и космическое излучение.**

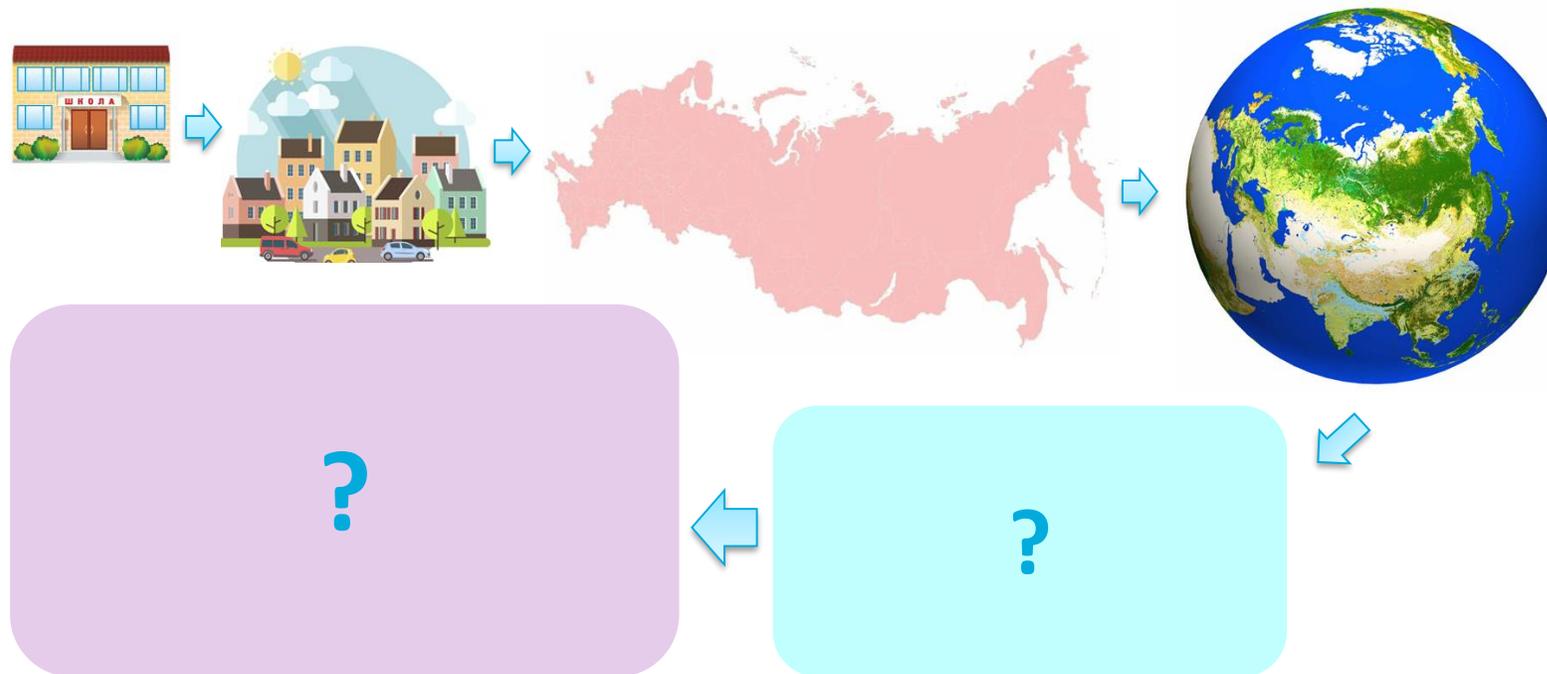


Первые



# Земля и космос

Каковы современные представления о положении Земли среди других космических тел?

