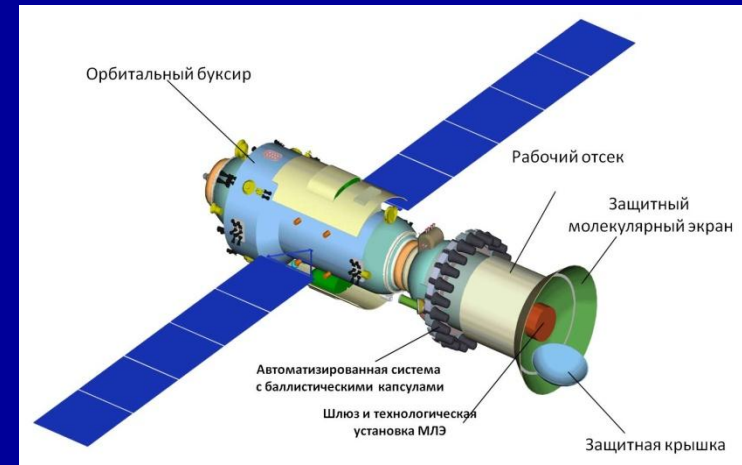
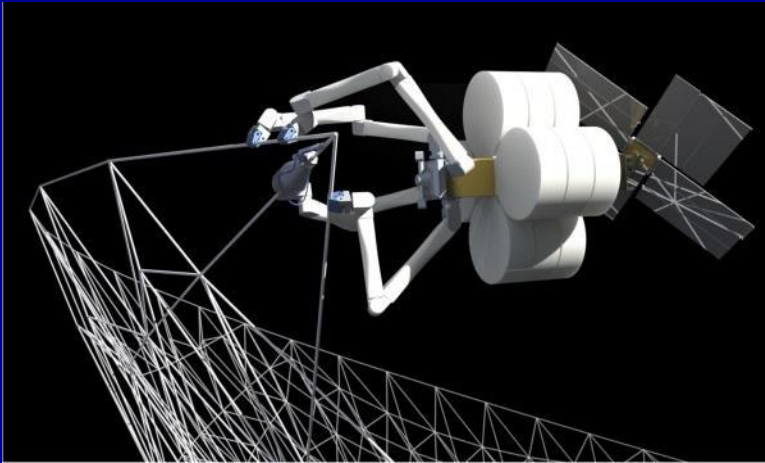


Способ малозатратной доставки  
грузов в космос

# Проект «Орбитрон»

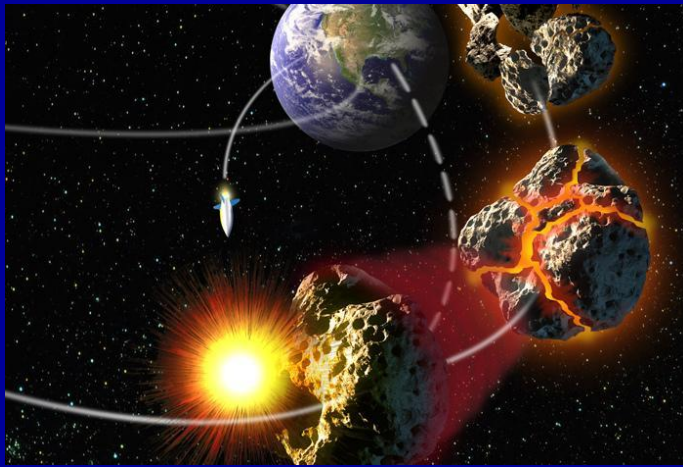
Александр Майборода  
Компания AVANTA Consulting

# Проблема космических грузоперевозок



- Цены доставки грузов в космос высоки. Вывод спутников на геостационарную орбиту (ГСО) доходит до 50 тыс. долл./кг.
- Развитие бизнеса в космосе требует снижения цен до 5-10% нынешних.
- Снижение цен необходимо для защиты планеты от космических угроз.

# Проблема космических грузоперевозок



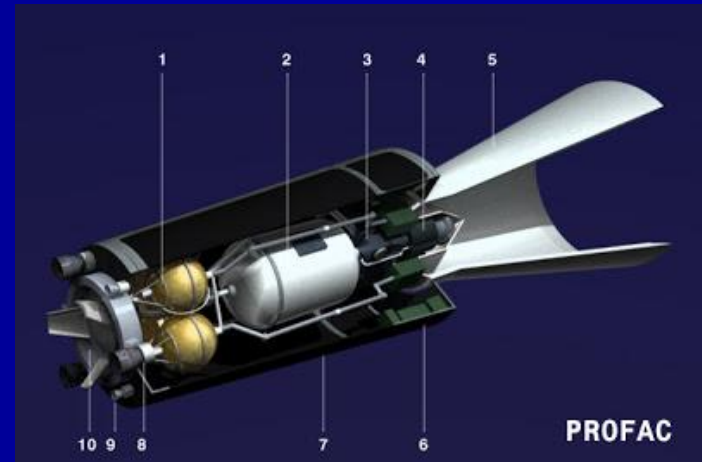
- Цены доставки грузов в космос высоки. Вывод спутников на геостационарную орбиту (ГСО) достигает до 50 тыс. долл./кг.
- Развитие бизнеса в космосе требует снижения цен до 5-10% нынешних.
- Снижение цен необходимо для защиты планеты от космических угроз.

# Перспективы рынка



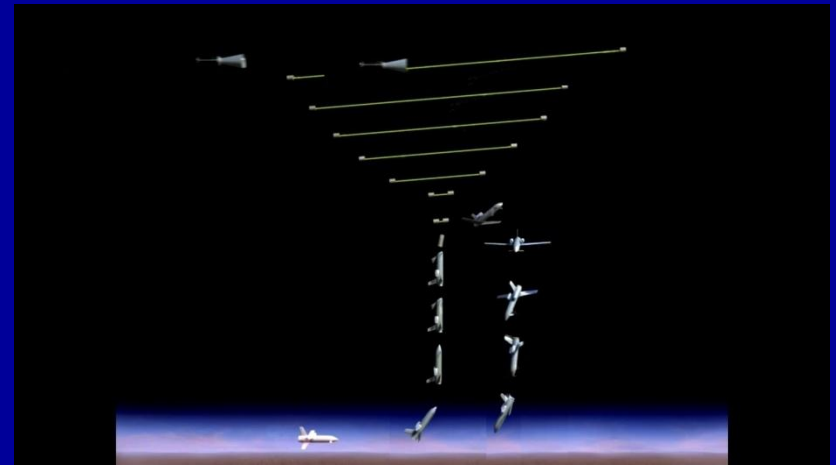
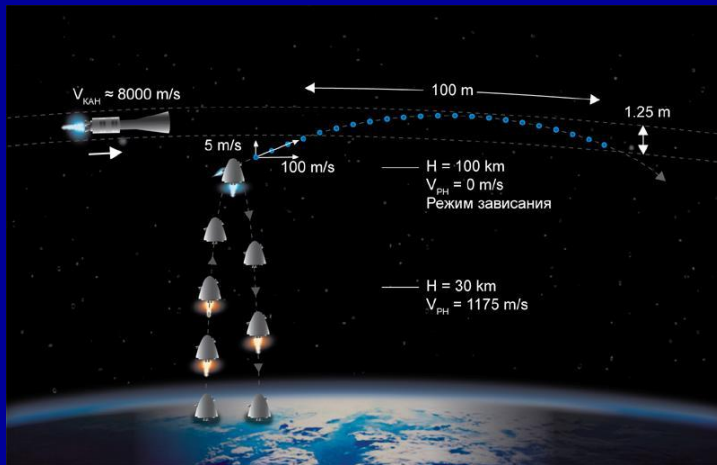
- Рынок пусковых услуг постепенно растет. В 2013 года его объем достиг 5,4 млрд. долл.\*
- В случае снижения удельной себестоимости более чем в 10 раз, ежегодная прибыль пусковых компаний составит 5 млрд. долл.
- \*) *Использованы данные компании Satellite Industry Association (SIA) о доходах мировой телекоммуникационной индустрии, космической индустрии и спутниковой отрасли в период с 2001 по 2013 год*

