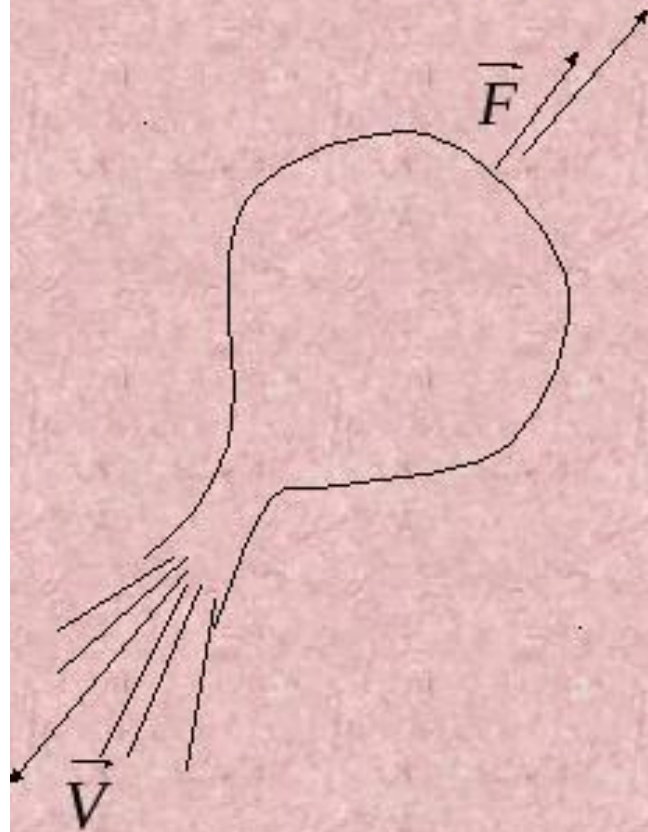




# Реактивное движение



Под реактивным движением понимают движение тела, возникающее при отделении некоторой его части с определенной скоростью  $V$  относительно тела. Например, при истечении продуктов горения из сопла реактивного летательного аппарата. При этом появляется так называемая реактивная сила  $F$ , толкающая тело.

# ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

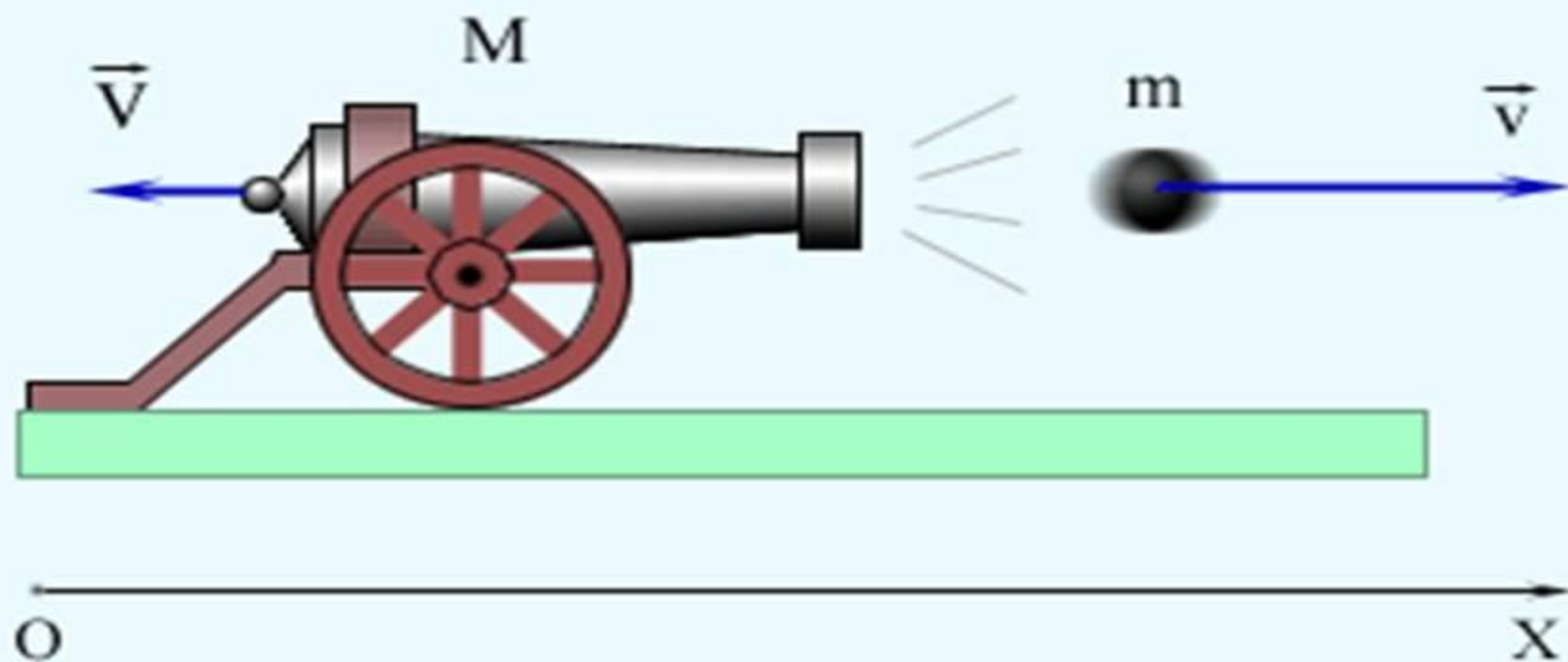
- Сумма импульсов тел до взаимодействия равна сумме импульсов тел после взаимодействия

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

В задачах рассматривается система из двух тел, внешние силы отсутствуют (*замкнутая система*)

# Примеры реактивного движения.

При стрельбе из орудия возникает **отдача** снаряд движется вперед, а орудие – откатывается назад. Снаряд и орудие – два взаимодействующих тела.









Бертольд Шварц





1995



Казімір  
Семяновіч  
(1600? - 1651??)



БЕЛАРУСЬ 1200  
BELARUS



1836  
Katal. Tit.  
8 un. Bl.  
232 S., 2 Bl.;  
peinl. Titel  
H. 16. S.  
2 un. Bl.  
3 (H. 30) Kupf. Tff.  
coll. R.

UND  
**Büchsenmeisterei, Kunst:**  
Siehe vor in Lateinischer Sprach beschrieben und  
mit Fleiß zusammen getragen



Von  
**CASIMIRO SIMIENOWICZ,**  
Königl. Majest. und der Cron Wohlgen General  
Feldzeugmeister Leutenant.

