# ИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Выполнил:
Аракелян Левон студент гр. ДЛ5-39

# Определение

- **Ионный двигатель** — тип электрического ракетного двигателя, принцип работы которого основан на создании реактивной тяги на базе ионизированного газа, разогнанного до высоких скоростей в электрическом поле

# Технические характеристики

- Потребляемая мощность 1—7 кВт
- Скорость истечения ионов 20—50 км/с
- Тяга 20—250 мН, КПД 60—80 %
- Время непрерывной работы более трёх лет

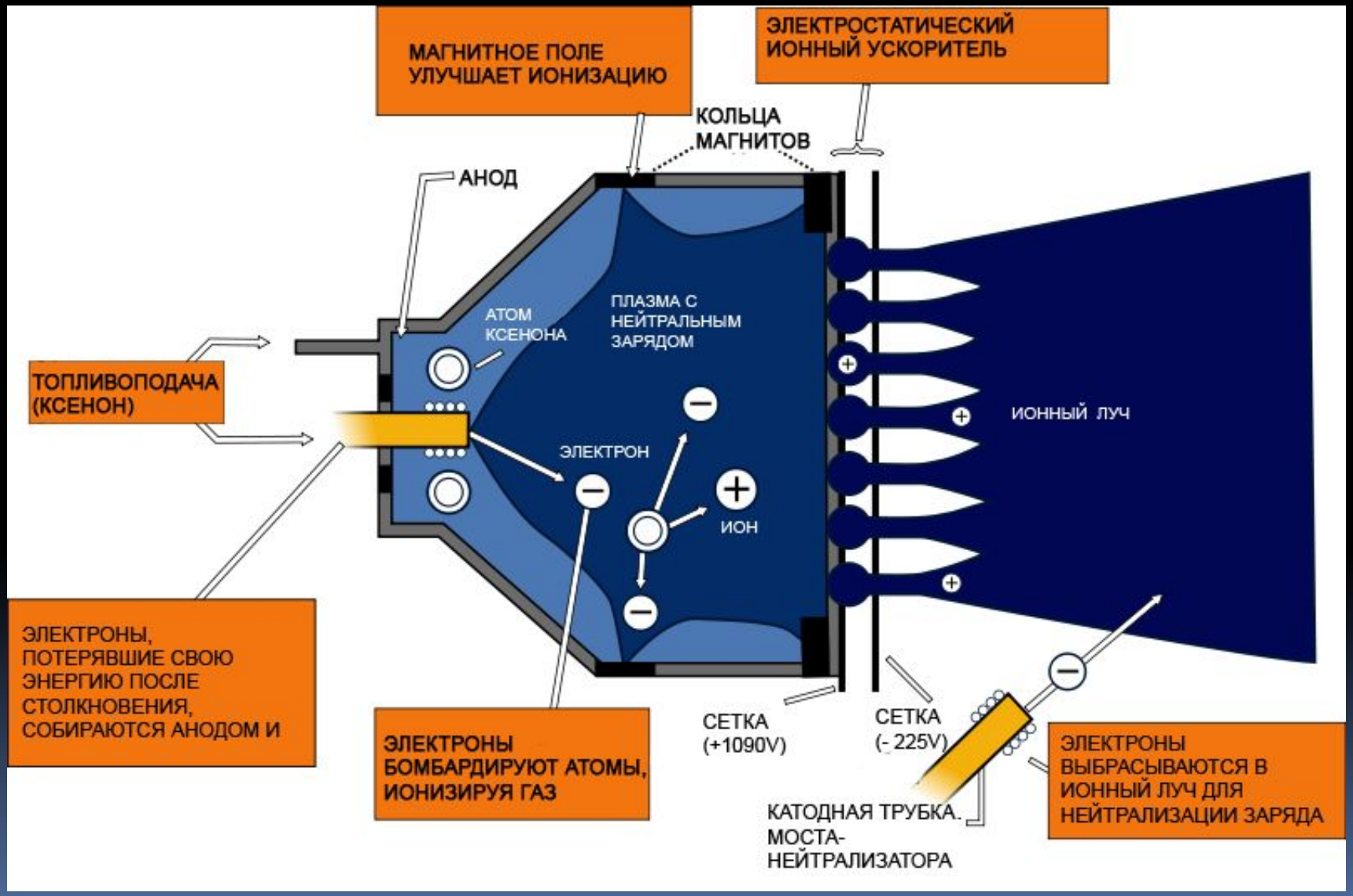
# Преимущества

- Малый расход топлива
- Продолжительное время функциониро-вания (максимальный срок непрерывной работы самых современных образцов ионных двигателей составляет более трёх лет)

# Недостатки

- Очень слабая тяга (от 20 до 250 мН)
- Нет возможности использовать ионные двигатели, как стартовые
- Очень длительный разгон до необходимой скорости

# Конструкция ионных двигателей



# Область применения

- Управление ориентацией и положением на орбите искусственных спутников Земли (некоторые спутники оснащены десятками маломощных ионных двигателей) и использование в качестве главного тягового двигателя небольших автоматических космических станций

# Deep Space 1

Deep Space 1 -

Экспериментальная автоматическая межпланетная станция (АМС), запущенная 24 октября 1998 года ракетой-носителем «Дельта-2» как часть программы НАСА «Новое Тысячелетие». Основной целью полёта было испытание образцов новейших технологий, способных значительно снизить стоимость и риски космических проектов.