# Генеральное направление в решении проблемы



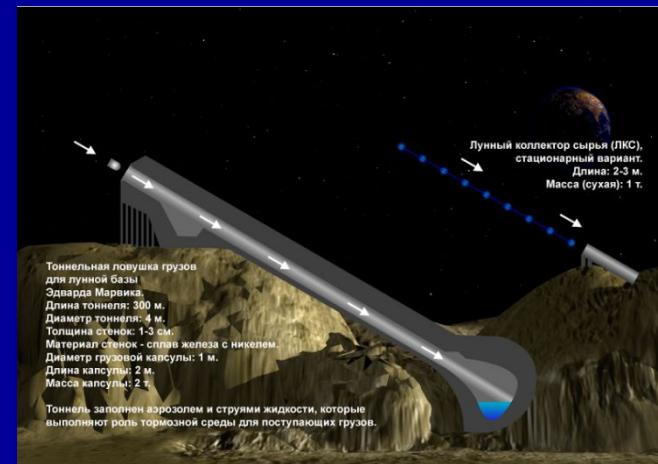
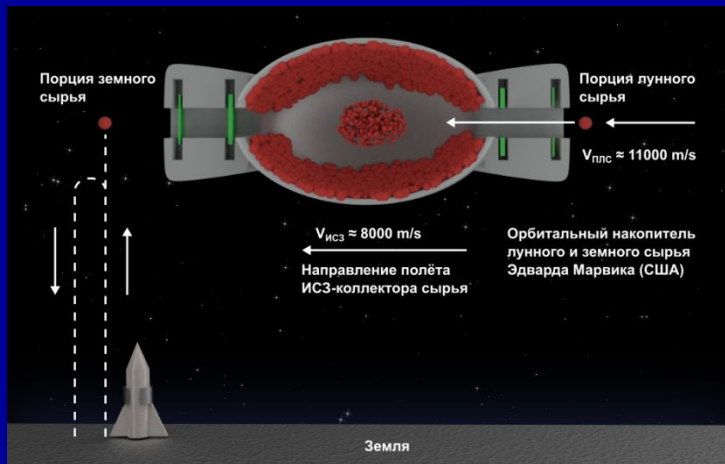
- Попытки решить проблему – это стремление создать многоразовые космические транспортные средства (КТС), чтобы сократить цены через уменьшение в них доли амортизации КТС.
- К сожалению, работы в этом направлении затянулись: полеты в космос продолжаются на одноразовых ракетах.

# Решение проблемы



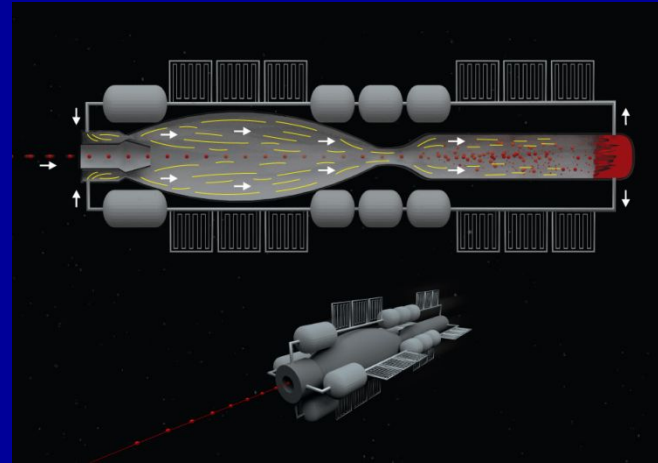
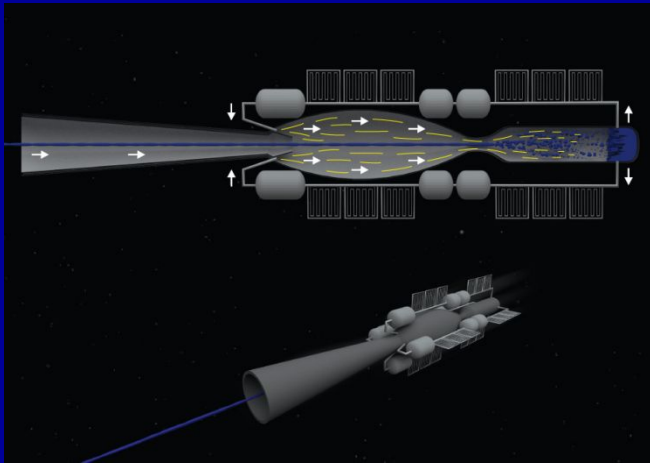
- Проект «Орбитрон» решает проблему создания многоразовых КТС.
- Прототипом является проект, запатентованный в США, но не реализованный из-за чрезмерно большой массы КТС – 40 000 тонн.
- Нам удалось найти решение, которое сокращает массу американского прототипа.

# Решение проблемы



- Проект «Орбитрон» решает проблему создания многоразовых КТС.
- Прототипом является проект, запатентованный в США, но не реализованный из-за чрезмерно большой массы КТС – 40 000 ТОНН.
- Нам удалось найти решение, которое сокращает массу американского прототипа.

# Решение проблемы



- Проект «Орбитрон» решает проблему создания многоразовых КТС.
- Прототипом является проект, запатентованный в США, но не реализованный из-за чрезмерно большой массы КТС – 40 000 тонн.
- Нам удалось найти решение, которое сокращает массу американского прототипа.



