

**ОРБИТАЛЬНАЯ  
СТАНЦИЯ РЕМОНТА  
И ОБСЛУЖИВАНИЯ  
КОСМИЧЕСКИХ  
АППАРАТОВ  
«АВРОРА»**

Автор: Сунцов Иван Алексеевич

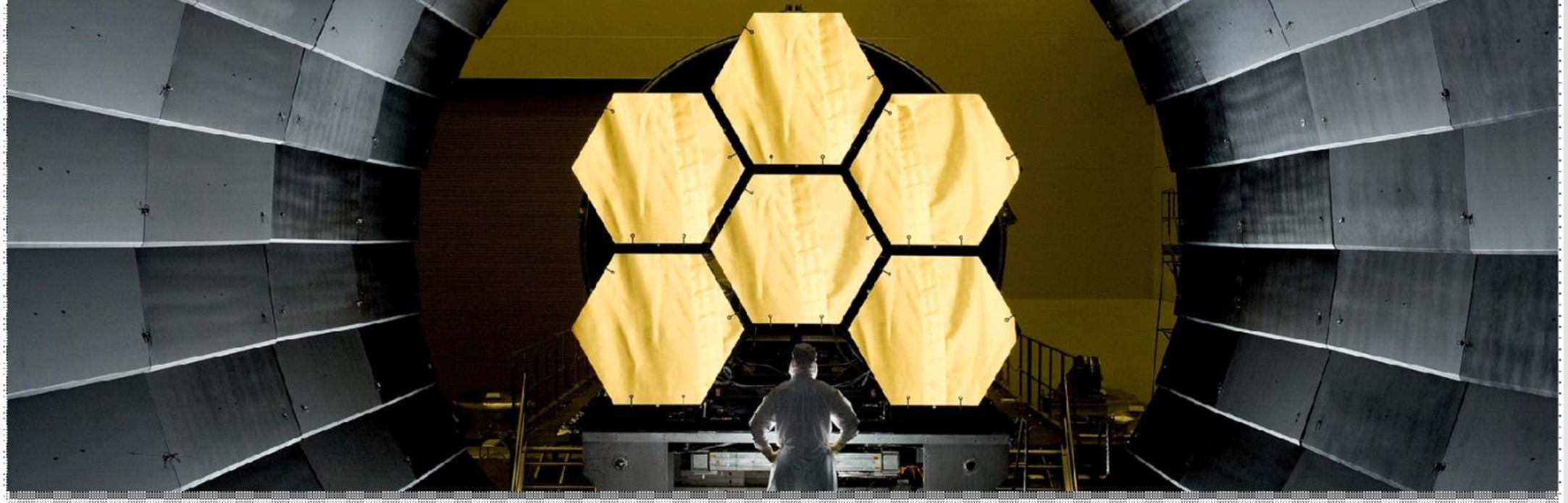


# Проблема

---

- Неисправный спутник нарушает целостность системы всех спутников/ряда спутников;
- Неисправные КА становятся космическим мусором;
- На создание и выведение нового КА (замены неисправного) будут затрачены огромные средства.





## **Цель проекта**

*Создание прототипа системы ремонта и обслуживания спутников. Данная система должна оптимально выполнять задачи доставки сломанных аппаратов, ремонта необходимых приборов, должного обслуживания аппаратов, а также обратной отправки на рабочую орбиту*



# Этапы выполнения работы



## Теоретическая часть

Данный этап состоит из изучения спутников, чтобы выяснить, что в спутниках может ломаться, а также какие спутники сможет отремонтировать будущая станция. Также необходимо изучить основы компоновки ПК, чтобы правильно спроектировать станцию.

## Практическая часть

Данный этап состоит из выполнения практических задач проектирования станции, (например обдумывание принципов ремонта, продумывание компоновки станции и т.д.) и воплощения задумки в жизнь.



# Теоретическая часть

- Классификация спутников
- Орбиты спутников
- Конструкция спутников
- Основы компоновки бортового оборудования ПКА
- Аналоги ремонтных систем
- Ремонт на орбите



# Классификация ИСЗ

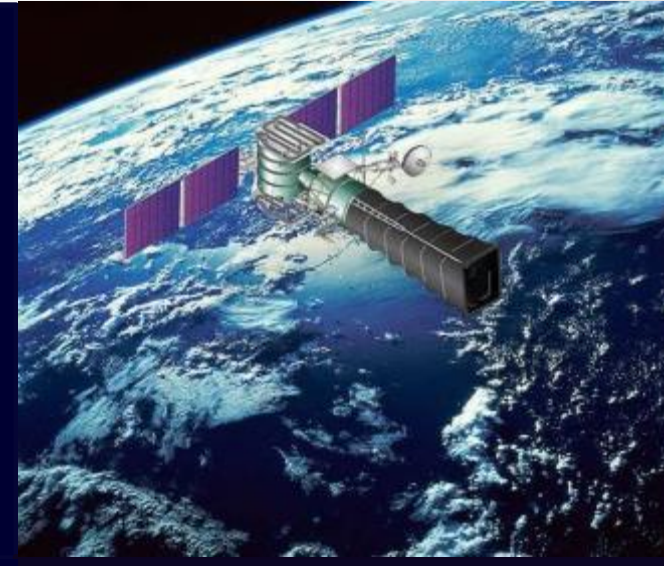


## Спутниковые системы связи

Обеспечение глобальной связи. (Система «Гонец»)

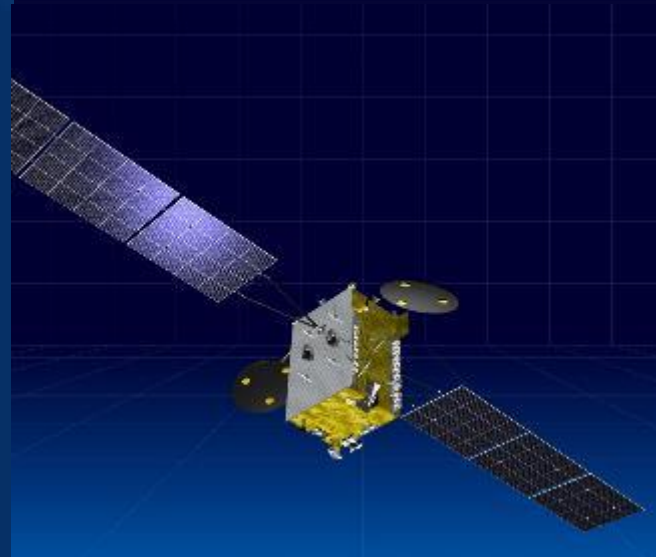
## Коммерческие телекоммуникационные спутники