# Технологии Deep Space 1

- **Ионный двигатель** электростатического типа.
- **Autonav** — автономная система навигации, сводящая к минимуму необходимость корректировки движения аппарата с Земли, а также способная наводить на цели фотоаппаратуру зонда.
- **MICAS** — малогабаритная, лёгкая видеосистема, объединяющая цифровую фотокамеру и спектрометр.

# Итоги деятельности Deep Space 1

- Аппарат «Deep Space 1» успешно выполнил основную цель полёта и начал выполнение дополнительных задач: сближение с астероидом Брайль и кометой Борелли, передав на Землю значительный объём ценных научных данных и изображений. Программа «Deep Space 1» была признана оконченной 18 декабря 2001 года.

# SMART-1

- SMART-1 — первая автоматическая станция Европейского космического агентства для исследования Луны. Аппарат создан по заказу ЕКА Шведской космической корпорацией при участии почти 30 субподрядчиков из 11 европейских стран и США.

# Задачи полета

- SMART-1 — первый аппарат в программе «Small Missions for Advanced Research in Technology» — создавался прежде всего как экспериментальная АМС для отработки перспективных технологий и в первую очередь — электрореактивной двигательной установки для будущих миссий к Меркурию и Солнцу. Испытания новых технологий удачно совмещаются с решением научных задач — исследованием Луны. Ранее аналогичные научно-экспериментальные АМС уже запускались НАСА - Deep Space 1.

# Технологии SMART-1

- Главной технологиией АМС является солнечная электрическая ДУ PPS-1350-G. В её состав входят холловский электростатический двигатель, созданный на основе двигателя СПД-100 производства ОКБ «Факел» , система подачи и распределения электропитания и запас рабочего тела (ксенона) — 82 кг.

- Ускорение ионов происходит за счёт эффекта Холла. Двигатель с кольцеобразной керамической камерой внешним диаметром 100 мм и внутренним 56 мм развивает тягу до 70 мН при удельном импульсе 16400 м/с. Рабочее напряжение двигателя — 350 В, ток — 3,8 А, потребляемая мощность — 1350 Вт, расход рабочего тела — 4,2 мг/с, КПД — 51 %. Двигатель оснащён двухстепенным механизмом поворота, позволяющим сохранять правильное направление вектора тяги по мере израсходования рабочего тела.

- Среди других технологических экспериментов стоит упомянуть аппаратуру KaTE (X/Ka-band Telemetry and Telecommand Experiment) для высокоскоростной связи и управления в диапазонах X (7/8 ГГц) и Ka (32/34 ГГц), бортовое ПО автономной навигации OBAN (On Board Autonomous Navigation) для определения положения КА в космосе, литий-ионную модульную бортовую аккумуляторную батарею и эксперимент с лазерной связью.3 сентября 2006 года аппарат завершил свою миссию. Он был сведён с орбиты и разрушился при ударе о поверхность Луны.

# Dawn

**Dawn -** автоматическая межпланетная станция (АМС) , запущенная НАСА 27 сентября 2007 года для исследования астероида Веста и карликовой планеты Цереры.

- «Dawn» стал первой миссией по исследованию с орбиты более одного небесного тела, первым аппаратом, работавшим на орбите астероида главного пояса (с 2011 по 2012 г.) и первым на орбите карликовой планеты (с 2015 г. по настоящее время). АМС оборудована тремя ксеноновыми ионными двигателями NSTAR производства компании L-3 Communications, разработанными на основе образца, испытанного на зонде Deep Space 1. Они установлены в нижней части аппарата: один вдоль оси, ещё два — на передней и задней панелях.

- Принцип работы — ускорение в электрическом поле ионов ксенонового топлива (до скорости, почти в 10 раз большей, чем в обычных химических двигателях). Каждый двигатель размером 33 см (длина) на 30 см (диаметр сопла) и массой 8,9 кг имеет тягу 19-92 мН и удельный импульс 3200-1900 с. Ускорение и торможение обеспечиваются за счёт регулирования электрической мощности (от 0,5 до 2,6 кВт, которые подаются непосредственно от солнечных батарей при напряжении от 80 до 160 В) и уровня подачи топлива.

- Движение осуществляется посредством работы одного из трёх двигателей. При нормальной работе ионные двигатели «Dawn» обеспечивают прирост в скорости на 97 км/ч за каждые 4 дня. Суммарная расчетная продолжительность работы трех двигателей — примерно 2000 дней, в том числе 1885 дней до прибытия на орбиту Цереры. Ксенон был выбран в качестве топлива, потому что он химически инертен, легко хранится в сжатом виде и имеет достаточно большую атомную массу, чтобы обеспечивать большую тягу по сравнению с другими веществами. Топливо расходуется экономично — 3,25 мг/с  при максимальной интенсивности работы.

# Итоги миссии

- Миссия была закончена в июле 2016 года. Данные, полученные «Dawn», выявили чрезвычайно разнообразную морфологию поверхности Весты: обнаружены впадины, хребты, утесы, холмы и очень большая гора. Зарегистрирована сильная дихотомия, то есть принципиальная разница между северным и южным полушариями.

- Северное старше и сильнее изрыто кратерами, тогда как южное более яркое и гладкое, имеет базальтовую литологию и как минимум вдвое моложе северного: его возраст оценивается в 1-2 млрд лет, тогда как у самых старых элементов рельефа Севера — ненамного меньше 4 млрд лет. К моменту завершения основной миссии аппарат преодолел в общей сложности 5,6 млрд км, совершив 2450 оборотов по орбитам вокруг Весты и Цереры. За это время им собрано 132 Гб данных, в частности, отснято 69000 изображений.

Спасибо за внимание