# Орбитальный коллектор вещества

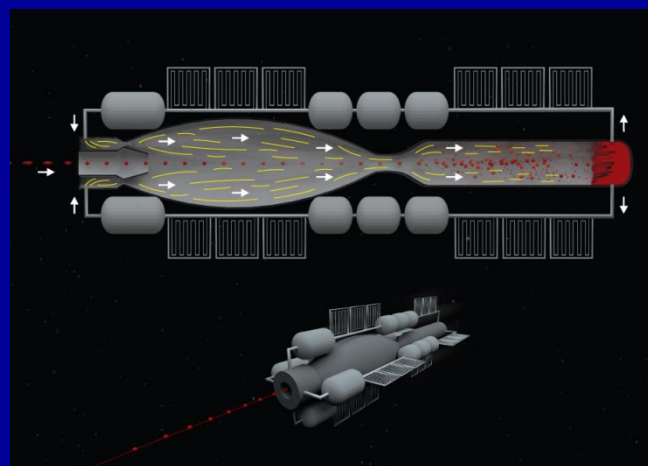
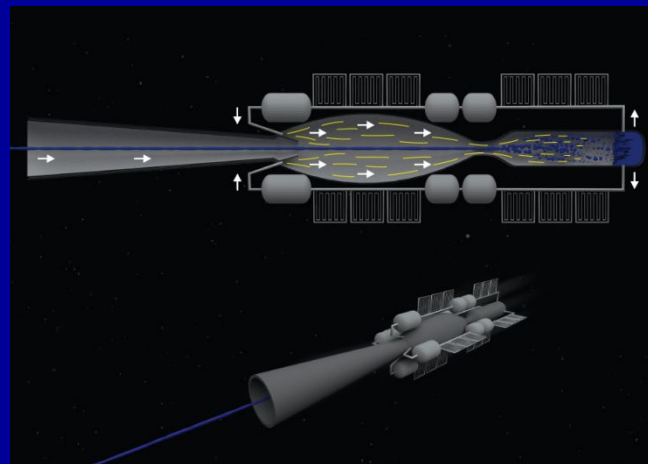
- Разработанное КТС состоит из двух частей:
- первая часть – наземно-суборбитальная на основе суборбитальных ракет;
- вторая часть – орбитальная, представляющая собой спутник-коллектор грузов.



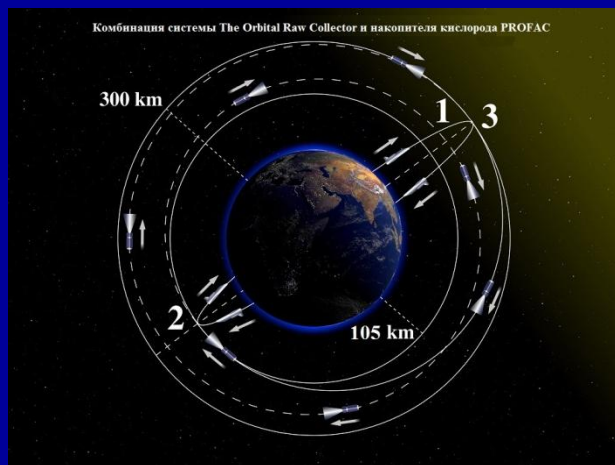
- Грузы поднимаются суборбитальными ракетами и выбрасываются перед орбитальным коллектором.
- В результате ударного столкновения внутри коллектора, они разгоняются до скорости равной скорости коллектора.
- После восстановления запаса кинетической энергии, коллектор снова принимает новую порцию груза.

# ОКВП «Орбитрон»

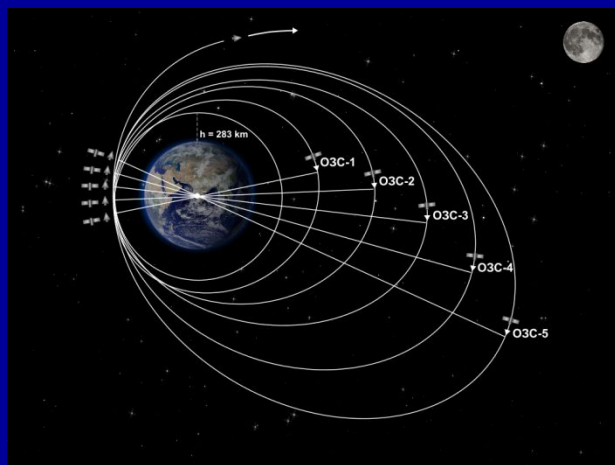
- От американского прототипа наше КТС отличается тем, что порция груза забрасывается в коллектор поэтапно, частями, а не единовременно целиком как в прототипе.
- Для этого в качестве груза используется лента из майларовой пленки толщиной 2 мкм и длиной до 8000 метров.
- В результате сокращается ударное воздействие на коллектор, и его масса может быть уменьшена с 40 000 тонн до 1-4 тонн.



# ОКВП «Орбитрон»



- Базовая модель «Планета-Орбита» для Земли и Луны

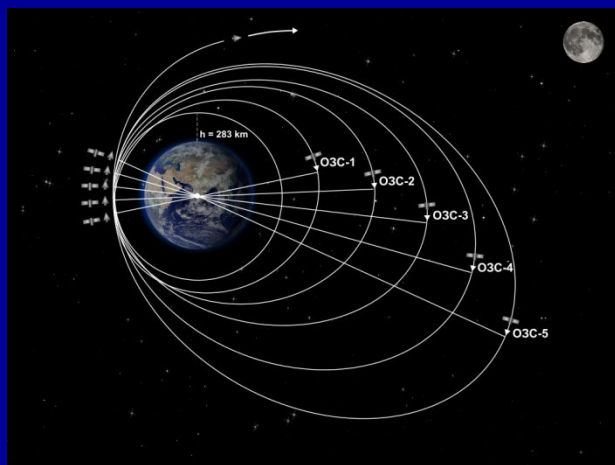


- Дополнительная модель «Орбита-Орбита»

# ОКВП «Орбитрон»



- Базовая модель «Планета-Орбита» для Земли и Луны



- Дополнительная модель «Орбита-Орбита»

# Система «Земля-Орбита»



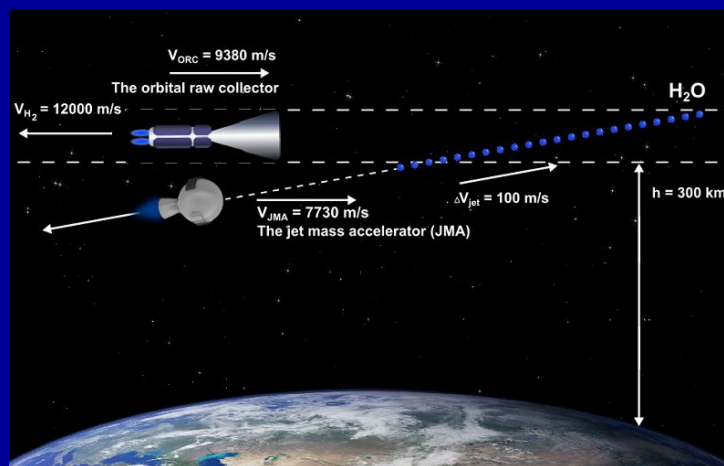
- Базовый вариант по схеме «Земля-Орбита»:  $dV=8000$  м/с.
- Стартовая масса суборбитальной ракеты – 1000 кг.
- Масса орбитального коллектора – 3600 кг.
- Электрическая мощность ДУ коллектора – 0,5 МВт.
- Годовой грузопоток – 29 000 кг.
- Удельная себестоимость – **600** долл./кг.
- Стоимость пусковой установки и многоразовой ракеты – 2 млн. долл./шт.
- Стоимость орбитального коллектора – 36 млн. долл.
- Стоимость комплекса (1 коллектор и 2 пусковых установки) – 40 млн. долл.