In die Hochteutsche Sprach übersetzt:  
Von  
**THOMA Leonhard Beeren / Lipsiens.**

Mit schönen Kupfern / und einem ganzen  
Neuen Theil vermehret



Durch  
**Daniel Erich / Stiefhaubtmann zu Franckfurt am Mayn.**



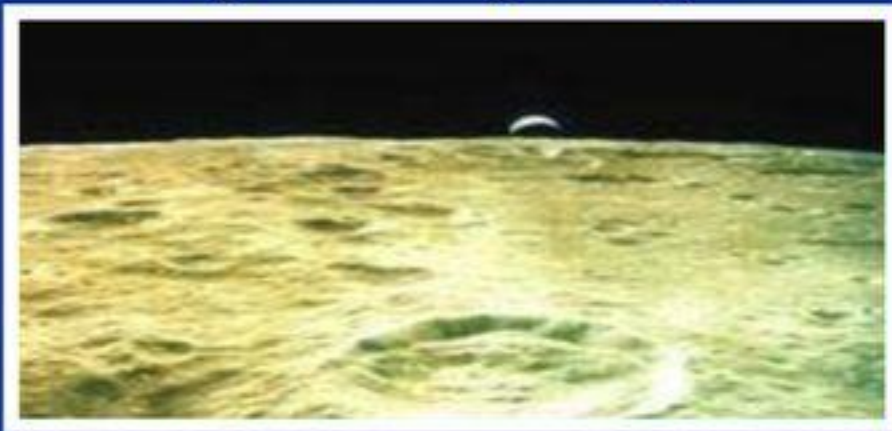






# *Николай Иванович Кибальчич 1853 - 1881*

**Инженер, изобретатель. В 1881 г.  
разработал проект реактивного  
летательного аппарата. Именем  
Кибальчича назван кратер на  
обратной стороне Луны.**