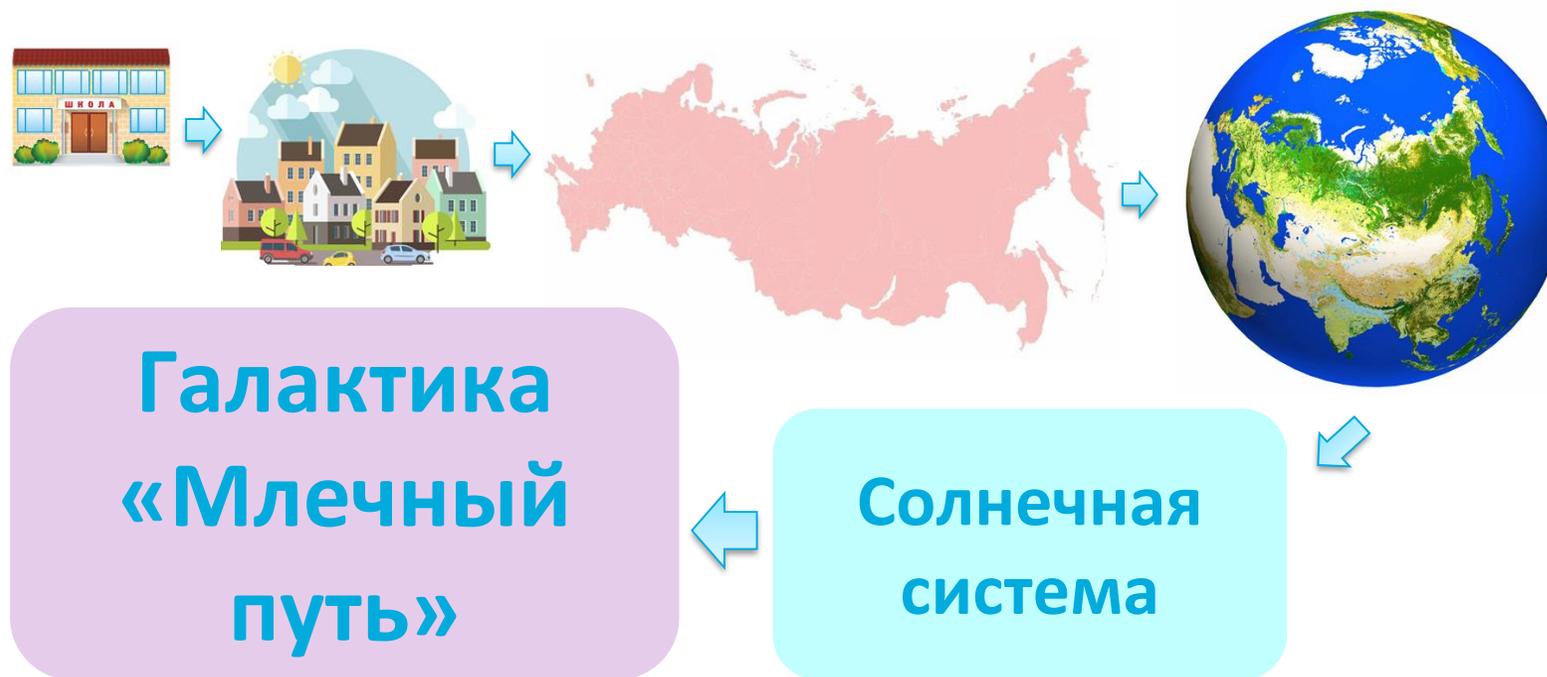


Первые



# Земля и космос

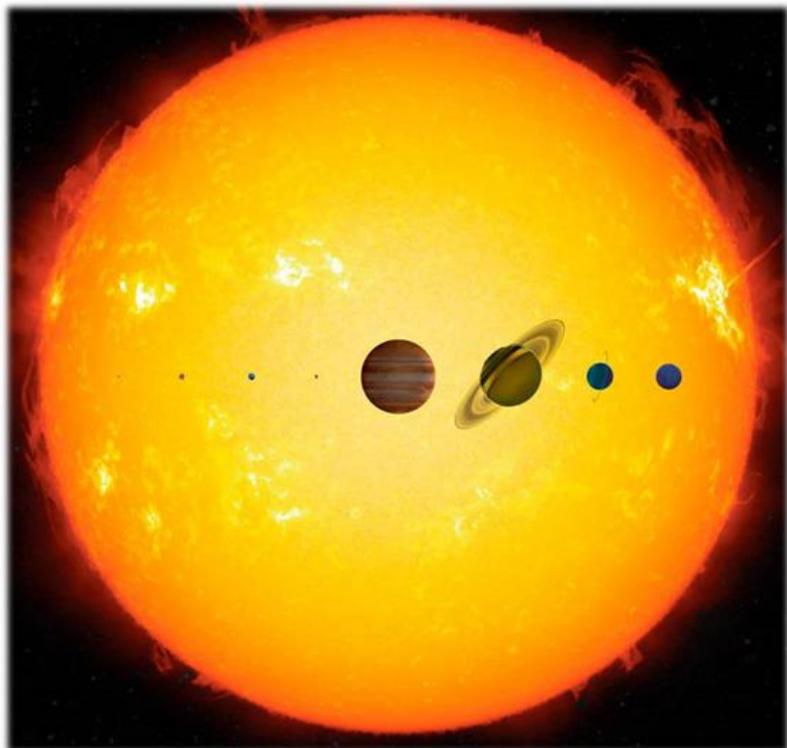
Каковы современные представления о положении Земли среди других космических тел?