# Система «Земля-Орбита»



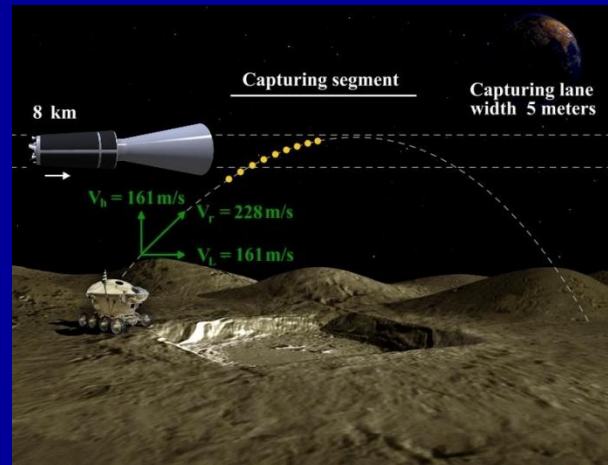
- Базовый вариант по схеме «Земля-Орбита»:  $dV=8000$  м/с.
- Стартовая масса суборбитальной ракеты – 1000 кг.
- Масса орбитального коллектора – 3600 кг.
- Электрическая мощность ДУ коллектора – 0,5 МВт.
- Годовой грузопоток – 29 000 кг.
- Удельная себестоимость – **600** долл./кг.
- Стоимость пусковой установки и многоразовой ракеты – 2 млн. долл./шт.
- Стоимость орбитального коллектора – 36 млн. долл.
- Стоимость комплекса (1 коллектор и 2 пусковых установки) – 40 млн. долл.

# Система «Орбита-Орбита»



- Дополнительный вариант по схеме «Орбита-Орбита»:  $dV=2000 \text{ м/с}$ .
- Масса орбитального коллектора – 1000 кг.
- Электрическая мощность энерго-двигательной системы – 0,01 МВт (!).
- Годовой грузопоток – 11000 кг.
- Удельная себестоимость – **180** долл./кг плюс цена доставки на НОО.
- Стоимость орбитального коллектора – 10 млн. долл.
- Экономический эффект – увеличение до 3 раз массы грузов, выводимых на ГСО.

# Система «Луна-Орбита»

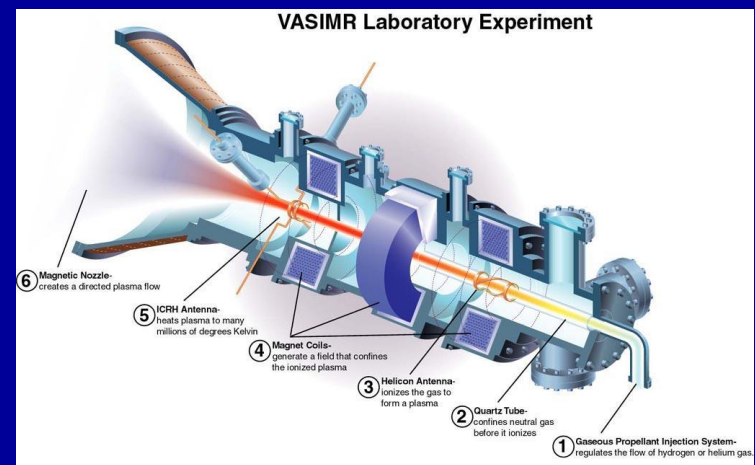


- Базовый вариант по схеме «Луна-Орбита»:  $dV=1680 \text{ м/с}$ .
- Масса механической катапульты – 200 кг.
- Масса орбитального коллектора – 1800 кг.
- Электрическая мощность ДУ коллектора – 0,03 МВт.
- Расход магния и кальция в ЭРД – 1000 кг/год
- Грузопоток – 29 000 кг/год (3000 захватов по 10 кг порция).
- Удельная себестоимость – **900** долл./кг.
- Стоимость катапульты – 20 млн. долл./шт.
- Стоимость орбитального коллектора – 90 млн. долл.
- Стоимость комплекса (1 коллектор и 2 катапульты) – 130 млн. долл.



# Ресурс суборбитальной подсистемы и орбитального коллектора

- Суборбитальные ракеты, в отличие от ракет космического назначения, сохраняются после первого пуска, и могут использоваться многократно 200-1000 раз.
- В нашем проекте используется решение, которое обеспечит использование суборбитальных ракет от 1000 до 6000 раз.
- Двигатели орбитального коллектора типа NEXT или VASIMR, также имеют большой рабочий ресурс – около 50 тыс. часов (5,5 лет).



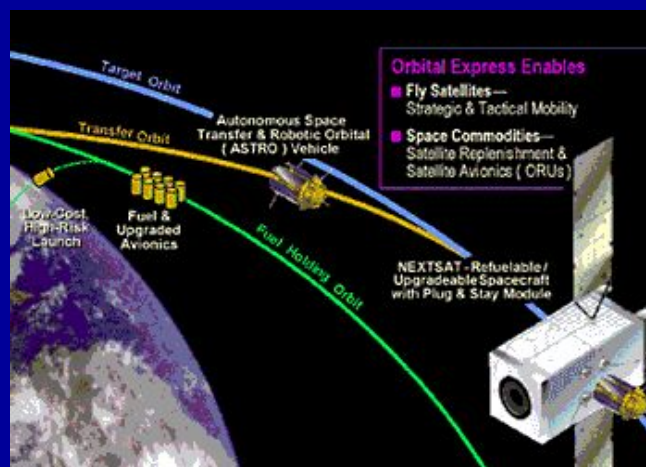
# Виды грузов



- Коллектор может получать грузы только сырьевого типа, которые не разрушаются ударным разгоном.
- Вместе с тем, большая часть грузов, которые доставляют в космос, приходится не на космические аппараты (КА), а на ракетное топливо, которое нужно для их выведения на конечные орбиты.
- До 80% массы КА на промежуточной опорной орбите приходится на топливо, поэтому для нашего КТС найдется много грузов.
- К транспортировке топлива прибавляется доставка алюминия, титана, углерода, кремния и других веществ, которые необходимы для производства в космосе различных комплектующих и агрегатов КА.

# Возможности технологии проекта «Орбитрон»

- Внедрение технологии позволит нашим клиентам создать:
- сеть космических заправочных станций, для дозаправки межорбитальных бустеров и буксиров;
- сеть орбитальных платформ с 3D-принтерами для изготовления деталей и агрегатов космических аппаратов.