Константин Эдуардович

Циолковский

**1857 - 1935**



# Формула Циолковского

$$M = m \cdot \left( e^{\frac{v}{v_0}} - 1 \right)$$

$M$  - масса топлива

$m$  - масса ракеты без топлива

$v$  - скорость ракеты

$v_0$  - скорость, с которой продукты горения вылетают из ракетного двигателя

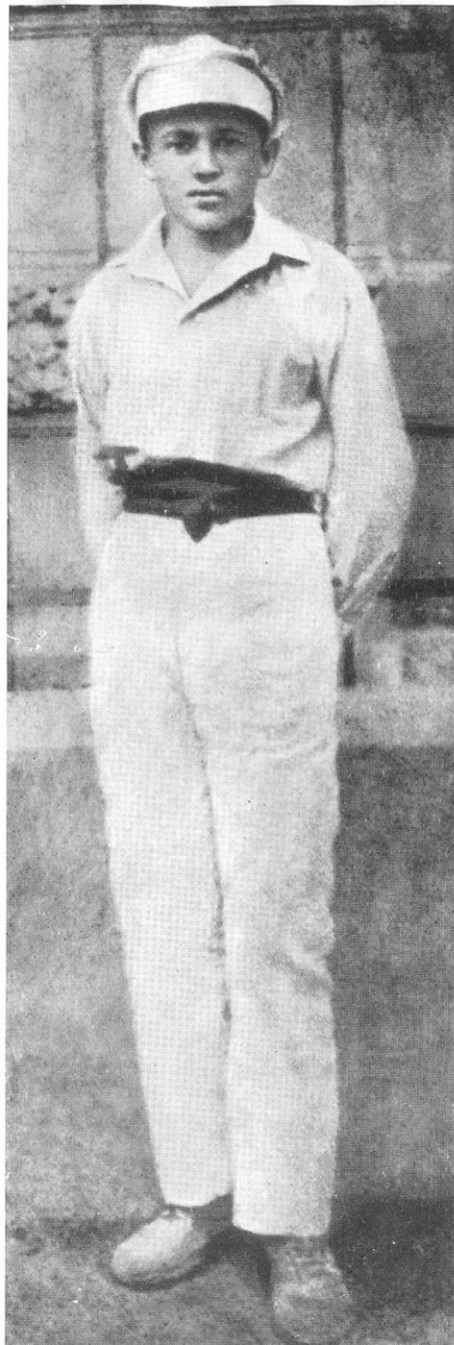






Проект 1903 года      Чертеж К.Э. Циолковского













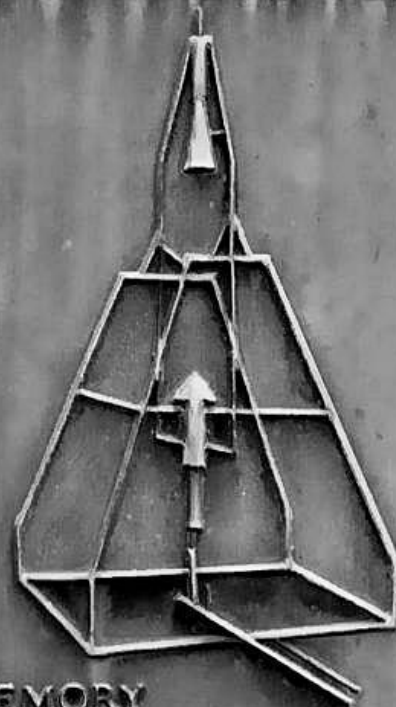
Роберт Хоггард, март 1926



# DR. ROBERT H. GODDARD PARK

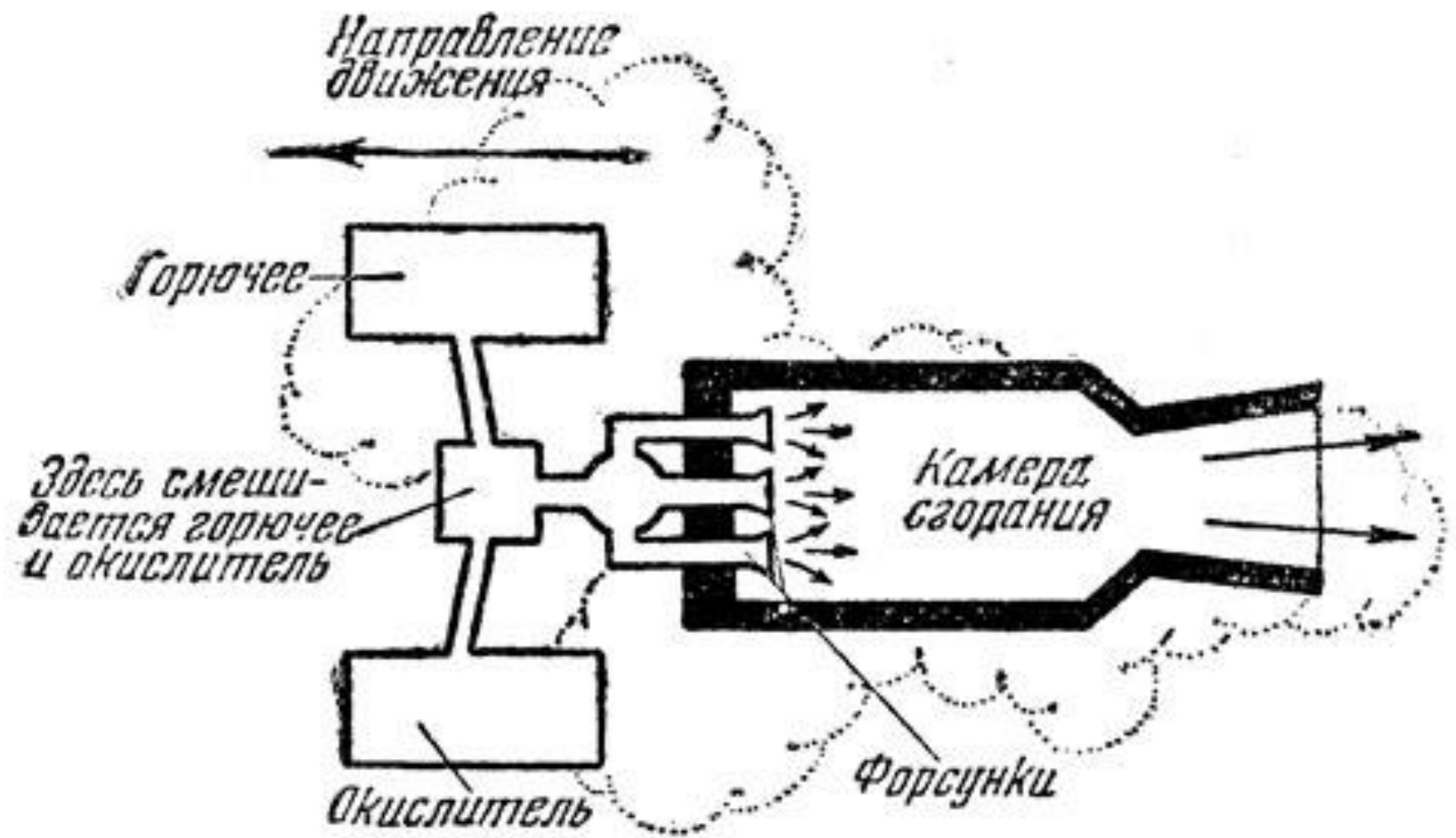


FIRST LIQUID  
PROPELLANT ROCKET  
LAUNCHED IN AUBURN  
MASS., MAR. 16, 1926  
BY R. H. GODDARD



THIS PARK DEDICATED TO HIS MEMORY  
BY THE ROTARY CLUB OF AUBURN

1970

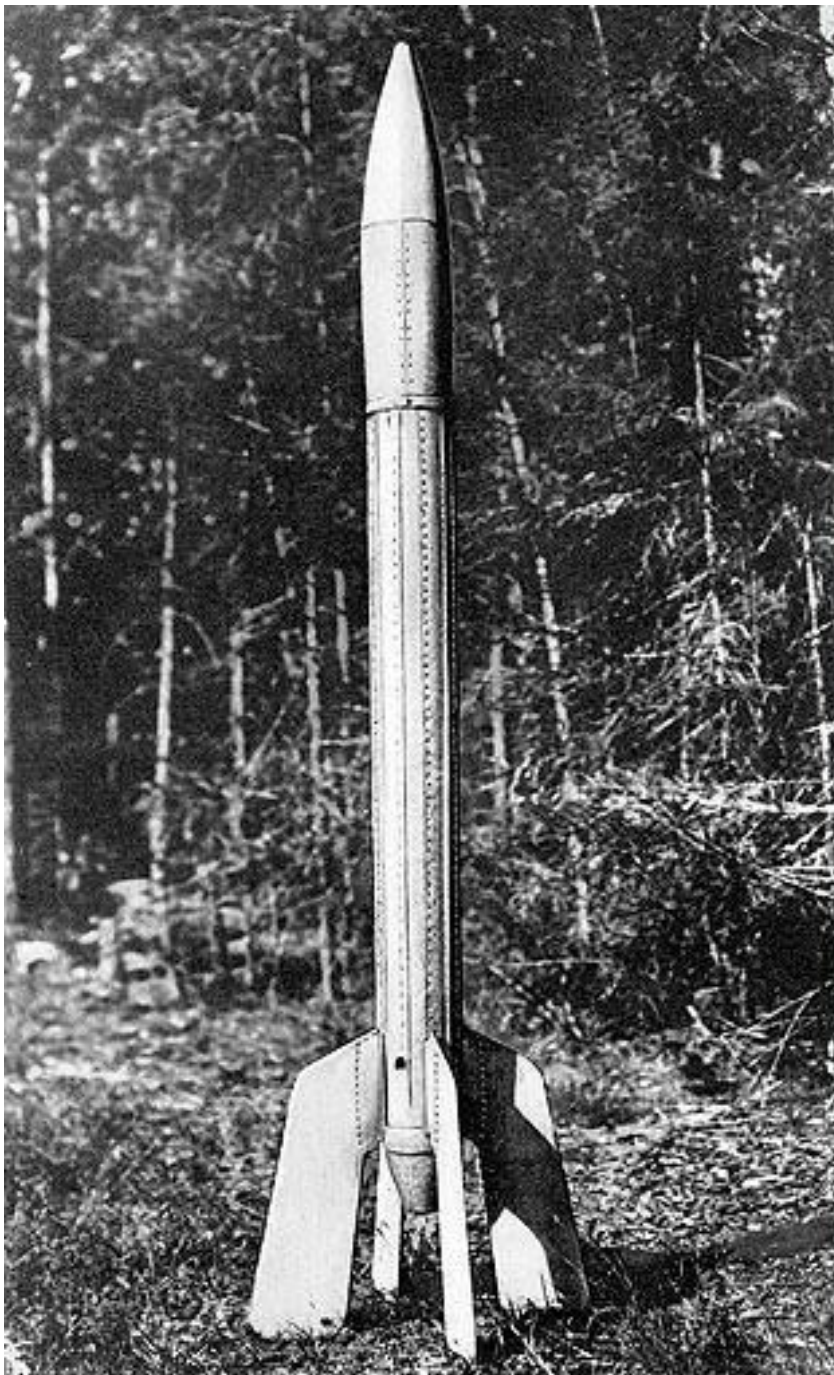






Цандер Фридрих Артурович

**1887 - 1933**

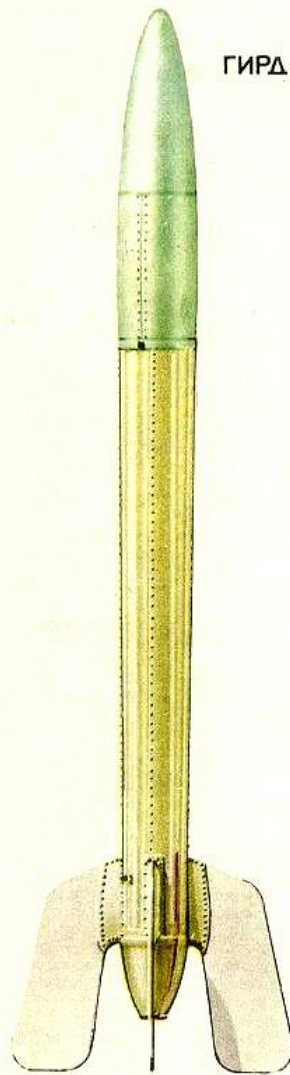




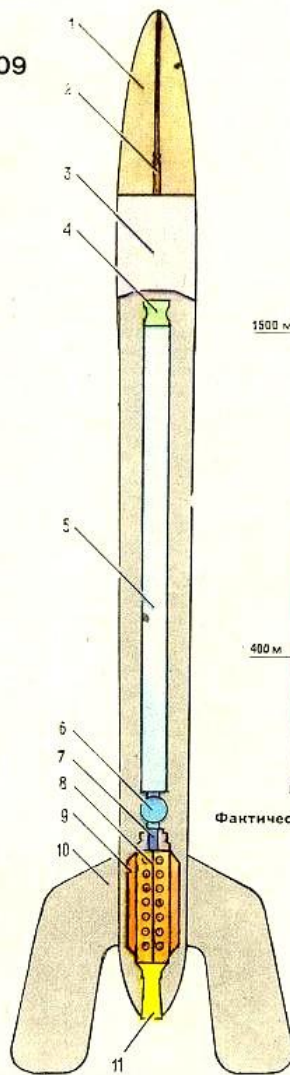
**Подготовка к запуску ракеты 09.  
С.П. Королев, Н.И. Ефремов, Е.М. Матысик.**

Нахабино. 1933 г.  
РГАНТД. Ф.38 оп.6 д.1.

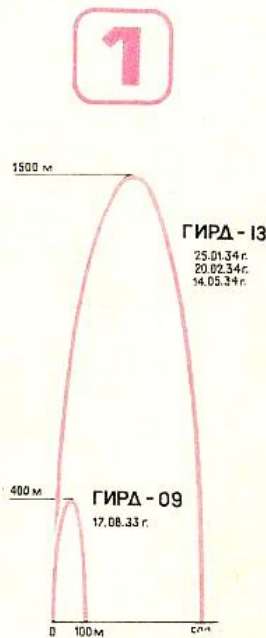
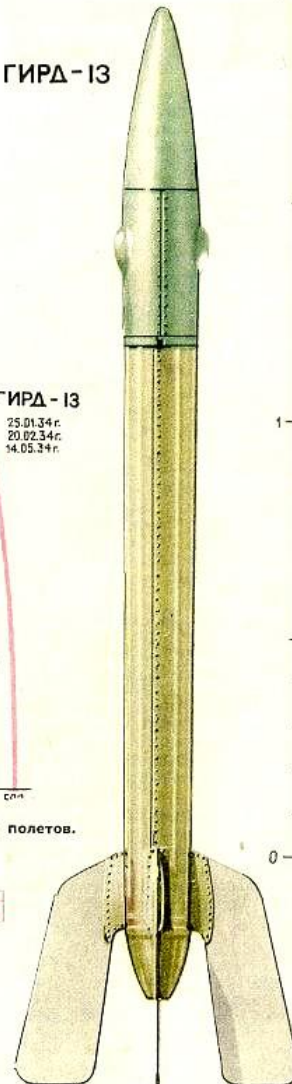




ГИРД-09

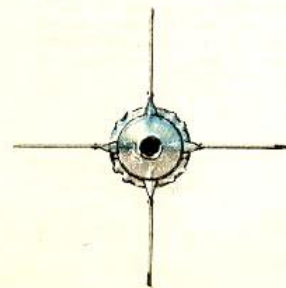


ГИРД-13



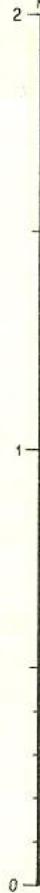
Фантастическая траектория полетов.

1



Экспериментальные ракеты	ГИРД Р-1(09)	ГИРД 13	РНИИ
Стартовая масса, кг . . .	18,95	20	20
Масса полезного груза, кг . . .	6,2	5	5
Масса топлива, кг . . .	4,93	4,25	4,25
Тяга двигателя, Н . . .	497	637	637
Удельный импульс, с . . .	164	191	191
Полная длина, мм . . .	2405	2457	2457
Диаметр мишеля, мм . . .	180	180	180
Размах стабилизатора, мм	630	640	640
Характеристическая скорость, м/с . . .	275	265	265
Расчетная высота полета, км . . . . .	5	4,5	4,5

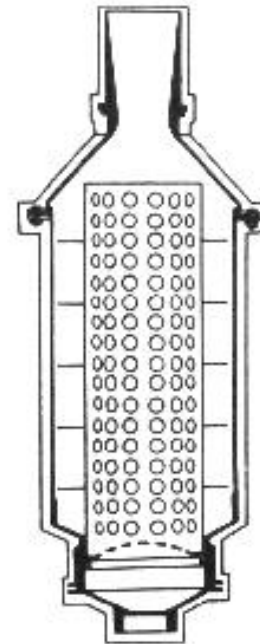
На схеме цифрами обозначены:  
1 — парашютная головка, 2 — сбрасыватель парашюта, 3 — приборный отсек, 4 — дренажно-предохранительный клапан, 5 — бак с жидким кислородом, 6 — кран, 7 — шайба-форсунка, 8 — камера сгорания, 9 — заряд сжатого бензина, 10 — стабилизатор, 11 — сопло.





## Ракетный двигатель 09

Разработан М. К. Тихонравовым в 1932–1933 гг. в ГИРД.



- Топливо — жидкий кислород
  - окислитель — жидкий бензин (желеобразный
  - горючее — раствор канфарин в бензине)
- Все горючее размещалось непосредственно в камере сгорания между стенок камеры и центральной трубкой с отверстиями.
- Падание кислорода — избыточное, давлением пара кислорода
  - Тяга — 0,4 кН
  - Время работы — до 20 с

Двигатель однократного действия.  
17 августа 1933 г. впервые в СССР с двигателем 09 состоялся пуск ракеты «ГИРД-09», достигшей высоты около 400 м. Стендовые испытания начаты в мае 1933 г.

Первый в мире двигатель, работавший на топливе смешанного агрегатного состояния (ракетный двигатель на гибридном топливе).







~~943~~

90438. Глушко, В. П.







# Звуки спутника









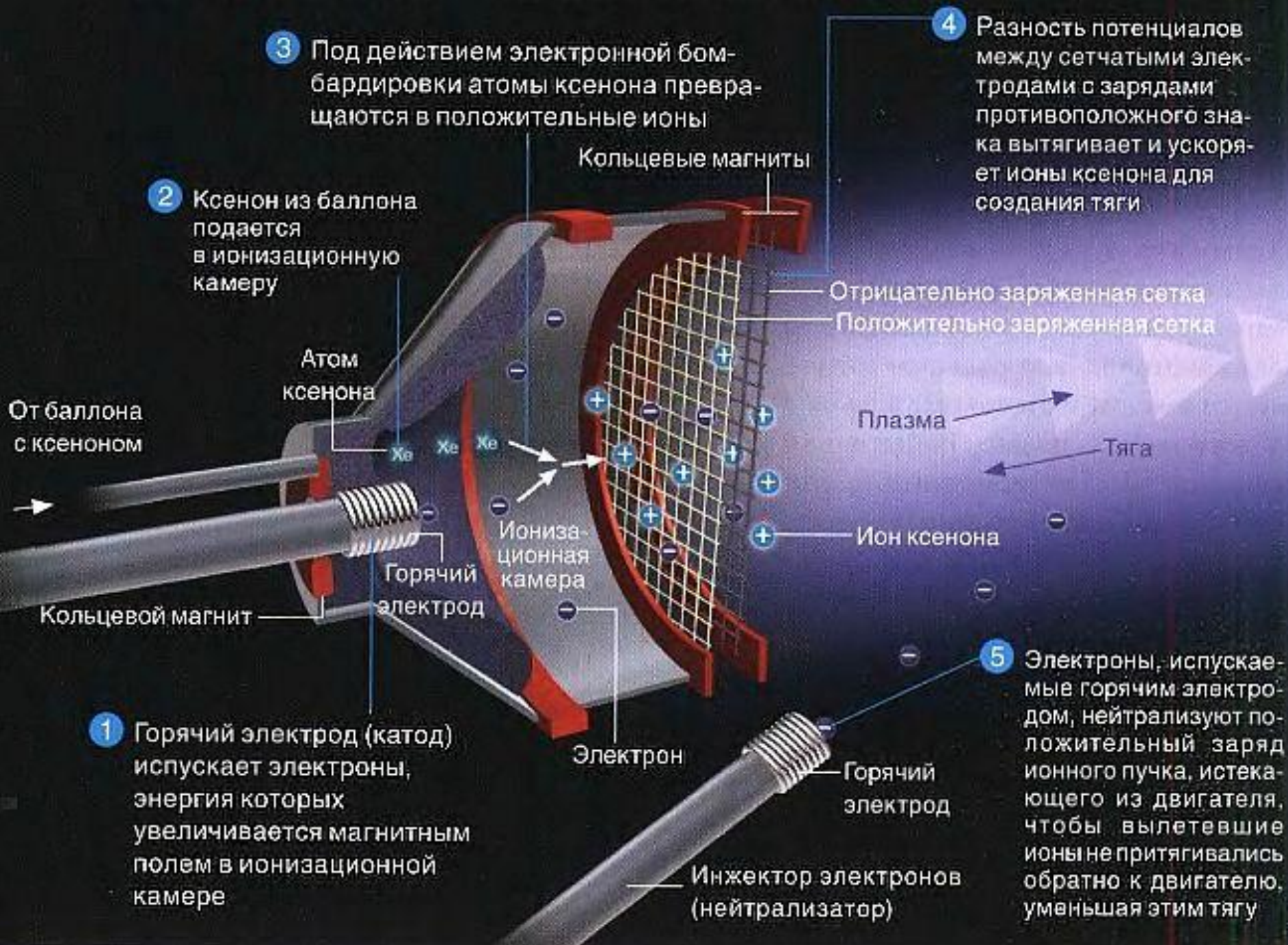












**3** Под действием электронной бомбардировки атомы ксенона превращаются в положительные ионы

**2** Ксенон из баллона подается в ионизационную камеру

**4** Разность потенциалов между сетчатыми электродами с зарядами противоположного знака вытягивает и ускоряет ионы ксенона для создания тяги

От баллона с ксеноном

Атом ксенона

Кольцевые магниты

Отрицательно заряженная сетка  
Положительно заряженная сетка

Плазма

Тяга

Ионизационная камера

Ион ксенона

Горячий электрод

Электрон

**5** Электроны, испускаемые горячим электродом, нейтрализуют положительный заряд ионного пучка, истекающего из двигателя, чтобы вылетевшие ионы не притягивались обратно к двигателю, уменьшая этим тягу

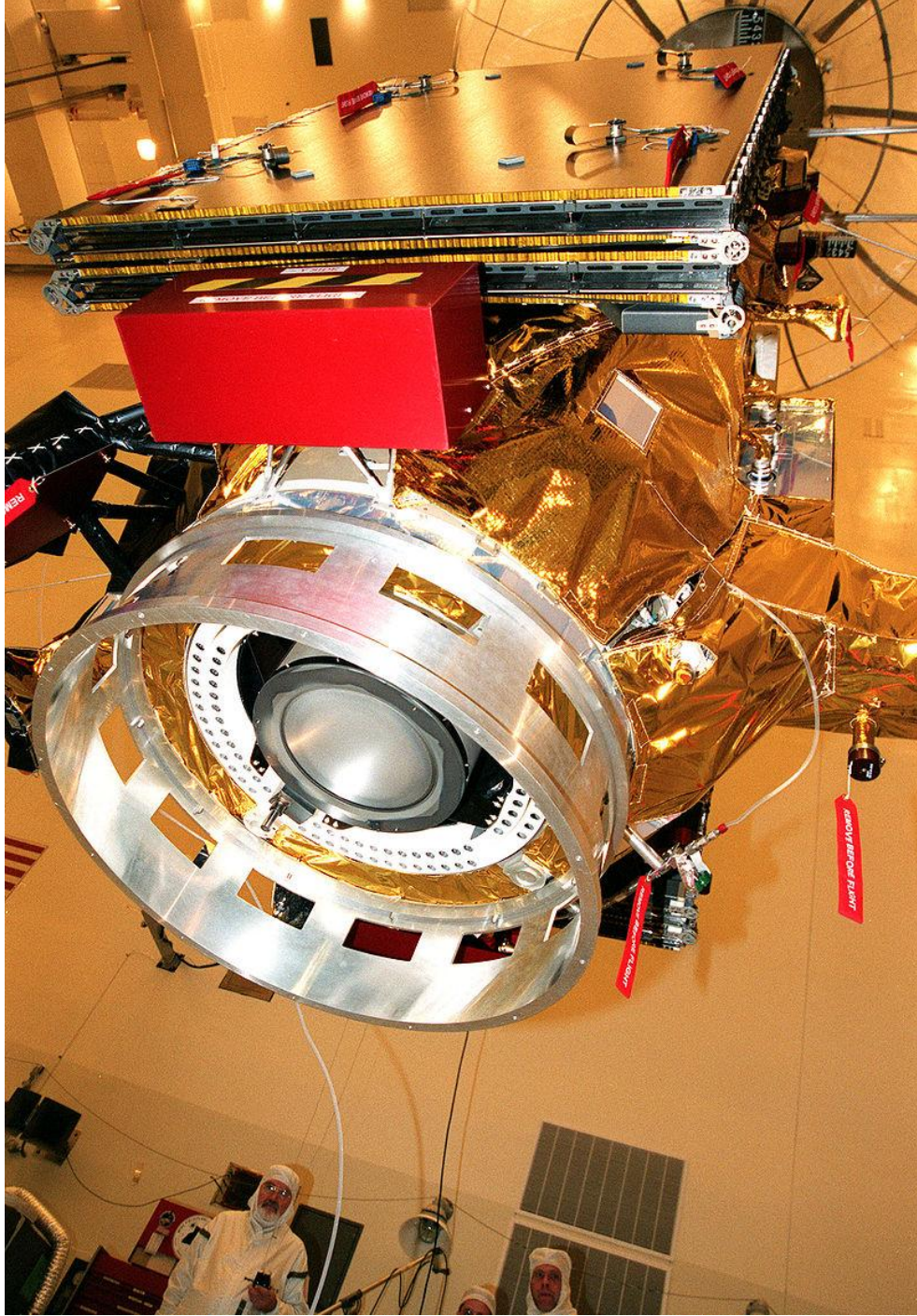
**1** Горячий электрод (катод) испускает электроны, энергия которых увеличивается магнитным полем в ионизационной камере

Кольцевой магнит

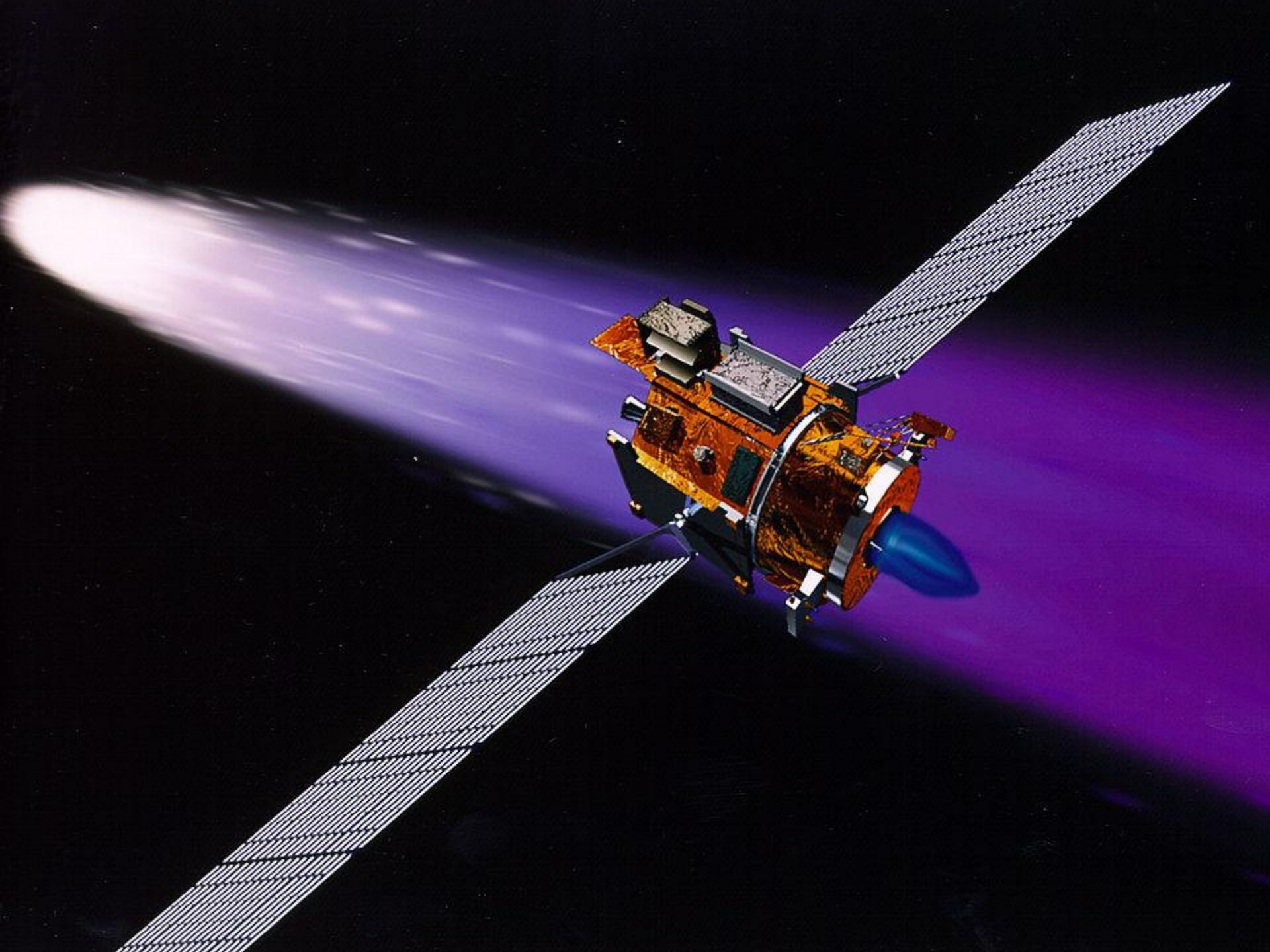
Горячий электрод

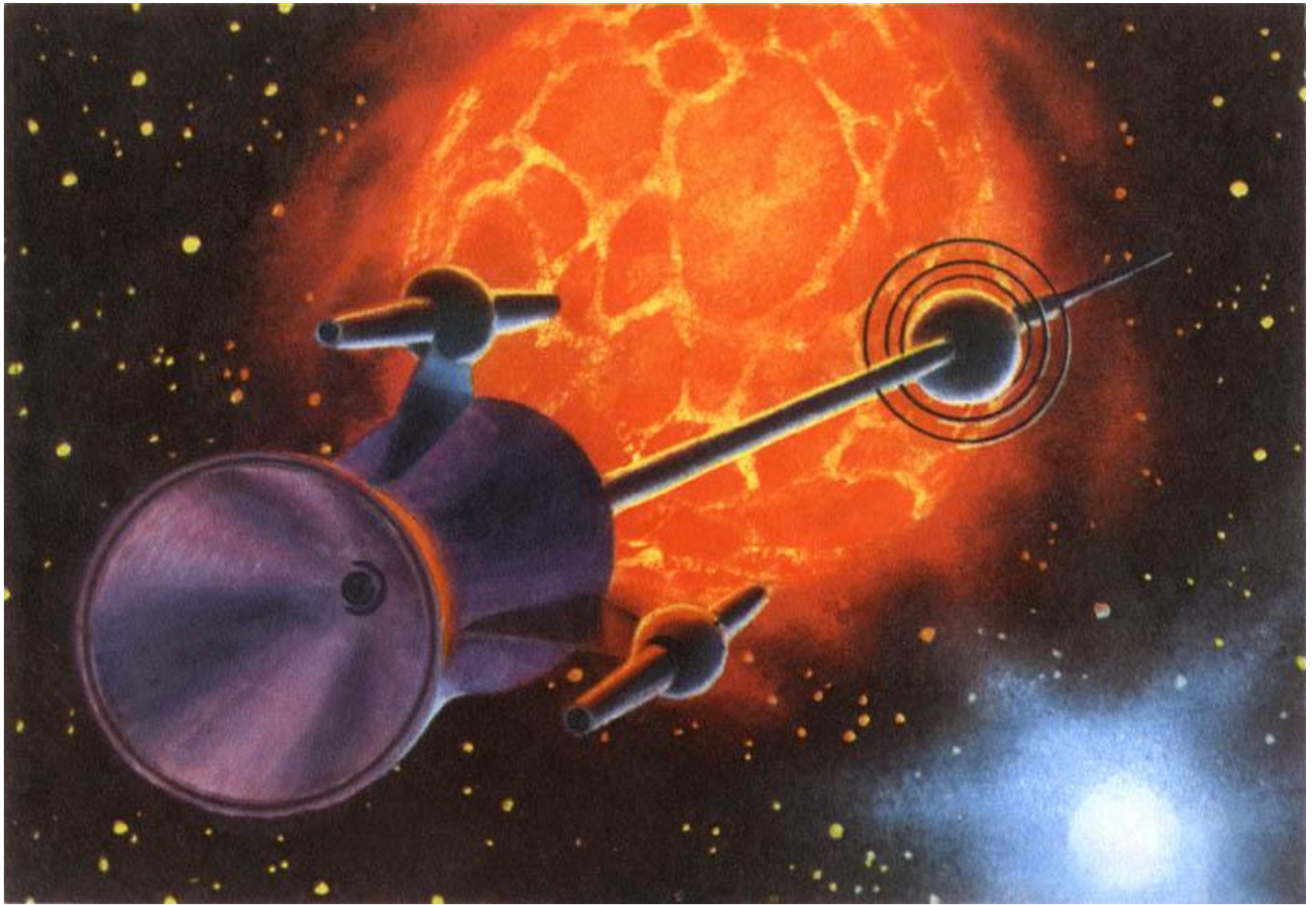
Инжектор электронов (нейтрализатор)



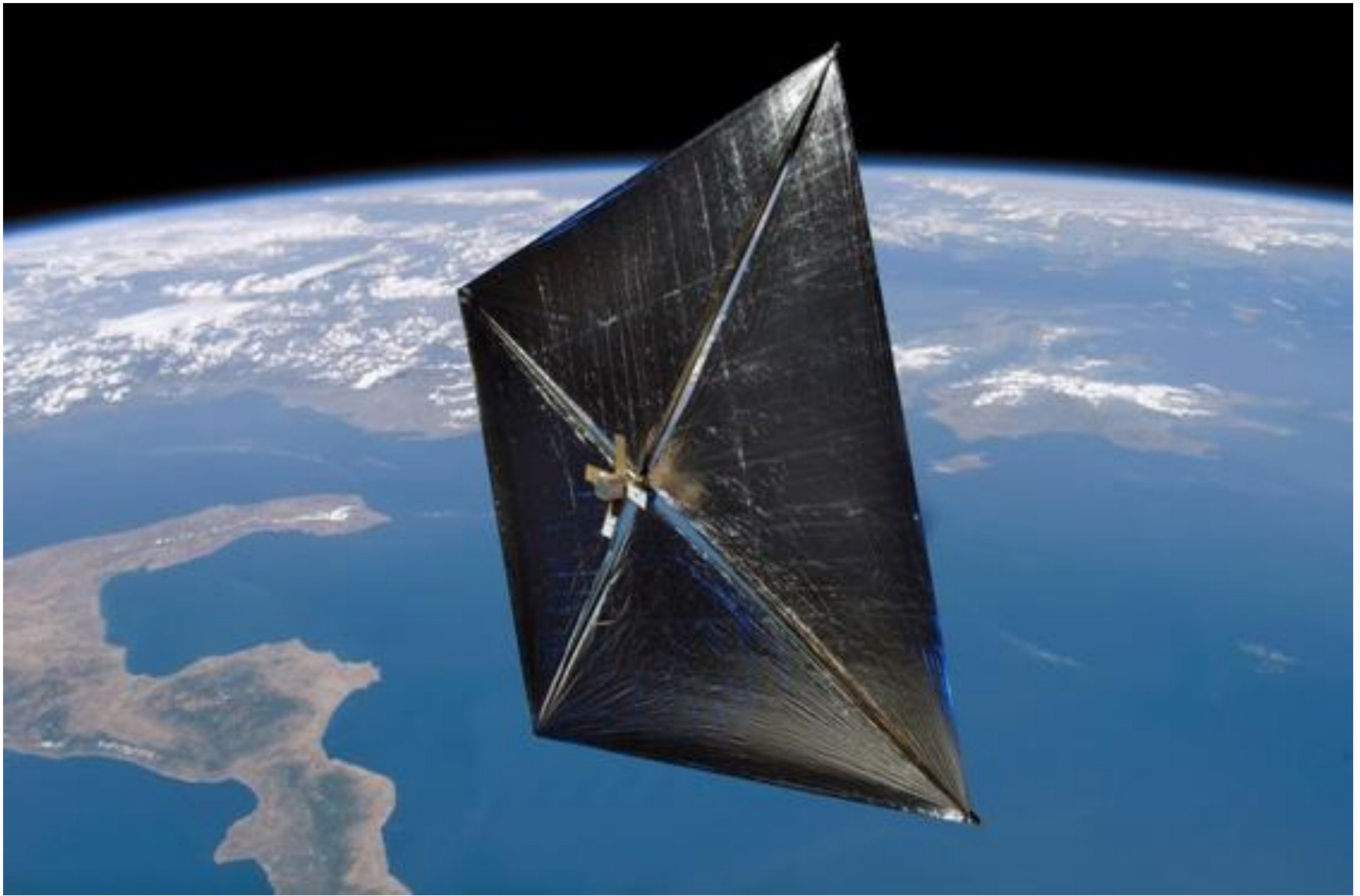














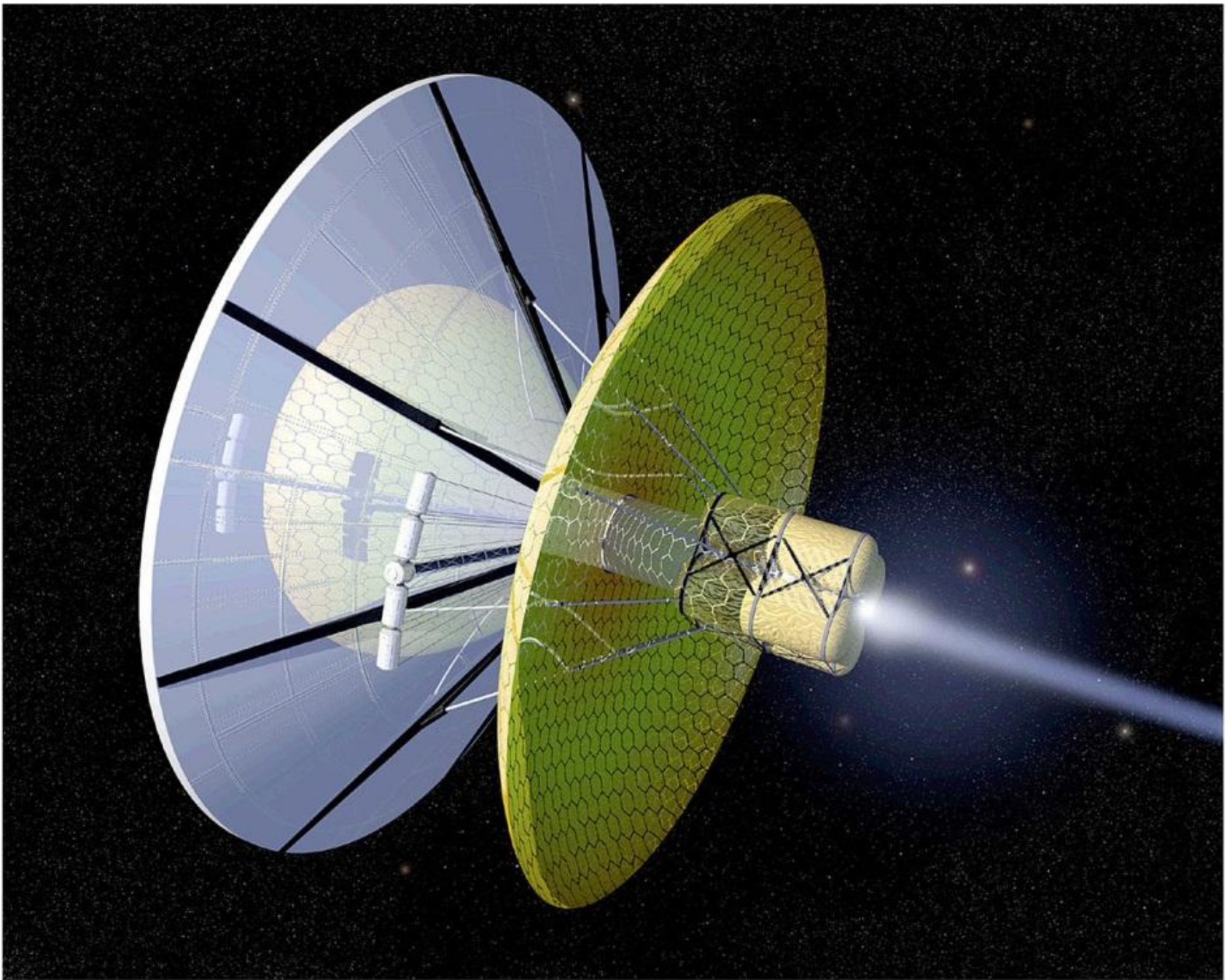







*Физик Мигель Алькубьерре разработал модель варп-двигателя после просмотра эпизода «Звездного пути».*







"Планета есть  
колыбель разума, но  
нельзя вечно жить в  
колыбели"