# Солнечная система

**Солнечная система** — планетная **система**, включающая в себя центральную звезду Солнце и все естественные космические объекты на гелиоцентрических орбитах.



- **центральная звезда** – Солнце
- **8 больших планет:** Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, их спутники (около 200 шт.)



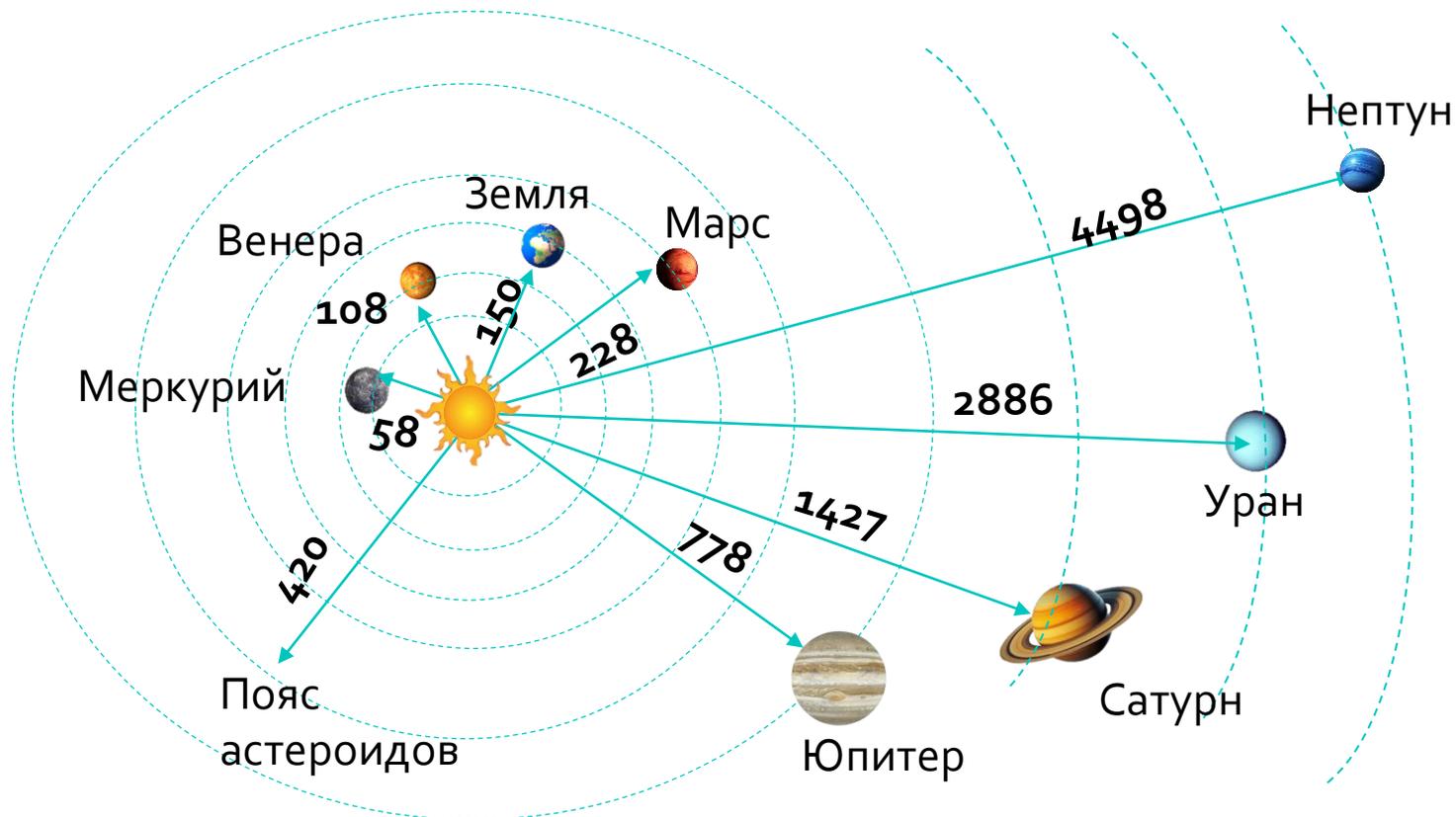
- **планеты-карлики** (Церера, Плутон, Хаумеа, Макемаке, Эрида, ...)
- **малые тела** (главный пояс астероидов, пояс Койпера, кометы из облака Оорта, метеоры, частицы колец планет) – более 400 тысяч штук размером  $> 1$  км