# Патенты

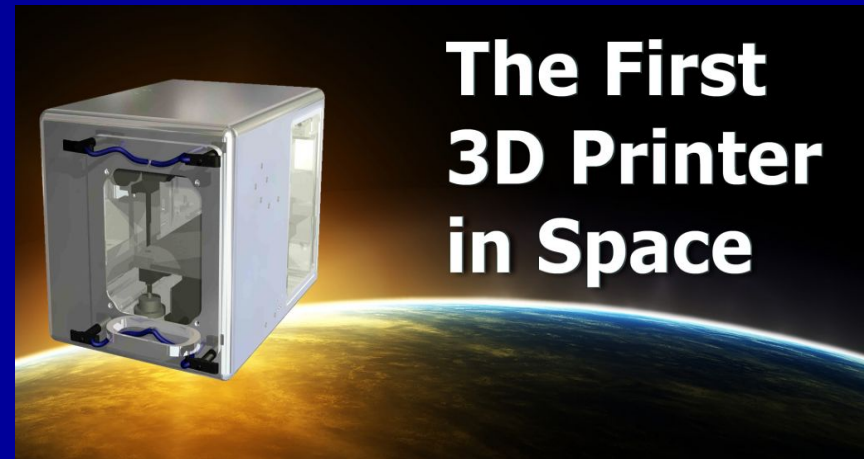


- Method and system for delivering cargoes into space. US 20110272528 A1.  
Status: Grant of patent is intended
- Method for delivering cargoes into space and a system for implementation of same. EP2390188  
Status: Grant of patent is intended (Great Britain, Germany, France).
- Способ доставки грузов в космос и система его осуществления. Патент России RU2398717
- Способ доставки грузов в космос и система его осуществления. Патент ЕАПО 017577
- Спосіб доставки вантажів в космос і система його здійснення. Патент України 99230
- Способ энергообеспечения космических аппаратов-накопителей. Патент России RU2451631
- Energy supply method for spacecrafts-accumulators. Патентная заявка US 2013/0233974 A1
- Method and system for feeding jet engines. Патентная заявка US 2014/0326832 A1

# Маркетинг и продажи

- Ожидаемые доходы покупателей лицензий и франшиз при торговле следующими товарами (долл./год):
  - ракетное топливо 300 тонн – 0,9 млрд.;
  - конструкционные материалы 100 тонн – 0,3 млрд.;
  - полупроводники 400 тонн – 1,2 млрд.
- Доходы инвесторов:
  - продажа лицензий в США, Евросоюзе, России;
  - торговля франшизами в странах «космического клуба»;
  - роялти;
  - учредительская прибыль при создании АО после завершения этапа посевных инвестиций.

# Сегменты рынка



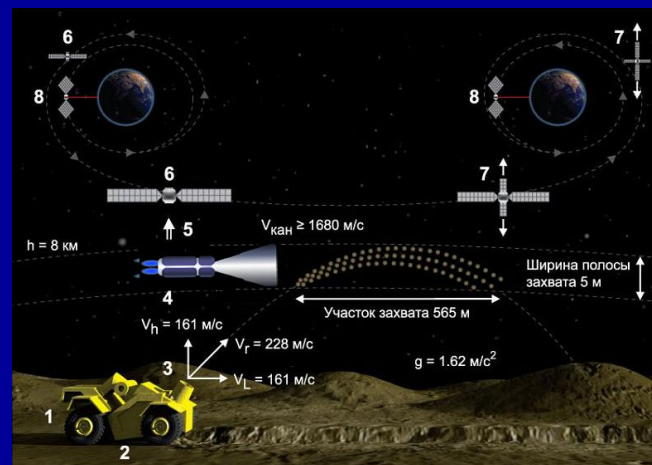
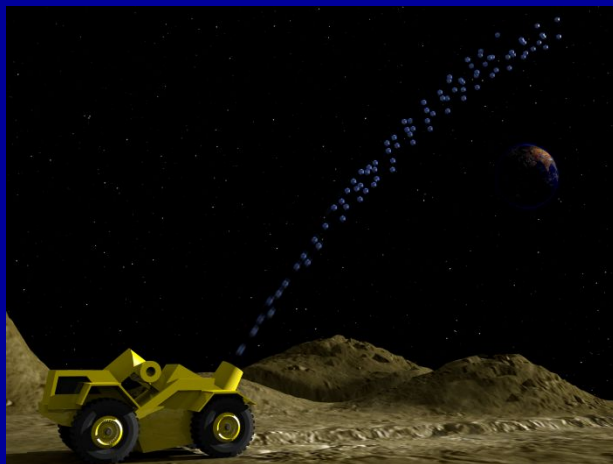
- Рынок пусковых услуг – 5 млрд. долл./год
- Рынок производства космических аппаратов – 16 млрд. долл./год
- Рынок фотоэлектрических преобразователей – 100 млрд. долл./год,
- в т.ч. тонкопленочных солнечных батарей – 25 млрд. долл./год.
- Рынок поставок материалов для сооружения спутниковой солнечной электростанции в рамках японской программы – 20 млрд. долл.
- Рынок поставок материалов для развертывания и обеспечения лунной базы в рамках российской программы (с учетом действия патентов до 2030 года):
- развертывание – 30 млрд. долл.;
- снабжение базы – 4-15 млрд. долл./год.

# Сегменты рынка



- Рынок пусковых услуг – 5 млрд. долл./год
- Рынок производства космических аппаратов – 16 млрд. долл./год
- Рынок фотоэлектрических преобразователей – 100 млрд. долл./год,
- в т.ч. тонкопленочных солнечных батарей – 25 млрд. долл./год.
- Рынок поставок материалов для сооружения спутниковой солнечной электростанции в рамках японской программы – 20 млрд. долл.
- Рынок поставок материалов для развертывания и обеспечения лунной базы в рамках российской программы (с учетом действия патентов до 2030 года):
- развертывание – 30 млрд. долл.;
- снабжение базы – 4-15 млрд. долл./год.