Передача данных, в том числе телевизионное вещание (Система «Экспресс»)

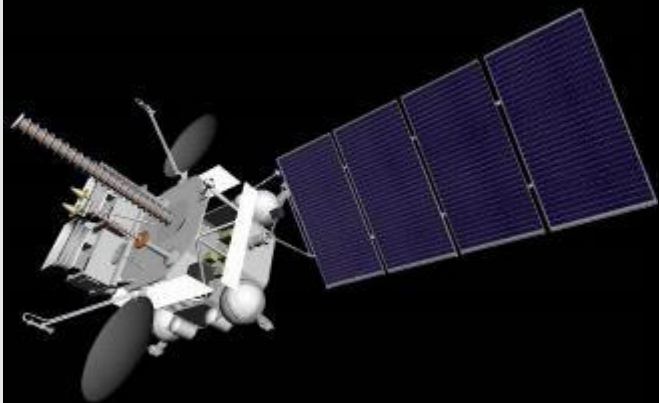


## Военные спутники и КА двойного назначения

Функции схожи с гражданскими, но данные засекречены в интересах страны (Система «Купол»)



# Классификация ИСЗ

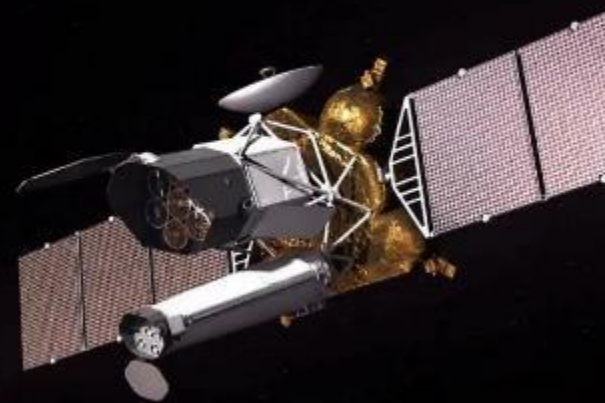


## Дистанционное зондирование Земли

Изучение поверхности планеты (атмосферы, океана, природных ресурсов и т.д.).  
(Электро-Л)

## Спутниковые навигационные системы

Определение координат стационарного или мобильного объекта на Земле с высокой точностью.  
(Глонасс-М)



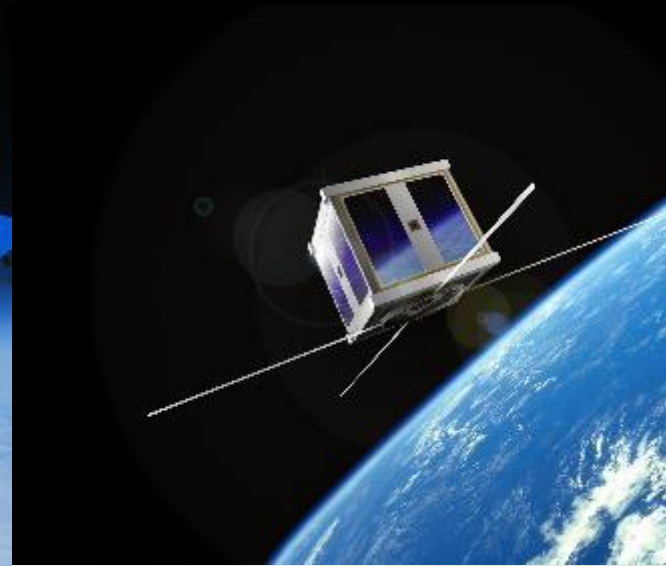
## Научные исследования

Изучение Земли, Солнечной системы, дальнего космоса.  
(Спектр-РГ)

# Классификация ИСЗ

## Малые космические аппараты

Миниатюризация  
космических аппаратов  
(Аист-2Д, платформа  
Cubesat)

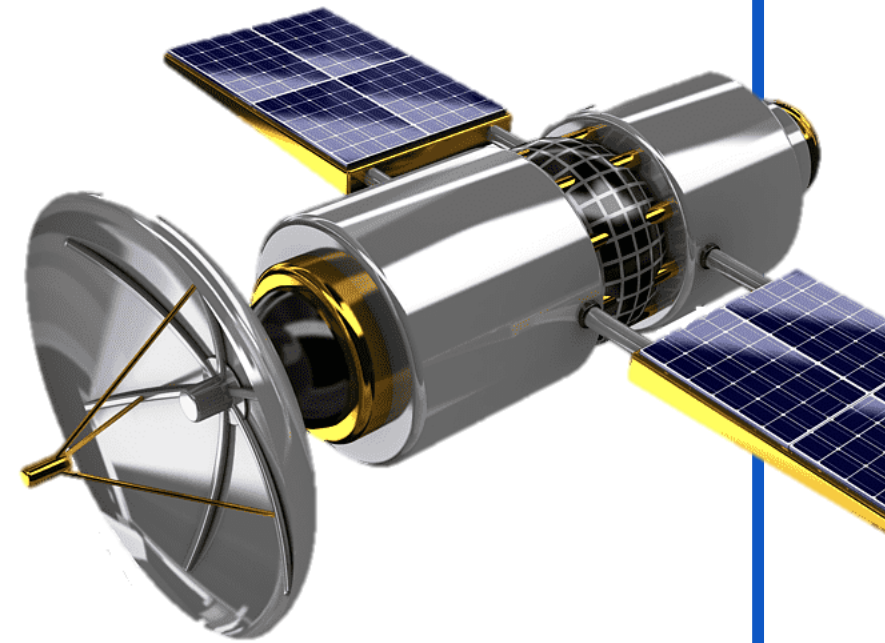






# Орбиты ИСЗ

- **Низкая околоземная орбита** (НОО, LEO – Low Earth orbit) – круговая или эллиптическая орбита с высотой от 200 до 2000 км. (ДЗЗ, ССС, военные спутники и т.д.)
- **Геостационарная орбита** (ГСО, GEO – Geostationary Earth orbit) – геосинхронная круговая орбита с нулевым наклоном, находящаяся на высоте 35 786 км. (Телекоммуникационные спутники связи)
- **Высокоэллиптические орбиты** (ВЭО, HEO – High elliptical orbit) – орбиты, перигей которых расположен в области НОО, а апогей в области ГСО. (Научные исследования (Телескопы))
- **Средневысотные круговые орбиты** (СКО) – круговая орбита на высоте 20 000 км (Навигационные спутники)



# Орбиты ИСЗ

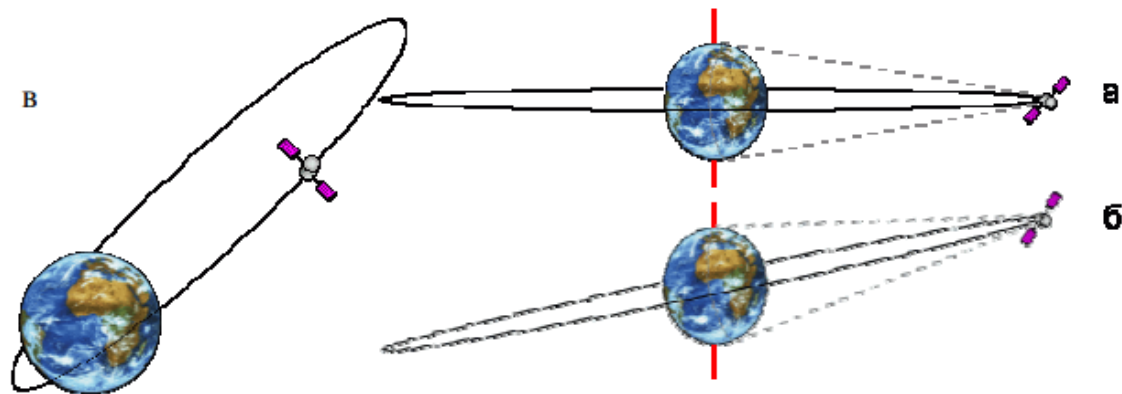


Рис. 8. (а) Геостационарная орбита; (б) Геосинхронная орбита; (в) Высокоэллиптическая орбита.

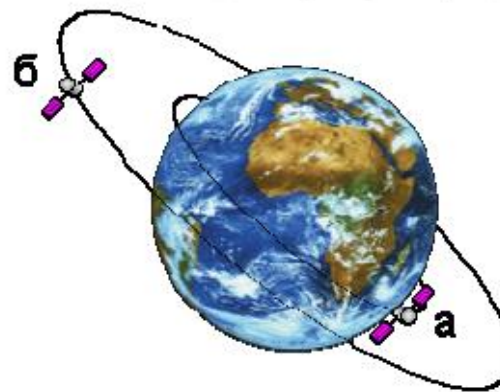


Рис. 7. Низкоорбитальные ИСЗ (а) и среднеорбитальные ИСЗ (б).

Имеем, что для ремонта и обслуживания спутников при помощи орбитальной станции, располагающейся на низкой околоземной орбите, подходят спутники соответственно Низкой околоземной орбиты и возможно Высокоэллиптической орбиты при определённом положении спутника





# Подходящие спутники

Низкая околоземная орбита – наиболее часто используемая орбита, для запуска КА.

На ней работают спутники ДЗЗ, ССС, военные, МКА, ПКА, орбитальные станции и т.д.

Главным критерием отбора для ремонта являются габариты спутника. Он должен быть таких размеров, чтобы помещаться в ремонтные отсеки будущей станции. Исходя из этого, большие КА уже на данной стадии придется убрать из списка.

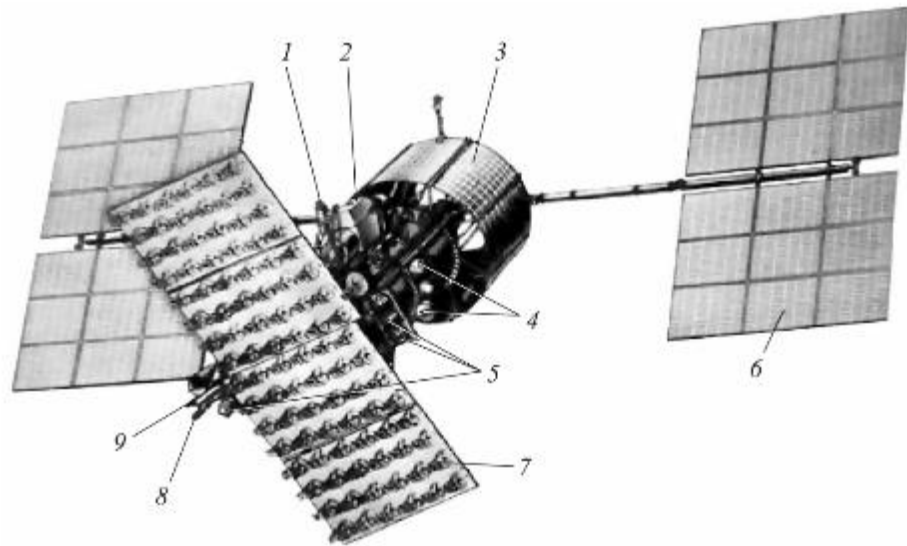
Получаем такой список спутников, подходящих для ремонта:

- Спутники ДЗЗ\*
- Спутники ССС\*
- Военные спутники\*
- Малые космические аппараты\*

“\*” - до определенного размера  
Точные размеры будут определены на этапе проектирования станции



# Конструкция спутников



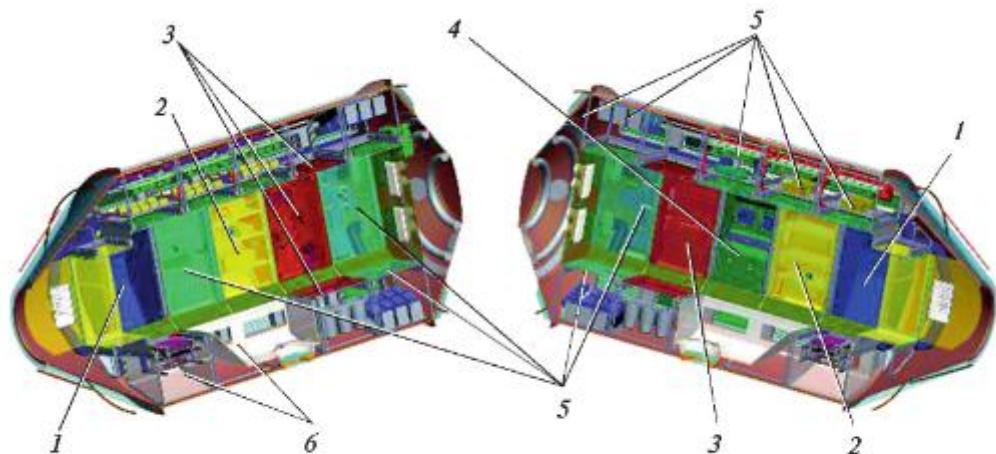
Компоновочная схема спутника связи «Экран»:  
1 — датчик солнечной ориентации; 2 — корректирующая установка; 3 — радиатор терморегулирования; 4 — пневмосистема; 5 — оптические датчики системы ориентации и стабилизации; 6 — солнечная батарея; 7 — передающая антенна; 8 — антенны командно-измерительной системы; 9 — штыревая антенна



Спутник «Метеор»:  
1 — привод системы ориентации солнечных батарей; 2 — панели солнечных батарей; 3 — аппаратура контроля орбиты; 4 — антенны; 5 — телевизионные камеры; 6 — магнитометр; 7 — приемное устройство актинометрической аппаратуры; 8 — приемное устройство инфракрасной аппаратуры

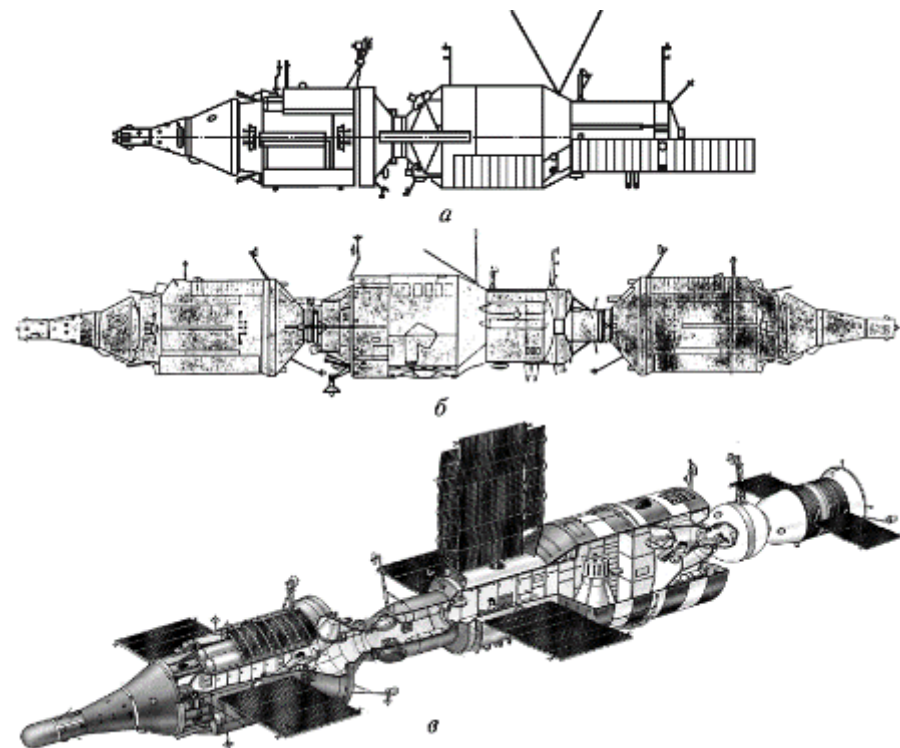


# Конструкция ПКА



Компоновочная схема научно-энергетического модуля МКС  
(по материалам РКК «Энергия»):

1 — каюта; 2 — зоны грузов и ПН (или каюта); 3 —  
оборудование СЖО; 4 — пост управления; 5 — зоны  
служебных систем; 6 — зоны средств медицинского  
обеспечения



Линейная модульная компоновка орбитальной станции на  
основе автономных КА-модулей:

а — ОС «Алмаз»; б — комплекс «Алмаз» второго этапа; в —  
орбитальный комплекс «Салют-7» —  
«Космос 1443» (ТКС) — ТКА «Союз»

# Источники информации



Мои материалы опираются преимущественно на эти книги.





## Аналоги

### Обслуживающие корабли

Корабли обслуживают спутник на его орбите, подлетая к нему.

### Станции-доки

Спутники сами прилетают к станции для проведения технического обслуживания.

# Обслуживающие корабли



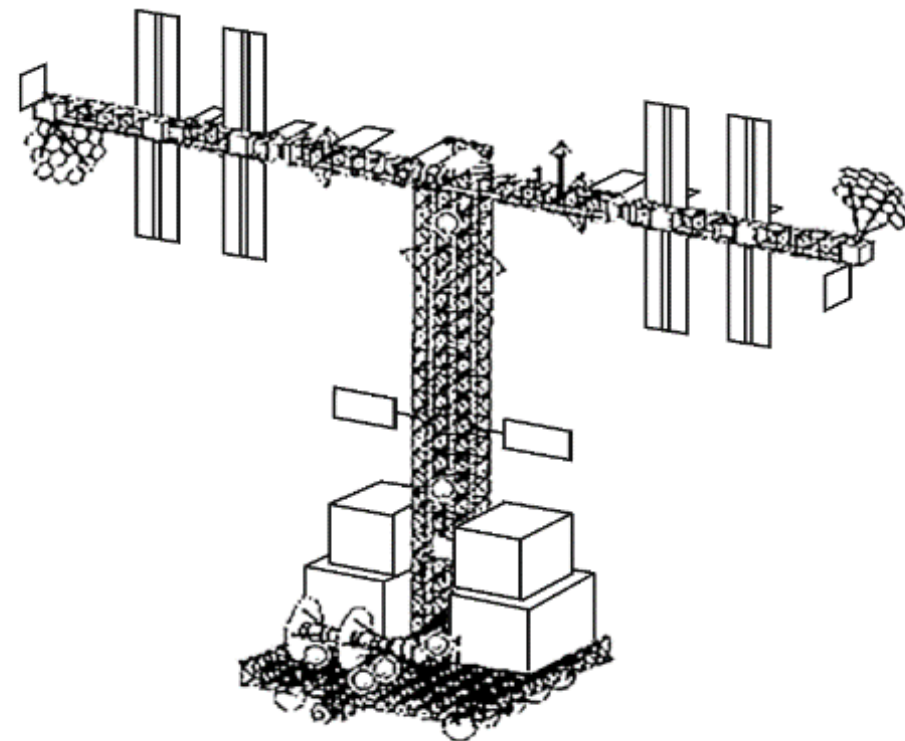
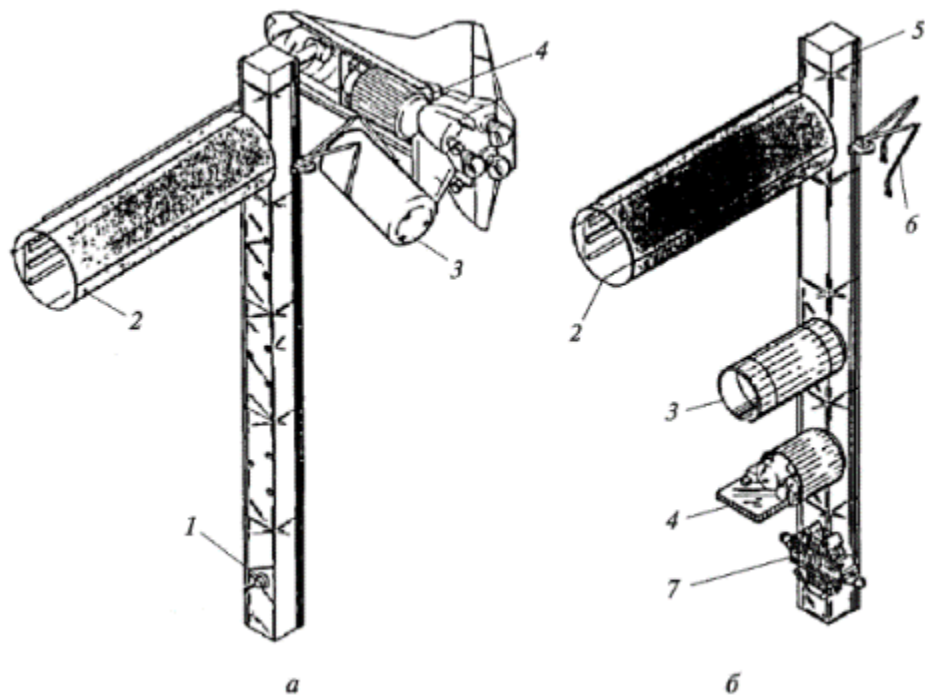
Американский ремонтный корабль «RSGS»



OSAM-1 (NASA)

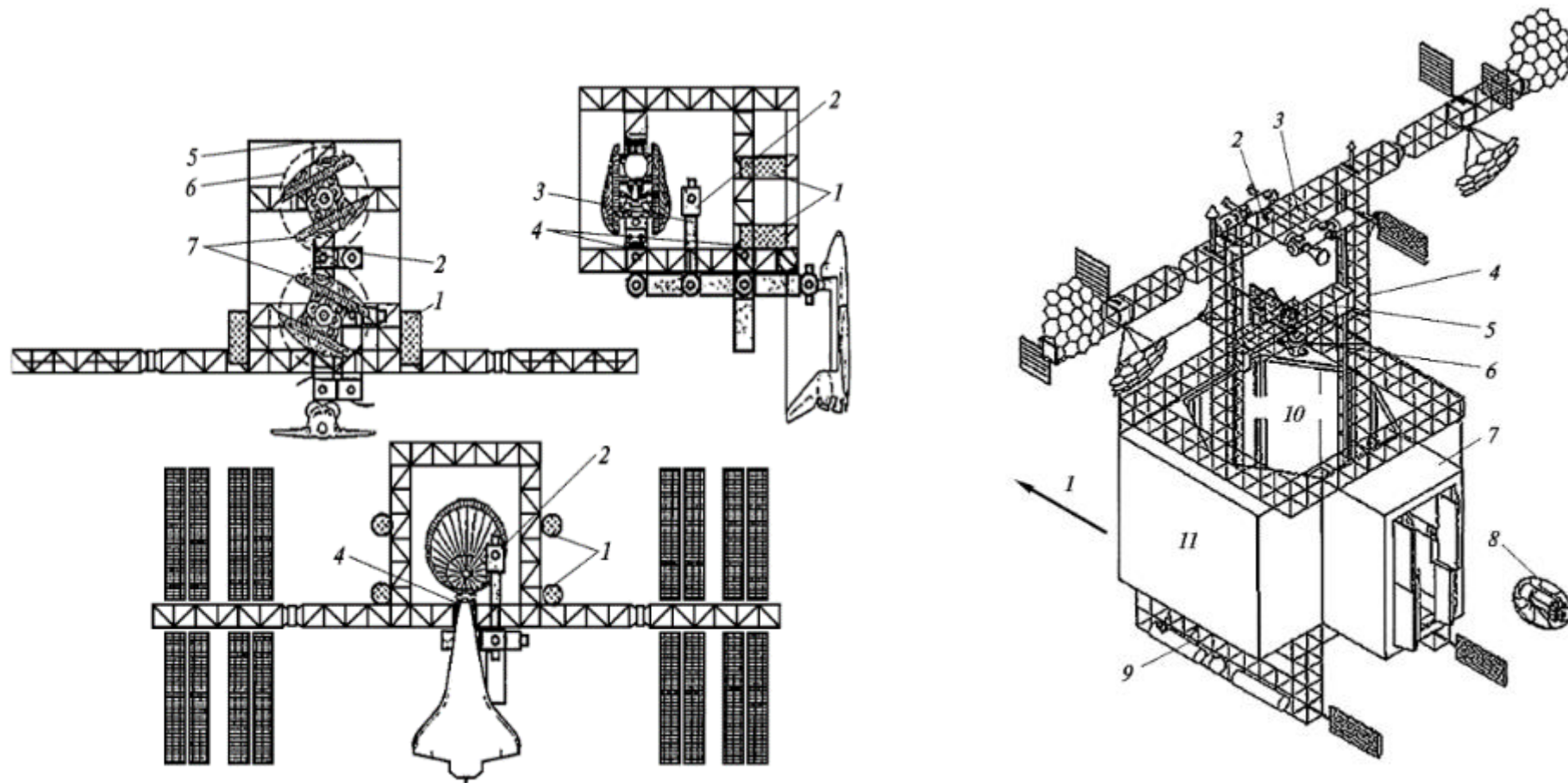


# Обслуживающие станции-доки



Взято из книги «Основы компоновки бортового оборудования ПКА»

# Обслуживающие станции-доки



Взято из книги «Основы компоновки бортового оборудования ПКА»



# Ремонт на орбите

---

- Ремонт станции «Салют-7»
- Ремонт станции «Skylab»
- Ремонт спутников
- Ремонт телескопа Hubble





# Практическая часть

- Продумывание принципов ремонта
- Обдумывание функций, логистики
- Создание облика станции
- Создание интерьера станции
- Создание чертежей, 3Д-моделей
- Создание макета станции



# Принцип ремонта

Принцип ремонта заключается в том, что неисправный КА закреплен на оси, что позволяет космонавтам при необходимости вращать КА, фиксировать его в определённом положении, что упростит процесс ремонта.



# Алгоритм работы станции



## 1 этап

КА неисправен, на станцию подается сигнал.



## 2 этап

При помощи специального буксира КА доставляется на станцию



## 3 этап

Экипаж осматривает КА при помощи камеры, определяется степень тяжести повреждений и неисправностей



## 4 этап

КА при помощи манипулятора помещается в один из ремонтных отсеков



## 5 этап

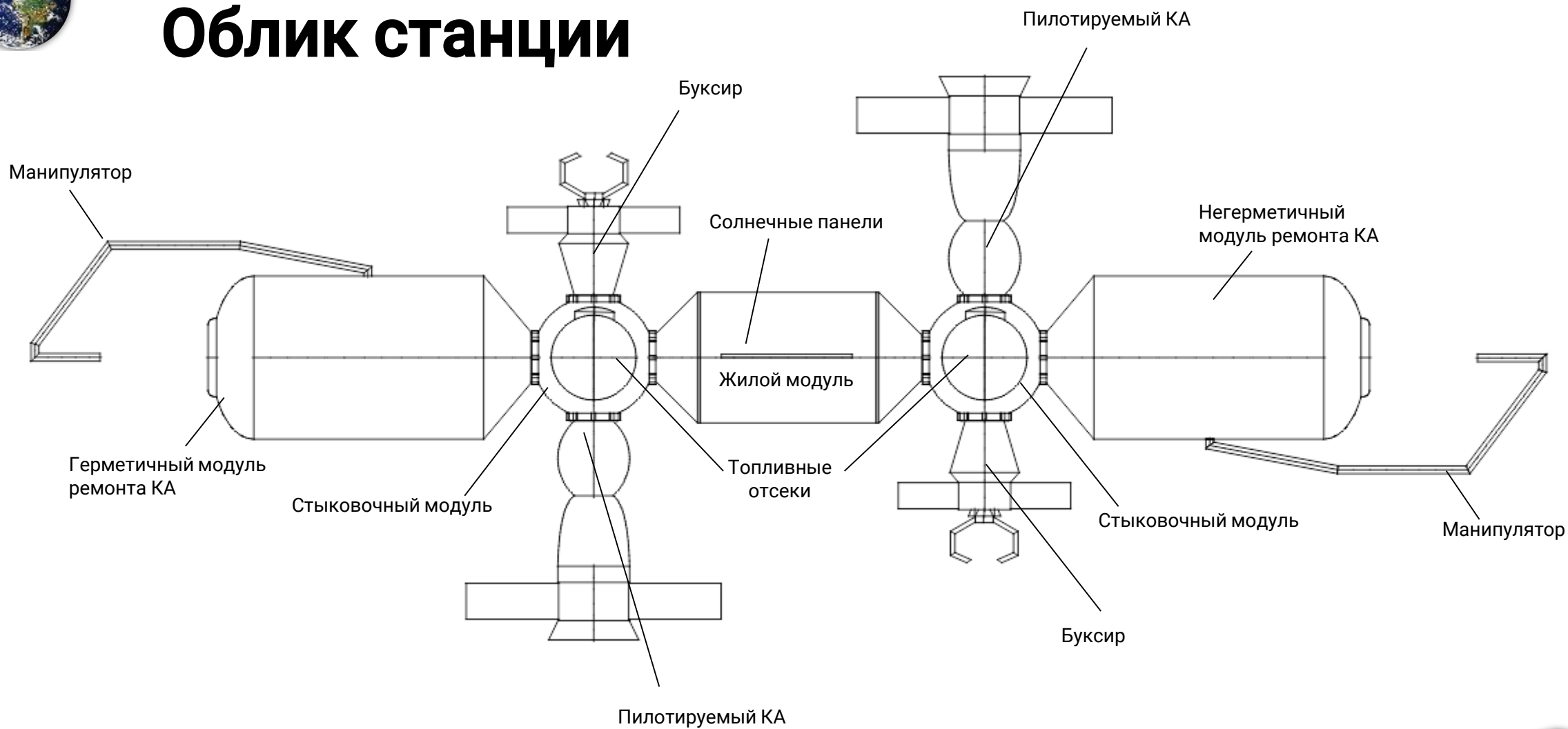
Экипажем производится ремонт или обслуживание неисправного КА

## 6 этап

Спутник исправен, далее отправляется на рабочую орбиту обратно буксиром.



# Облик станции





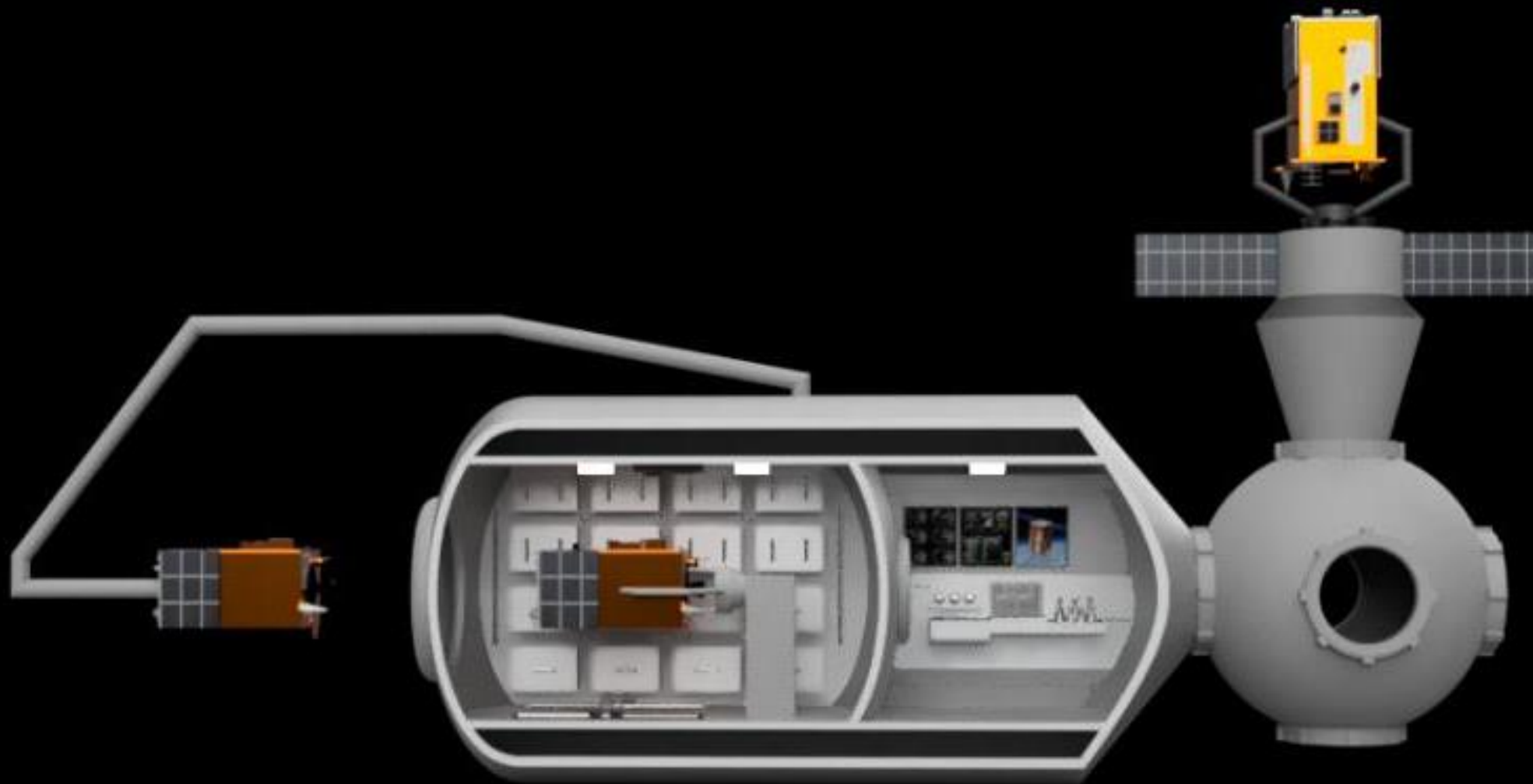


# Герметичный модуль

Используется при тяжелых повреждениях космического аппарата, а также там, где необходима сложная работа, например разбор некоторых агрегатов, ремонт в труднодоступных местах.

# Герметичный модуль

Модель в разрезе



# Герметичный модуль

Модель в разрезе





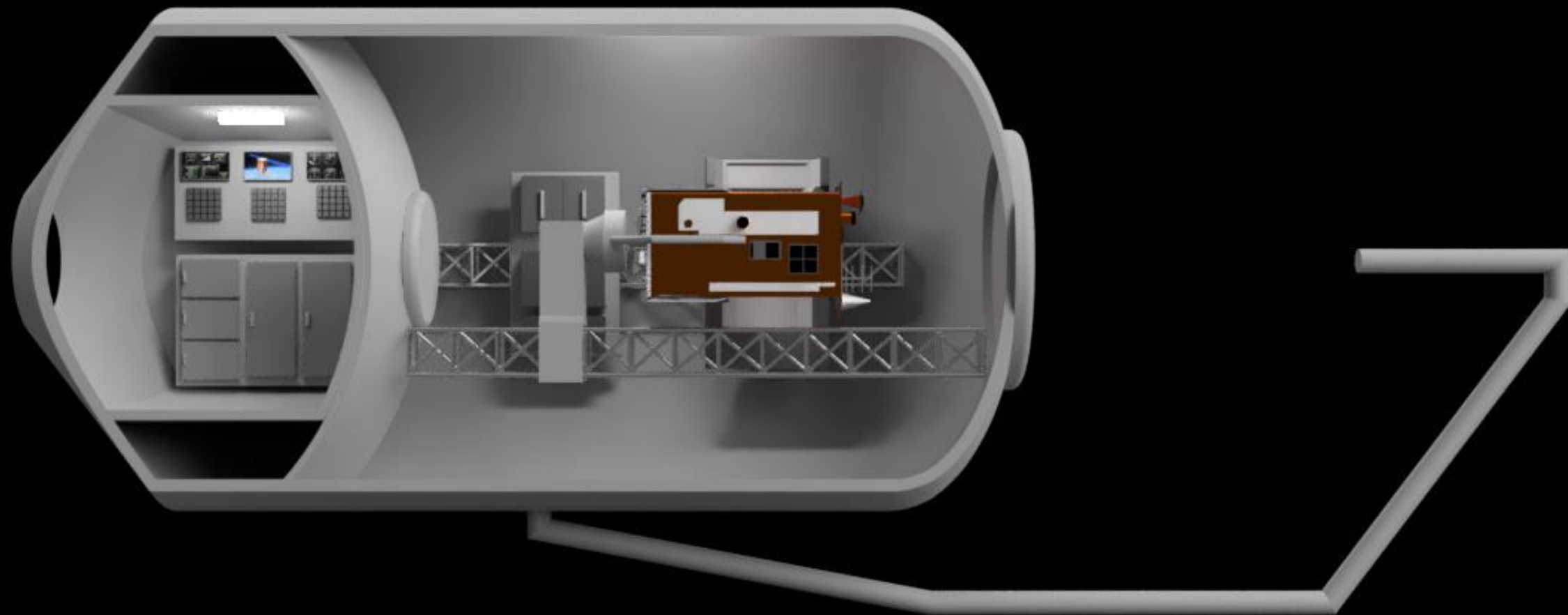


# Негерметичный модуль

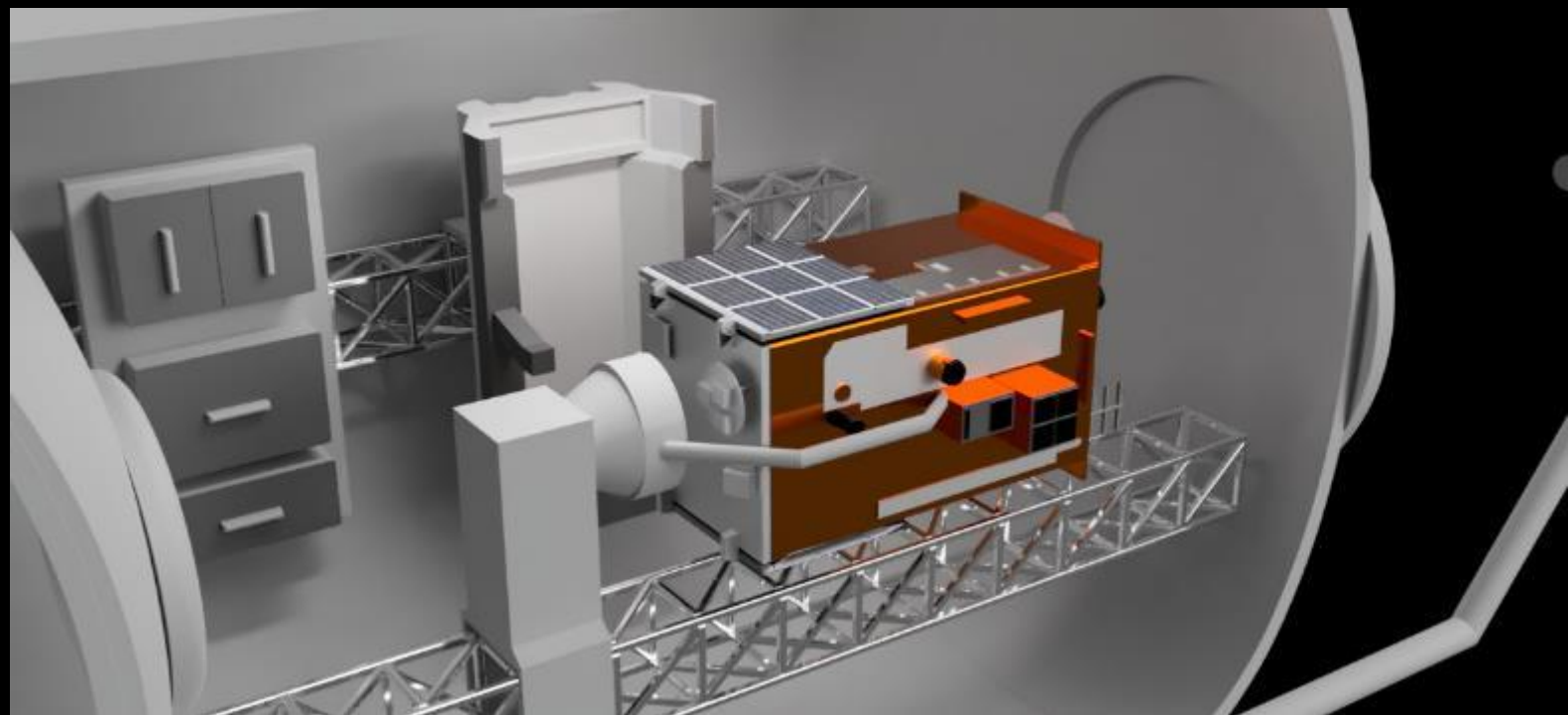
Используется для быстрой и оперативной замены какого-либо агрегата космического аппарата, либо для проведения технического обслуживания

# Негерметичный модуль

Модель в разрезе



# Негерметичный модуль

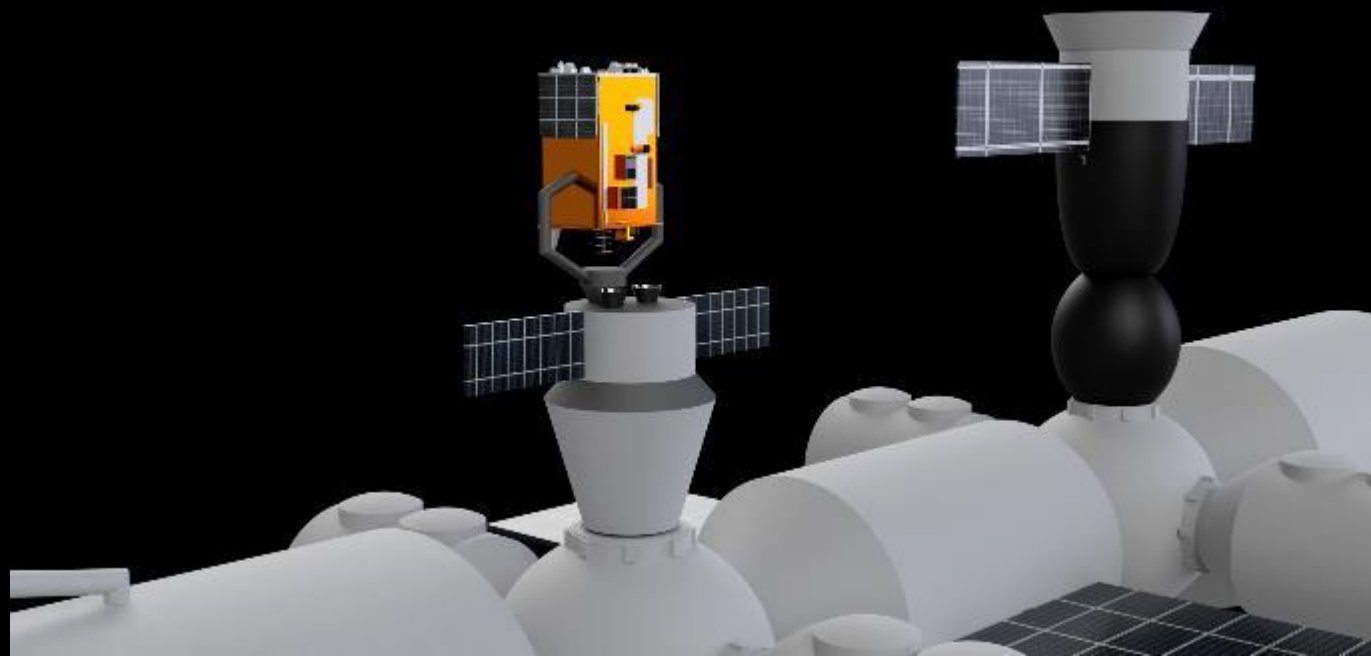




# Модель станции



# Модель станции





# Макет станции





# Электроника макета станции



# Спасибо!

Отдельную благодарность хочется выразить «ЦТТ Кванториум г. Кирова», в частности Бояринцеву Александру Анатольевичу, Смирновой Галине Леонидовне.