Первые



# Каковы размеры Солнечной системы?

Расстояния на рисунке даны в миллионах километров. Расстояние от Земли до Солнца также принимают 1 а.е (астрономических единица)



Скачайте приложение с другими полезными данными:

Android:



Apple:





# Задание 1

## 1. Сопоставьте размеры Земли, Солнца и Луны.

- Диаметр Солнца \_\_\_\_\_ КМ
- Диаметр Земли \_\_\_\_\_ КМ
- Диаметр Луны \_\_\_\_\_ КМ



## 2. Пусть диаметр модели Земли составляет 20 см. Какими размерами будут обладать модель Солнца и Луны? На каком расстоянии они будут располагаться в этом масштабе?

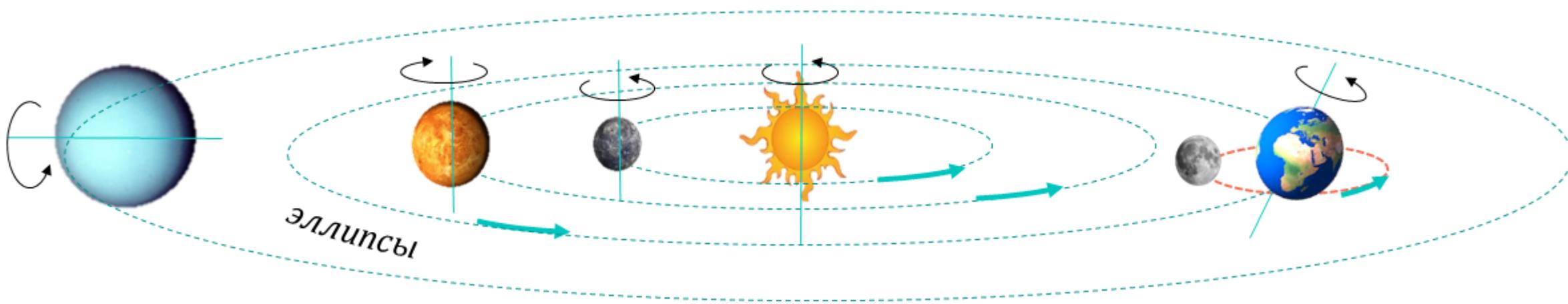
- Размер модели Солнца \_\_\_\_\_ см = \_\_\_\_\_ м
- Размер модели Луны \_\_\_\_\_ см = \_\_\_\_\_ мм
- Расстояние от модели Земли до модели Луны \_\_\_\_\_ м
- Расстояние от модели Земли до модели Солнца \_\_\_\_\_ м = \_\_\_\_\_ км

Первые



# Движение в Солнечной системе

- Солнце вращается вокруг своей оси в ту же сторону, в какую движутся планеты вокруг Солнца в плоскости эклиптики.
- Планеты также вращаются вокруг оси. Венера вращается вокруг своей оси с востока на запад. Ось вращения Урана лежит в плоскости орбиты.