# Сегменты рынка

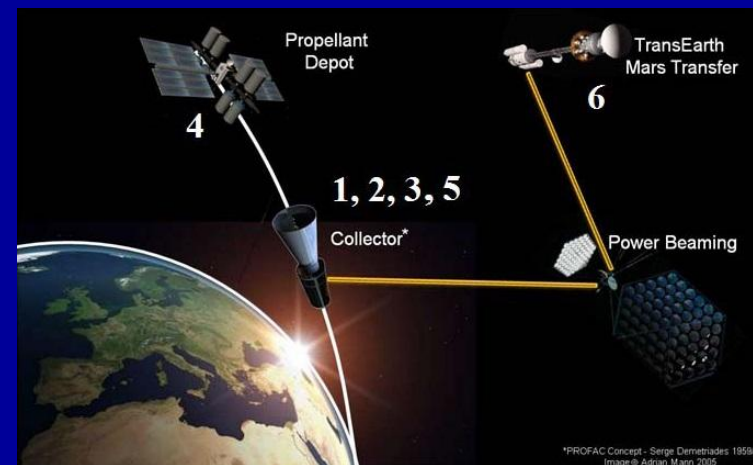
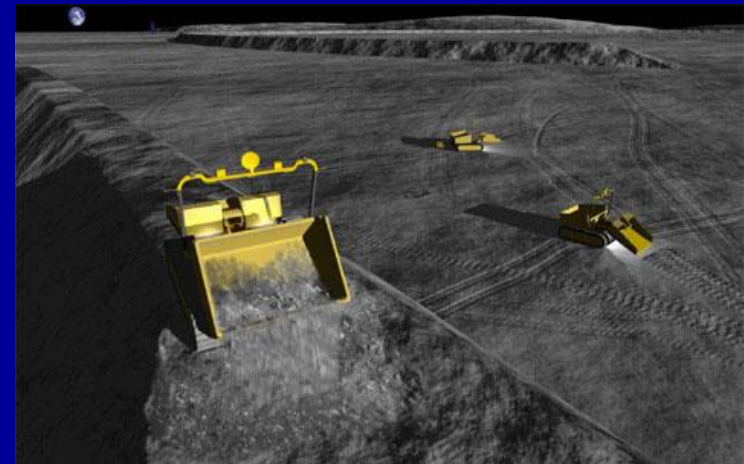


- Рынок пусковых услуг – 5 млрд. долл./год
- Рынок производства космических аппаратов – 16 млрд. долл./год
- Рынок фотоэлектрических преобразователей – 100 млрд. долл./год,
- в т.ч. тонкопленочных солнечных батарей – 25 млрд. долл./год.
- Рынок поставок материалов для сооружения спутниковой солнечной электростанции в рамках японской программы – 20 млрд. долл.
- Рынок поставок материалов для развертывания и обеспечения лунной базы в рамках российской программы (с учетом действия патентов до 2030 года):
- развертывание – 30 млрд. долл.;
- снабжение базы – 4-15 млрд. долл./год.



# Конкурененты

- Компания Shackleton Energy Company (США), разрабатывающая технологии добычи воды на Луне, для производства кислорода с водородом и продажи через орбитальные АЗС.
- Старт-ап PHARO (США), разрабатывающий систему PROFAC с лазерным подводом энергии, предназначенную для сбора кислорода из атмосферы в целях получения топлива для космических АЗС.



# Потенциальные партнёры

- Planetary Resources
- Deep Space Industries
- SpaceX
- Bigelow Aerospace
- Boeing Company
- EADS Astrium
  
- ЦНИИмаш (орбитальный КА-накопитель воздуха и бескаркасные СБ)
- ИКИ РАН (математические модели КТС)
- ОИВТ РАН (математические модели ударных процессов)
- ИФП СО РАН и РКК «Энергия» (технологический модуль ОКА-Т)
- МГТУ им. Н.Э.Баумана (тросовый электродвигатель ЭДТС)
- ГКНПЦ имени Хруничева (суборбитальный демонстратор МРКС-1)
- КБХА (термо-химический имитатор ЯРД)
- ГНЦ ФГУП "Центр Келдыша" (теплообменная водородная ДУ СТД)
- Компания «Лин Индастриал» (суборбитальные мини-РН)

# Команда

- Идеолог проекта: Александр Майборода
- Менеджер проекта: Владимир Мигель
- Главные специалисты:  
Д.К. Драгун, В.М. Мельников, О.П. Пчеляков, В.И. Флоров
- Основные участники и их компетенции: в команде 9 специалистов с необходимыми знаниями, квалификацией и опытом. Среди них сотрудники ЦНИИМАШ, ФГУП «ОКБ Вымпел», МГТУ им.Н.Э.Баумана, ИКИ РАН, ИФП СО РАН, компании «Спутникс».

# Инвестиции первого этапа R&D

- Этапы рабочего процесса:
- эскизное проектирование;
- компьютерное моделирование процессов;
- изготовление демонстрационной модели коллектора; стендовые испытания, доработка;
- изготовление коллектора в версии микроспутника для орбитальных испытаний ( $dV=1400-2000$  м/с), доработка.
- Требуемые ресурсы: денежные средства в сумме 30 млн. руб.  
(1-й этап длительностью 2 года)
  
- Поддержания действия зарубежных патентов (ЕС и США) и завершения процесса получения новых патентов в США:
- 11 тыс. долл. в 2015 году;
- 5 тыс. долл. в 2016 году.

# Резюме и контакты

- Разработанная система обеспечивает радикальное снижение затрат на доставку грузов в космос.
- Экономия издержек создает возможности получения дополнительной прибыли в сфере доставки грузов сырьевого типа на орбитальные КА.
- Для вывода проекта из начальной стадии необходимы партнеры.
- Компания AVANTA Consulting готова к переговорам о сотрудничестве по вопросу коммерциализации разработки «Орбитрон».
- Адресные данные компании: Россия, г. Ростов-на-Дону, пр. Большая Садовая, 150, офис 909. Тел.: +7 (863) 221 73 71; +7 (863) 263 32 94
- Mail: [mayboro@gmail.com](mailto:mayboro@gmail.com)  
Сайт: [www.mayboroda.com](http://www.mayboroda.com)

**Спасибо за внимание!**

**Вопросы?**

# Приложение: The Bullet Catcher



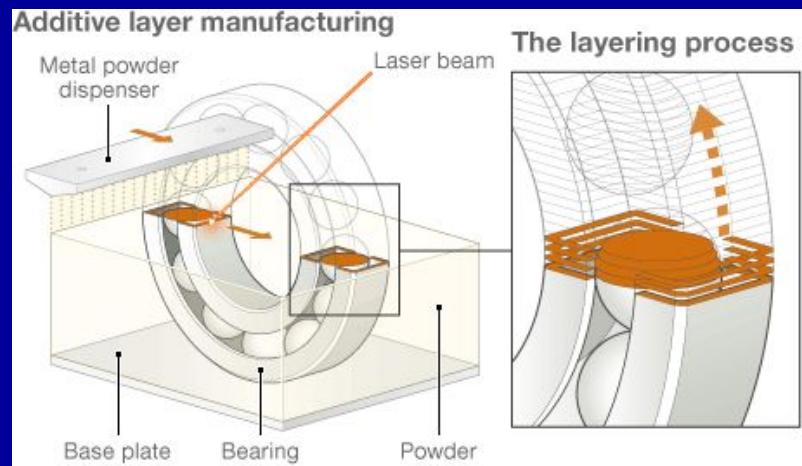
- Аналоги орбитального коллектора – пулеулавливатели (не деформирующие пули):  $dV$  до 1100 м/с, ресурс тормозной среды из кевлара 10 тыс. выстрелов.
- Пулеулавливатели жесткого торможения, заполненные водой/песком, имеют практически не ограниченный ресурс и величину  $dV$ .

# Приложение: The Bullet Catcher



- Аналоги орбитального коллектора – пулеулавливатели (не деформирующие пули):  $dV$  до 1100 м/с, ресурс тормозной среды из кевлара 10 тыс. выстрелов.
- Пулеулавливатели жесткого торможения, заполненные водой/песком, имеют практически не ограниченный ресурс и величину  $dV$ .

# Приложение: Проект AMAZE – печать космических аппаратов на 3D-принтере



- Европейское космическое агентство (ЕКА) объявило о планах по развитию применения 3D-печати для создания полноразмерных металлических частей и компонентов для самолетов, космических аппаратов и термоядерных реакторов.
- ЕКА инвестировала около 20 миллионов евро в исследования по созданию «Методов трехмерной печати AMAZE».
- AMAZE – «аддитивное производство, ведущее к минимизации отходов и максимально эффективное создание высокотехнологичных металлических продуктов».



# Приложение: средства высокоточного позиционирования и синхронизации



- Головной блок суборбитальной противоспутниковой ракеты с высокой точностью позиционирования на заданной высоте – основа системы управления полетов суборбитальных РН для снабжения сырьём орбитального коллектора.

# Приложение: средства высокоточного позиционирования и синхронизации



- ASAT – прототип системы суборбитальной доставки грузов в орбитальный коллектор.

# Приложение: Бронированный спутник ДС-П1-М «Тюльпан»



- Корпус спутника оснащался стальным защитным покрытием. Спутник выдерживал три выстрела КА-перехватчика картечью, движущейся со скоростью 1,2-2,1 км/с относительно него.
- В настоящее время в США разрабатывают маневренные спутники, оборудованные броней, защищающей их от физических воздействий.

# Приложение: Взрывные камеры



- Передвижной комплекс локализации взрывного устройства.

# Приложение: Взрывные камеры



- Промышленная взрывная камера КВГ-8 ОАО Норильской горной компании. Максимальный заряд – 8 кг (в тротиловом эквиваленте); масса – 46 т.; - габариты – 16,4 2,2 2,45 м.

# Приложение: Взрывные камеры

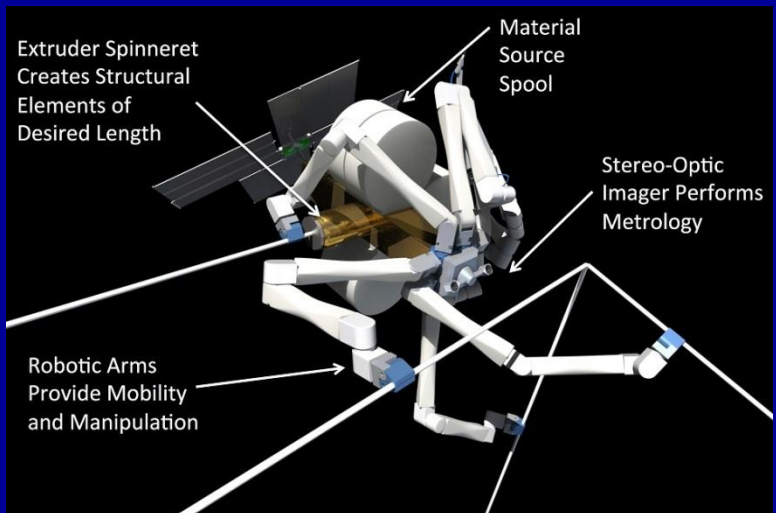
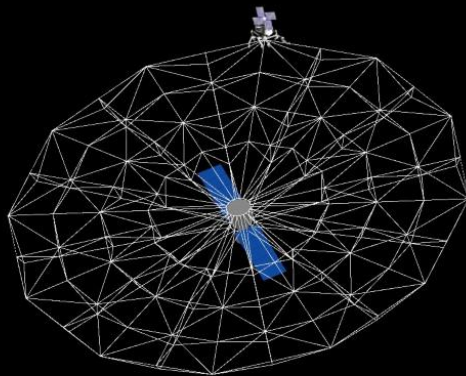


- Взрывная камера ИТЭС ОИВТ РАН для зарядов ВВ массой до 1 тонны. Масса камеры около 500 тонн.

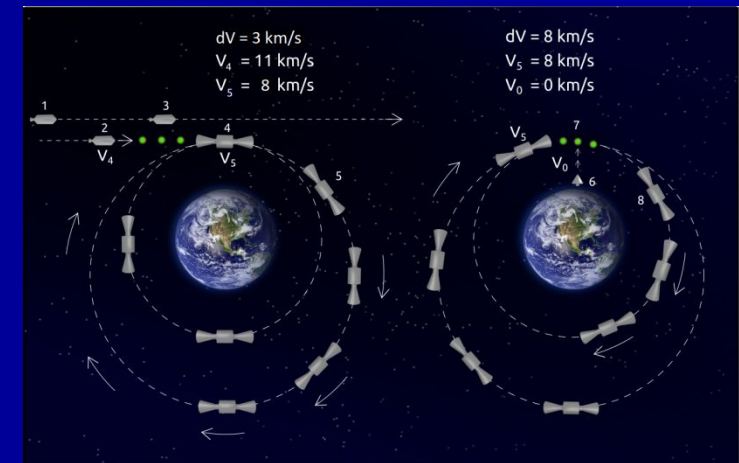
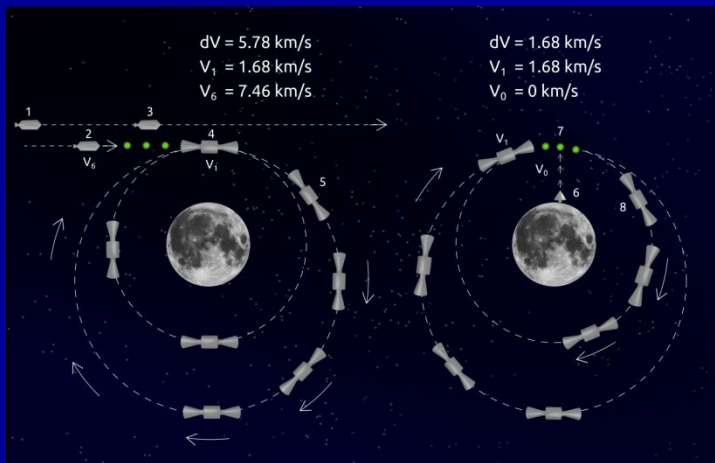
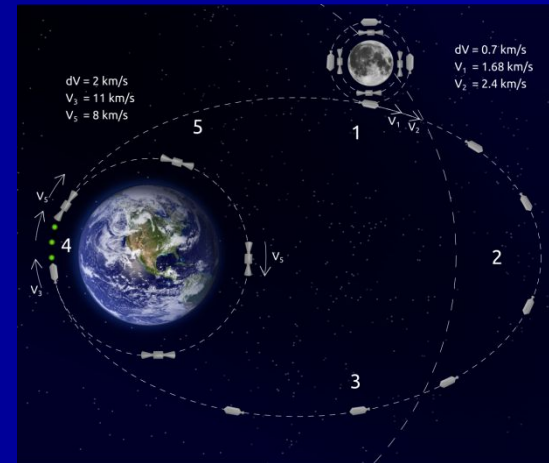
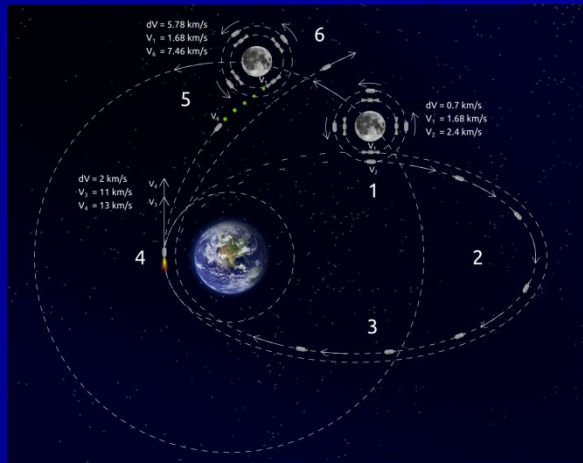
# Приложение: продукция 3D-принтеров



SpiderFab Bot Builds Up Support Structure



# Приложение: Использование гравитационной энергии системы Земля-Луна





## 1. Запуски геостационарных коммерческих спутников связи и вещания в 2001-2013 годах

### 1.1. Общие сведения об успешно запущенных на орбиту геостационарных коммерческих спутниках связи и вещания.

В конце 2013 года в космосе выполняли целевую задачу 1181 КА различного назначения [1].

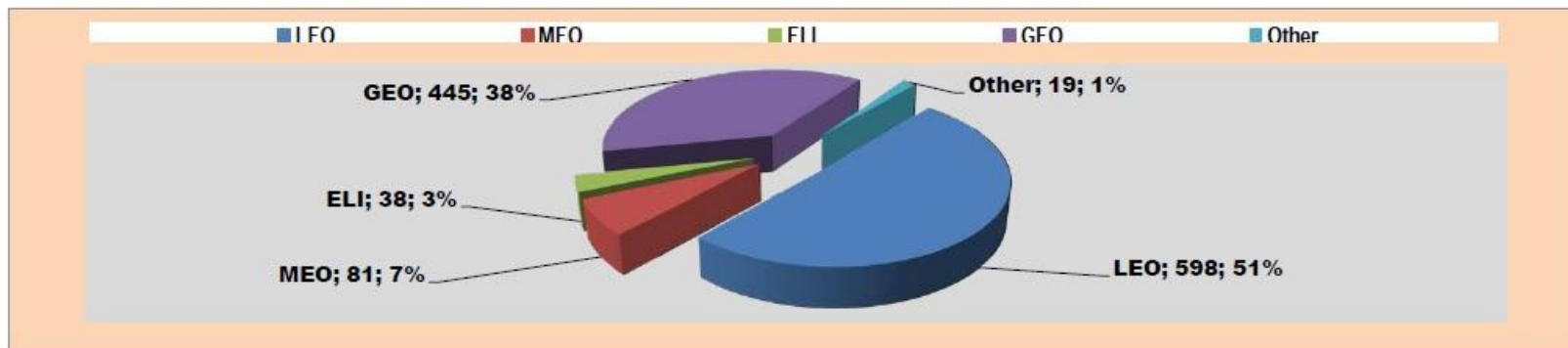


Диаграмма 1.1. Распределение спутников по состоянию на 31.12.2013 года по типам орбит (источник: *Union of Concerned Scientists, UCS*).

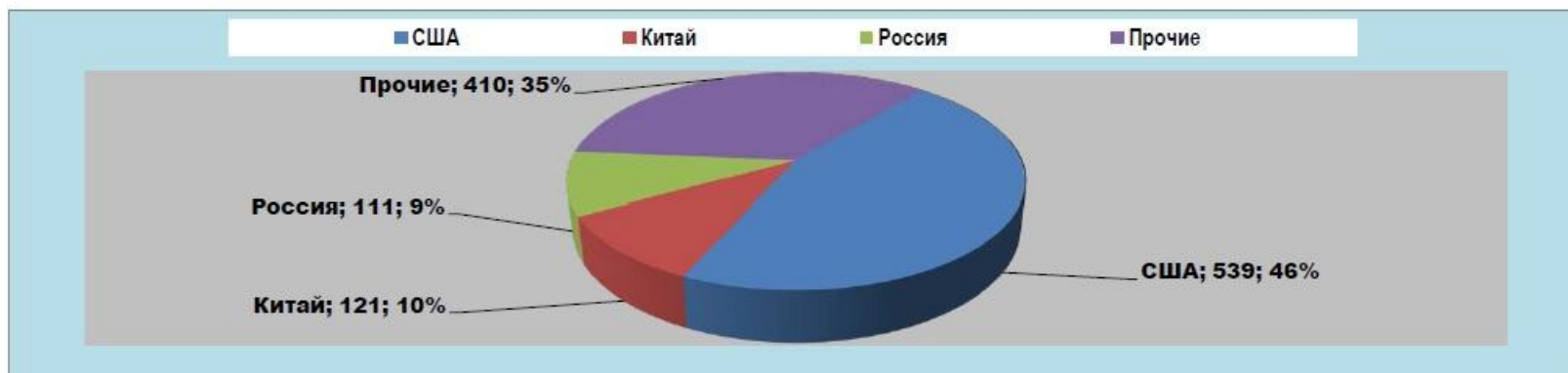


Диаграмма 1.2. Распределение спутников по состоянию на 31.12.2013 года по странам (источник: *Union of Concerned Scientists, UCS*).

<b>РЗМ</b>	Средняя цена за весну 2011г. (\$ за кг)	Средняя цена за лето 2011г (\$ за кг)	Средняя цена за осень 2011г (\$ за кг)	Средняя цена за зиму 2011-2012гг (\$ за кг)	Текущая стоимость, март 2012г (\$ за кг)
Гадолиний	173,7	218,7	200	200	200
Диспрозий	1072,5	2760	2876,6	2516,6	2000
Европий	1756,6	5793,3	5436,6	4916,6	4500
Иттрий	158	198,5	173,3	162	155
Лантан	145,4	108,6	103,3	63	53
Неодим	274,4	440,4	315	202,5	186
Празеодим	232,5	273,2	273	250	235
Самарий	142,5	179,6	168	138,3	137
Тербий	1800	4400	4126,4	3783,3	3600
Церий	147,5	159,5	112,7	67,5	55
Оксид лутеция		1395	1755	1992,5	2135
Оксид гольмия		833,5	711,2	390	300
Оксид скандия		5650	5650	4350	4350
Оксид иттербия		200	209,3	230	235
Оксид эрбия		295	246,6	205	195