**ПЛОСКОСТЬ ЭКЛИПТИКИ**

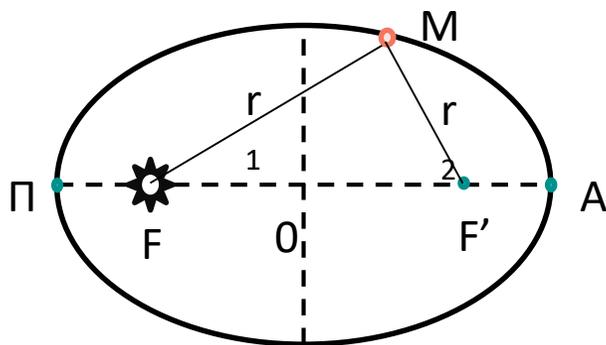
Первые



# По каким законам движутся небесные тела?

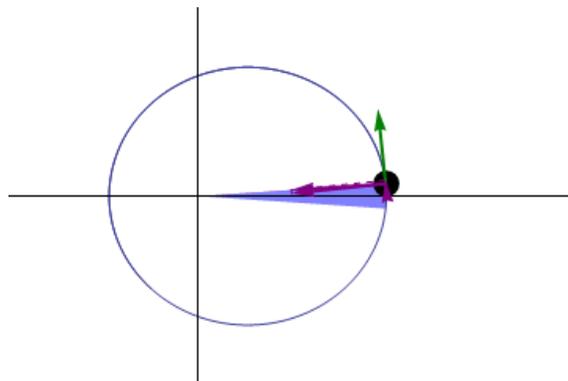
В конце XVI в. немецкий астроном И. Кеплер, изучая движение планет, открыл три закона их движения.

1. Каждая планета Солнечной системы движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.



Форма эллипса и степень его сходства с окружностью характеризуется отношением (1), где  $c$  - расстояние от центра эллипса до его фокуса,  $a$  - большая полуось.

2. За любые равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, заметает равные площади.



Эксцентриситет (1):

$$e = \frac{c}{a}$$

3. Квадраты периодов обращения  $T$  планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей  $a$  орбит планет.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}, \quad \begin{array}{l} \text{Можно принять} \\ T_2 = 1 \text{ земной год,} \\ a_2 = 1 \text{ а.е.} \end{array}$$

Утверждение справедливо также для спутников.



## Задание 2

### 1. Определите расстояние от Солнца до планет в а.е.

- Расстояние от Солнца до Марса \_\_\_\_\_ а.е.
- Расстояние от Солнца до Юпитера \_\_\_\_\_ а.е.
- Расстояние от Солнца до Сатурна \_\_\_\_\_ а.е.

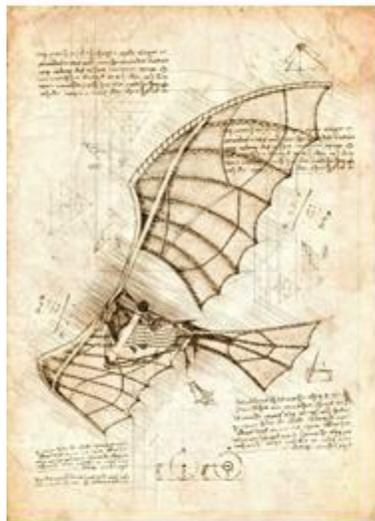
### 2. Определите период вращения планет вокруг солнца в земных годах. Период обращения Земли вокруг Солнца примите 1 год, расстояние от Земли до Солнца 1 а.е.

- Период обращения Венеры вокруг Солнца \_\_\_\_\_ з. года
- Период обращения Марса вокруг Солнца \_\_\_\_\_ з. года
- Период обращения Юпитера вокруг Солнца \_\_\_\_\_ з. года

Первые



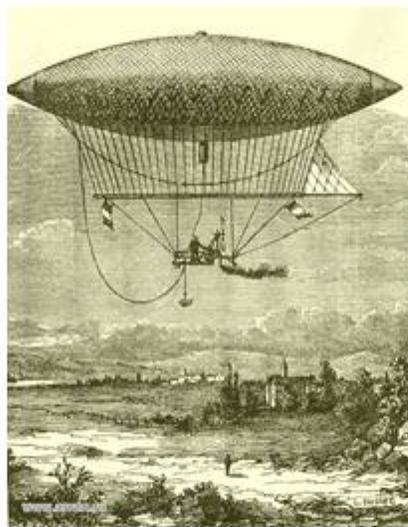
# Долгий путь к освоению космоса



15 век – чертежи летательных аппаратов Леонардо да Винчи



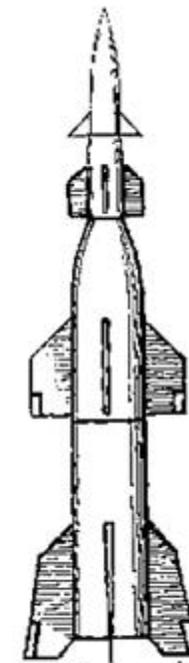
Первый воздушный шар братьев Монгольфье 1783 г.



Первый полёт на дирижабле совершил француз Анри Жиффар в 1852 году.



Первый самолёт братьев Вилбура и Орвилла Райт 1903 г.



Идеи первых многоступенчатых ракет Циолковского К.Э. и Кибальчича Н.И. 1903 г.

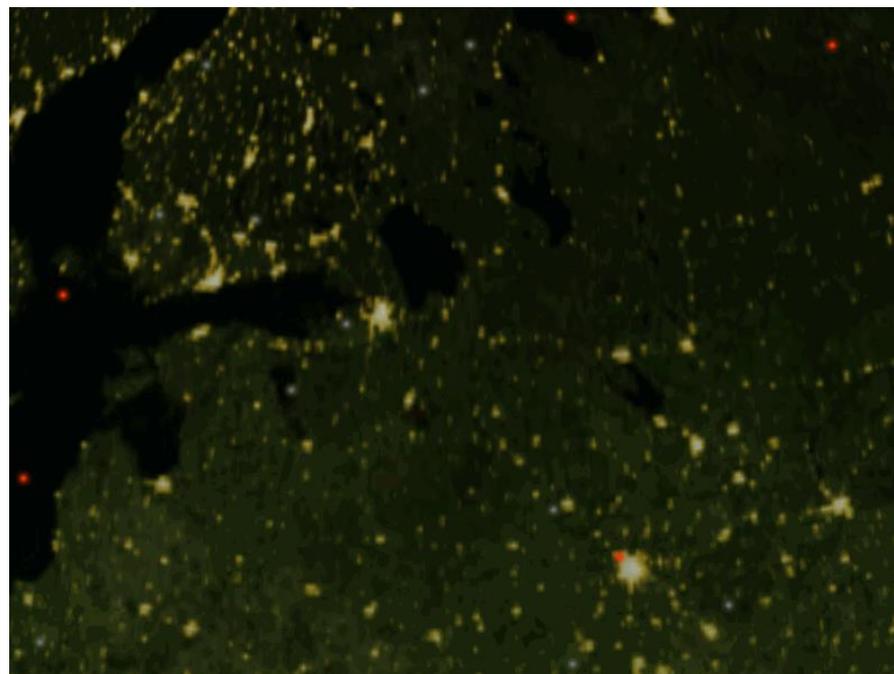
Первые



# Искусственные спутники

**Искусственный спутник Земли** – космический летательный аппарат, обращающийся вокруг планеты по геоцентрической орбите.

Искусственные спутники Земли помогают решать многие задачи современной астрономии, климатологии, разведки, навигации, естествознания



Ресурс  
мониторинга  
спутников:



Первые



# Виды искусственных спутников

*Космическая  
обсерватория  
«Спектр-РГ»*



*Дистанционное  
зондирование Земли*



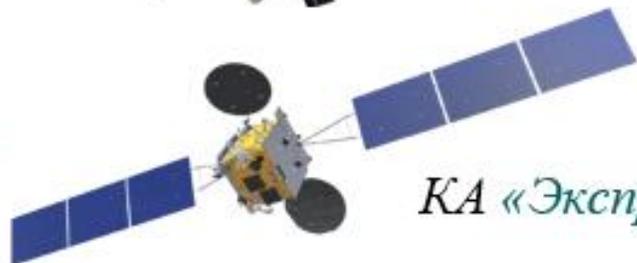
*КА серии  
«Канопус-В»*

*Связь, вещание и ретрансляция*

*Космические аппараты  
семейства «Ямал»*



*КА «Гонец – М»*



*КА «Экспресс»*

*Глобальная навигационная  
спутниковая  
система (ГЛОНАСС)*



*Малые космические аппараты*

*КА «Ярило»*



*КА «Сириус-Н5Е»*



Первые



# Принцип запуска спутника на орбиту

«Гора Ньютона» — это мысленный эксперимент, который впервые был проделан Исааком Ньютоном.

Ссылка



Если аппарат взлетает с Земли горизонтально (пренебрегаем сопротивлением воздуха):

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_{\oplus}}{R_{\oplus}}} \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} - \text{гравитационная постоянная}$$

$$v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{6,4 \cdot 10^6}} \approx 7,9 \left( \frac{\text{км}}{\text{с}} \right)$$

ПЕРВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ



## Задание 3

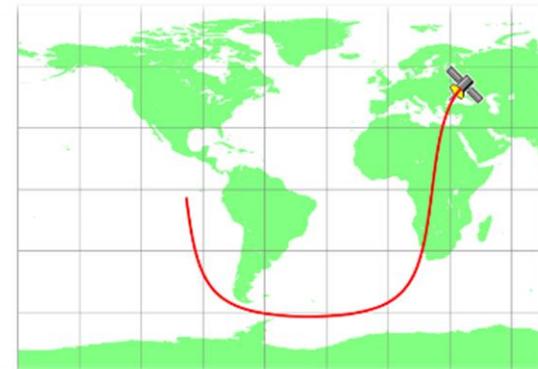
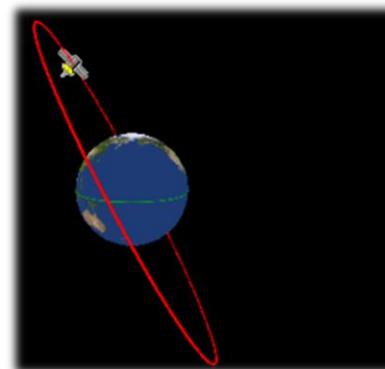
- 1. Рассчитайте по аналогичной формуле скорость движения Земли вокруг Солнца по орбите. Самостоятельно отыщите данные о массе Солнца**
  - Скорость движения Земли вокруг Солнца \_\_\_\_\_ км/с
- 2. Рассчитайте первую космическую скорость для различных небесных тел.**
  - Первая космическая для Луны \_\_\_\_\_ км/с
  - Первая космическая для Венеры \_\_\_\_\_ км/с
  - Первая космическая для Марса \_\_\_\_\_ км/с
  - Первая космическая для астероида Веста \_\_\_\_\_ км/с



# Типы орбит спутников

Орбиты спутников различаются по их назначению.

**Их классифицируют по нескольким параметрам** — это расположение относительно планеты, удаленность от поверхности и направление вращения относительно планеты.



**По расположению плоскости траектории движения спутников относительно Земли выделяют три типа орбит:**

- **Экваториальная** — лежит в плоскости экватора (круговая).
- **Полярная** — находится в плоскости окружности, соединяющей полярные области (эллиптическая).
- **Наклонная** — смещена под углом между экваториальной и полярной орбитами.

**В зависимости от высоты, занимаемой спутником над поверхностью планеты, орбиты подразделяют на пять типов:**

- **Высокая эллиптическая** — больше 35790 км над поверхностью Земли.
- **Геосинхронная (GSO) и геостационарная (GEO)** — 35790 км.
- **Средняя околоземная** — 2000–35790 км.
- **Низкая околоземная** — 160–2000 км (LEO).

Симулятор орбит



Первые



# Космические ракеты

**Конечная цель** у большинства ракет одна — придать космическому аппарату, находящемуся внутри носового обтекателя, начальную скорость, необходимую для выхода на орбиту.

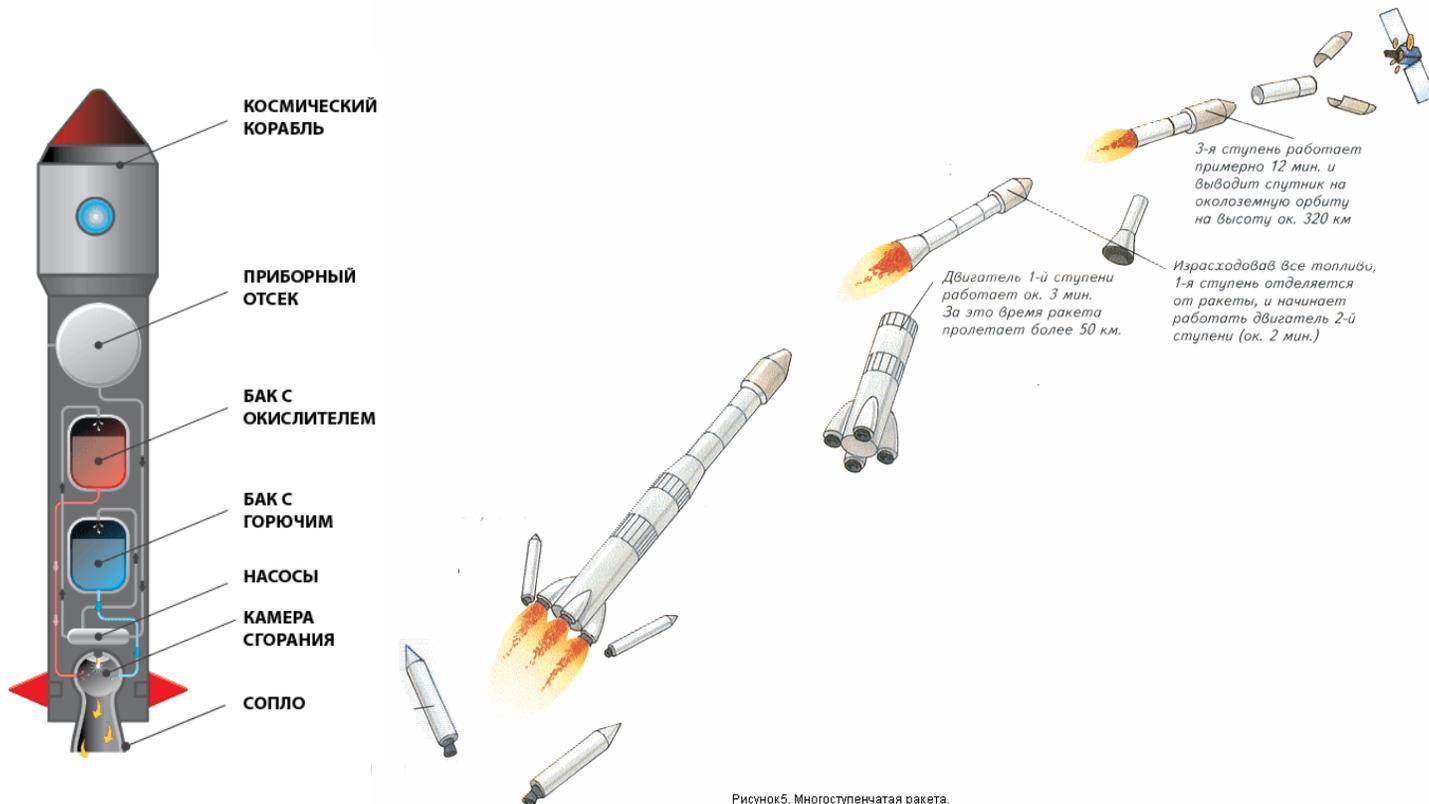


Рисунок 5. Многоступенчатая ракета.

## Современные ракеты





## Задание 4

1. Постройте ракету в симуляторе SPACE FLIGHT SIMULATOR, изучив пример выполнения.
2. Отправьте её в космос, включив двигатели на 100%.
3. Накреняйте ракету по мере приближения к линии Кáрмана (100 км) так, чтобы она летела после этого горизонтально.
4. Выйдите на орбиту вокруг Земли.



Скачать apk Android



Скачать Apple:

