



МГТУ им. Н.Э. Баумана
Студенческая научная весна
Аэрокосмический факультет



РОБОТИЗИРОВАННЫЙ АДАПТЕР ДЛЯ МЕГАКЛАСТЕРНОГО ЗАПУСКА МИКРОСПУТНИКОВ

Автор:

студент гр. АК1-121 **Ушакова** Екатерина Андреевна

Научный руководитель: проф. каф. СМ-2

Щеглов Георгий Александрович

Реутов, 2023

ПРОБЛЕМА

Одной ракетой-носителем выводится 416 спутников. Начиная с количества космических аппаратов больше 100, обычная система разделения становится невыгодной, поскольку это приводит к увеличению массы адаптера. С одной стороны, это выгодно с экономической точки зрения, но с другой стороны, существует проблема разделения космических аппаратов.

ЗАДАЧА

Исследовать возможность разработки адаптера, предназначенного для осуществления мегакластерного запуска, спроектировать модель требуемого адаптера и механизм отделения спутников и выведения их в открытый космос.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Novel satellite separation solutions for the next generation of satellite constellations. Nisanur Eker, Thomas Sinnb, Thomas Lundc, Joram Gruber, Alexander Titze, Ambre Raharijaonaf, Antonio Pedivellano. – Paris, France, 2022.
 - рассмотрены различные аналоги конструкций мегакластерных адаптеров для микро-/наноспутников.
2. Малые космические аппараты стандарта Cubesat. Современные средства выведения. В.Ю. Прокопьев, О.Н. Кусь, А.В. Оссовский.
 - рассмотрены перспективные технологии изготовления мегакластерных адаптеров для малых КА.
3. EP 3 854 699 A1 European patent application. Andrew E. Turner. – California, 2021.
 - представлен вариант конструктивного устройства с пружинным креплением магистральных элементов и использованием руки-манипулятора для их отделения.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ

С целью смягчения ограничений для владельцев МКА в космической промышленности были инициированы работы по нескольким направлениям, среди которых:

1. создание специальных многоместных адаптеров-диспенсеров;
2. предоставление устойчивых стандартных условий для попутного выведения МКА на эксплуатируемых РН, что позволило бы перейти к надежному планированию запусков;
3. облегченные несущие конструкции;
4. адаптация коммерчески доступных устройств и технологий к условиям космического полета;
5. бортовая робототехника, микродвигатели, микро- и наноэлектронно-механические устройства;
6. удаление «космического мусора» с орбит;
7. технологии автономного функционирования КА.

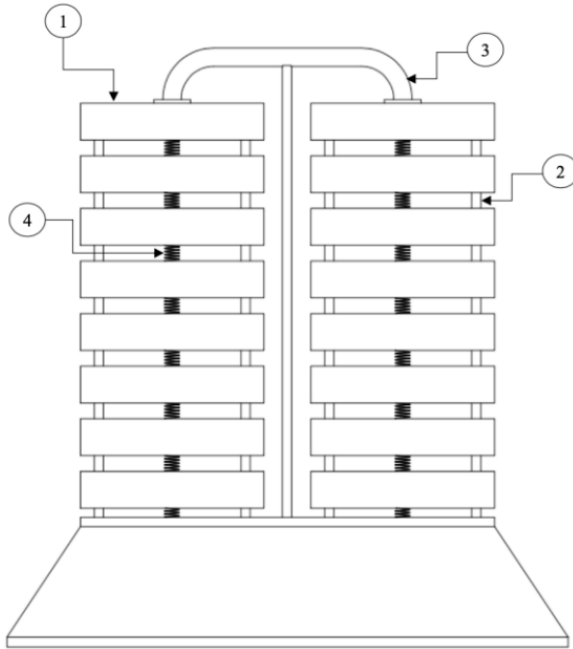
Классификация систем отделения



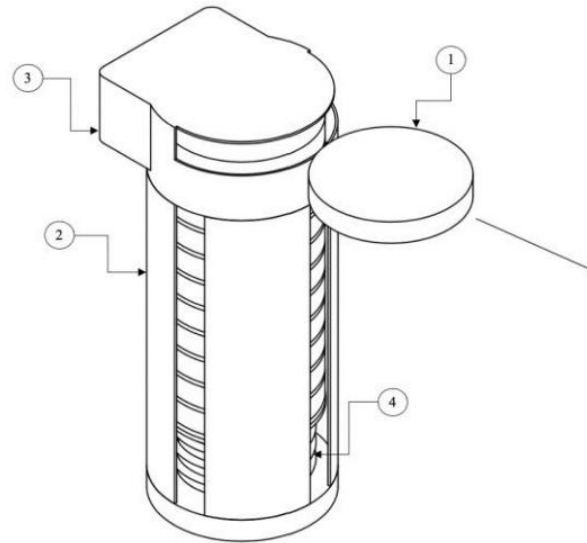
- a) Motorized Light Band (Rocket Lab, rocketlabusa.com)
- b) ESPA (MOOG Space and Defence Group, moog.com)
- c) P-POD (California Polytechnic State University)
- d) Starlink satellites inside the launcher fairing (twitter.com/SpaceX)

Адаптеры-диспенсеры

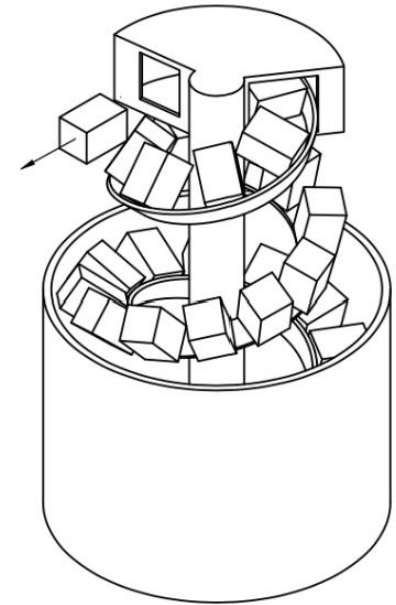
N. Ekeru и др.



Сложенные спутники в адаптере. Система состоит из спутников (1) с определенными контактными точками (2) и выталкивающими пружинами (4), скрепляются структурой предварительного нагружения (3).



Дисковый диспенсер, состоящий из стопки спутников (1), корпуса (2) с выталкивающим механизмом (3) и подпружиненным основанием (4).



Диспенсер со спутниками с ленточной подачей, где система подачи закручена по спирали вокруг несущей конструкции внутри обтекателя.

Адаптеры-диспенсеры

EP 3 854 699

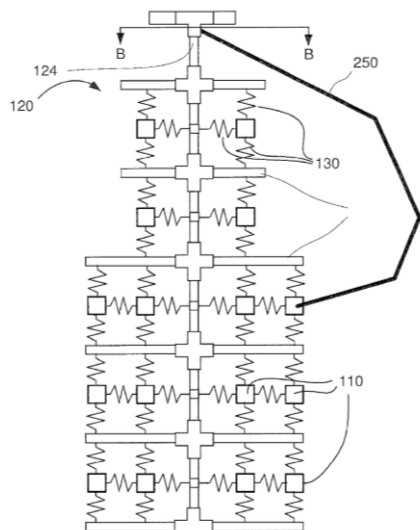


Figure 2

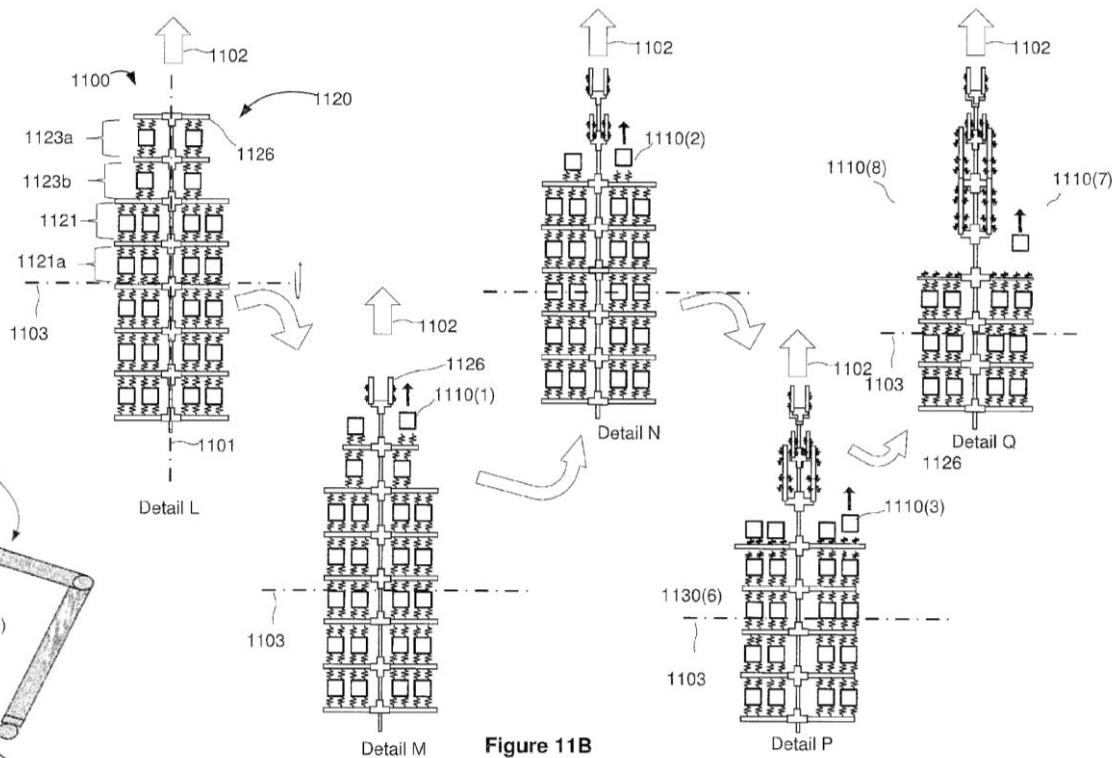
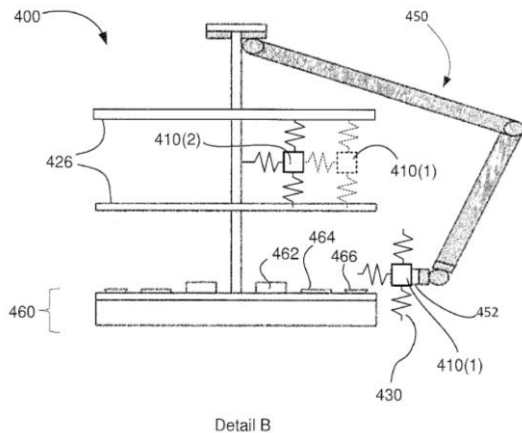
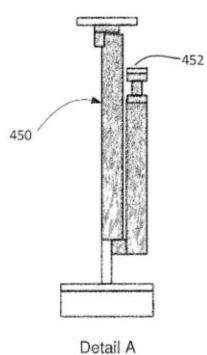
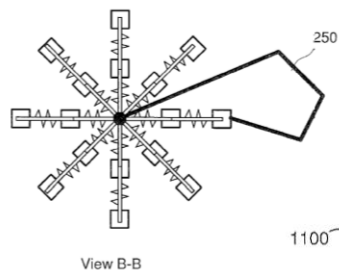
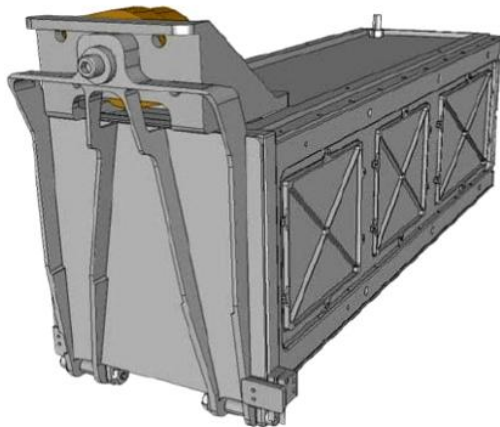
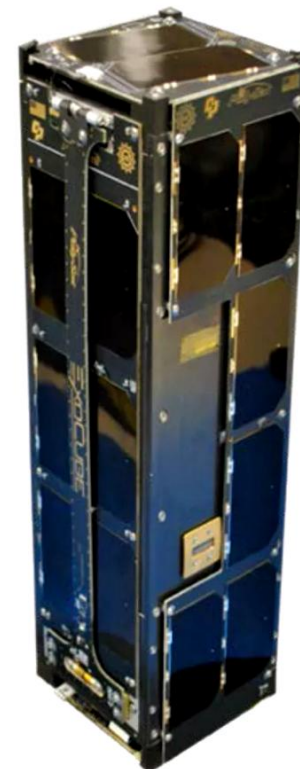


Figure 11B

Адаптеры-диспенсеры

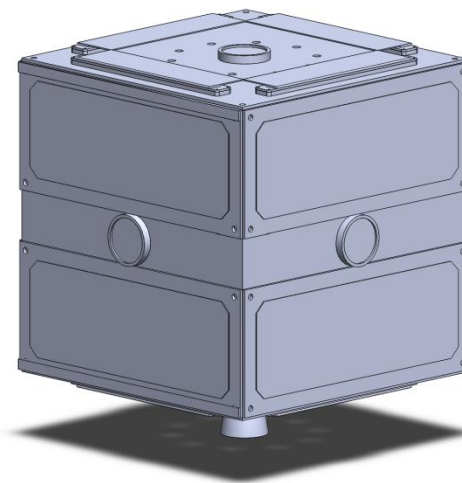
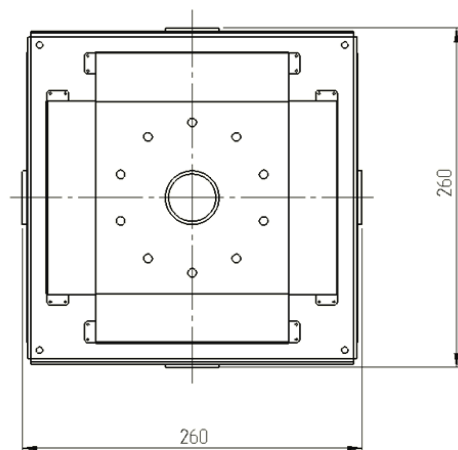
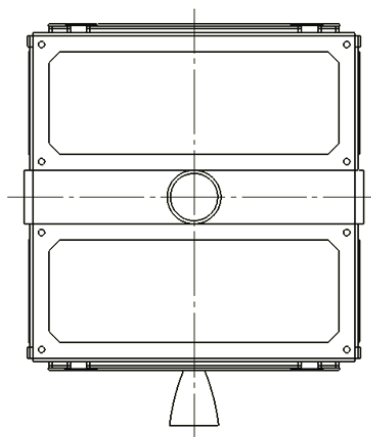
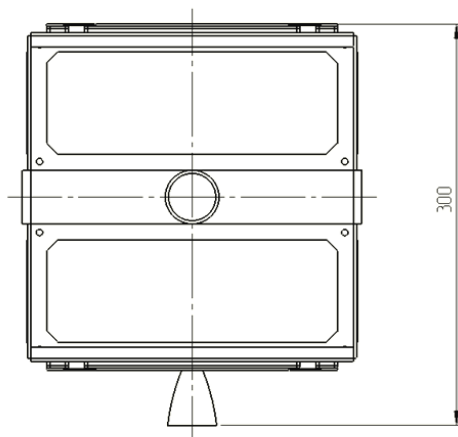


1U Standard
Dimensions:
10 cm × 10 cm × 11 cm



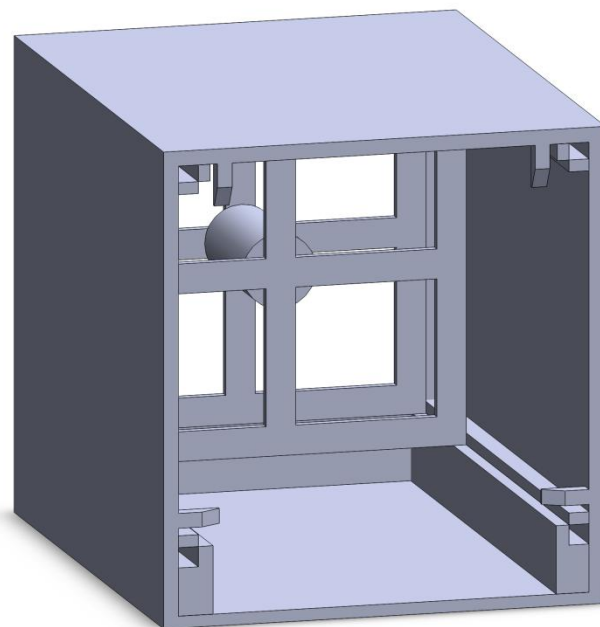
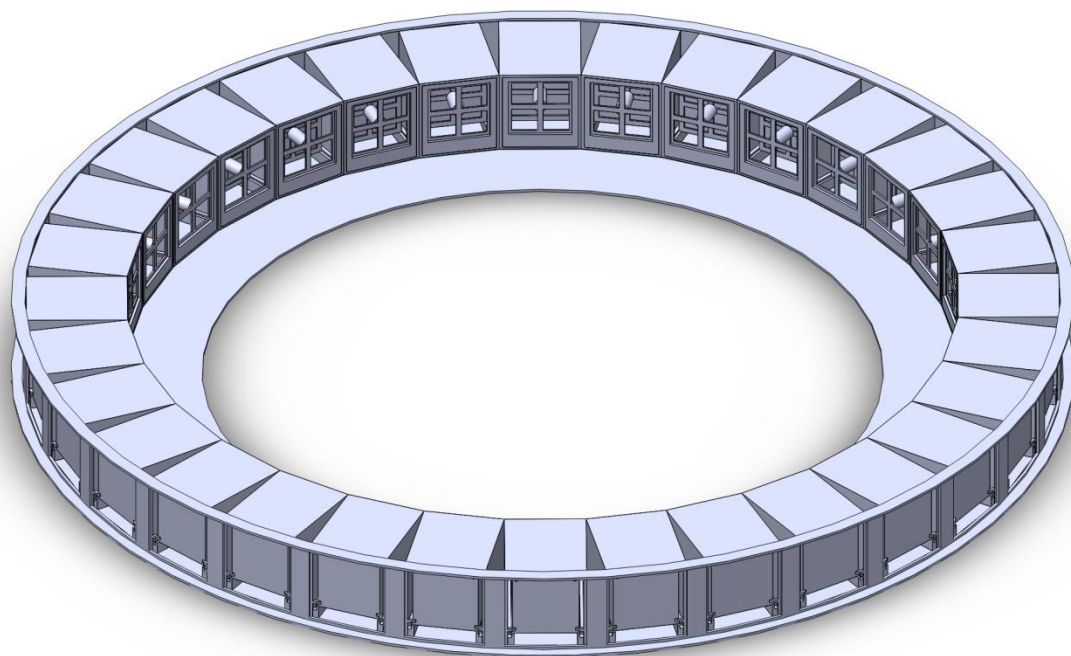
3U Standard
Dimensions:
10 cm × 10 cm × 34 cm

Чертеж КА в транспортировочном состоянии

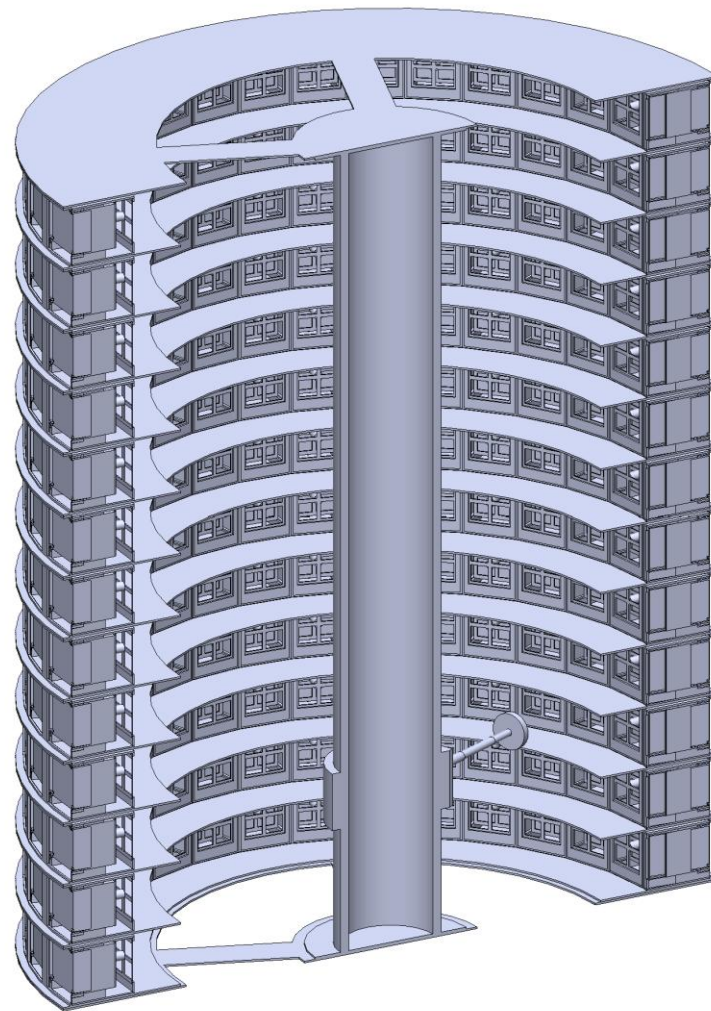
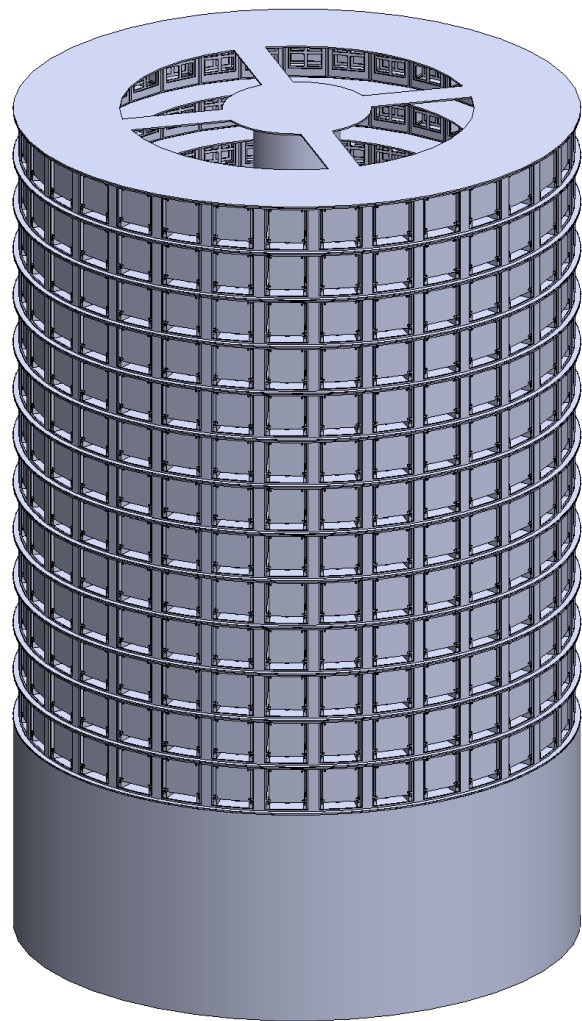


Масса одного КА 10 кг
Формат одного КА 27U
Количество КА 416
Суммарная масса КА 4160 кг

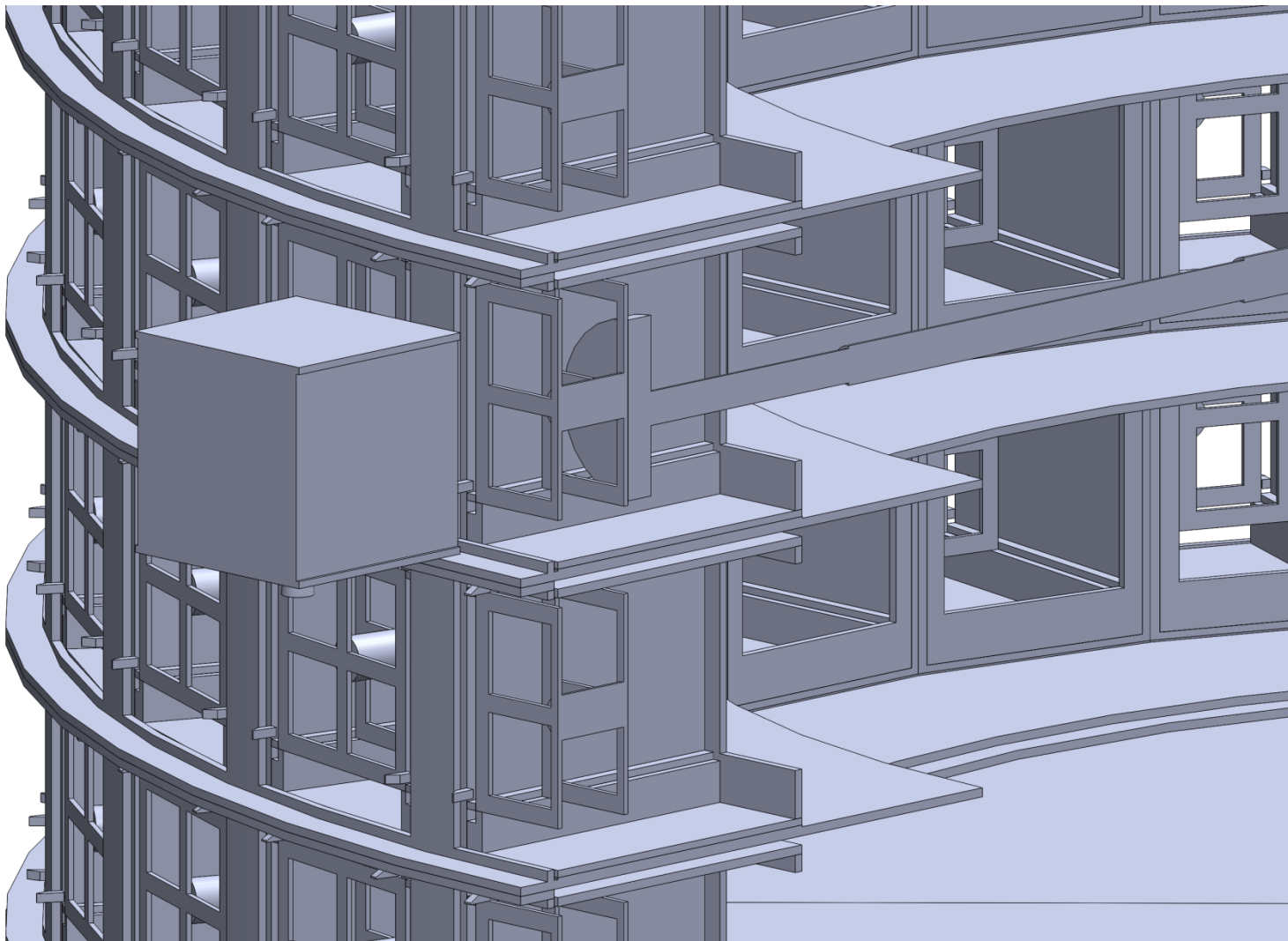
Модель секции адаптера и контейнера P-Pod



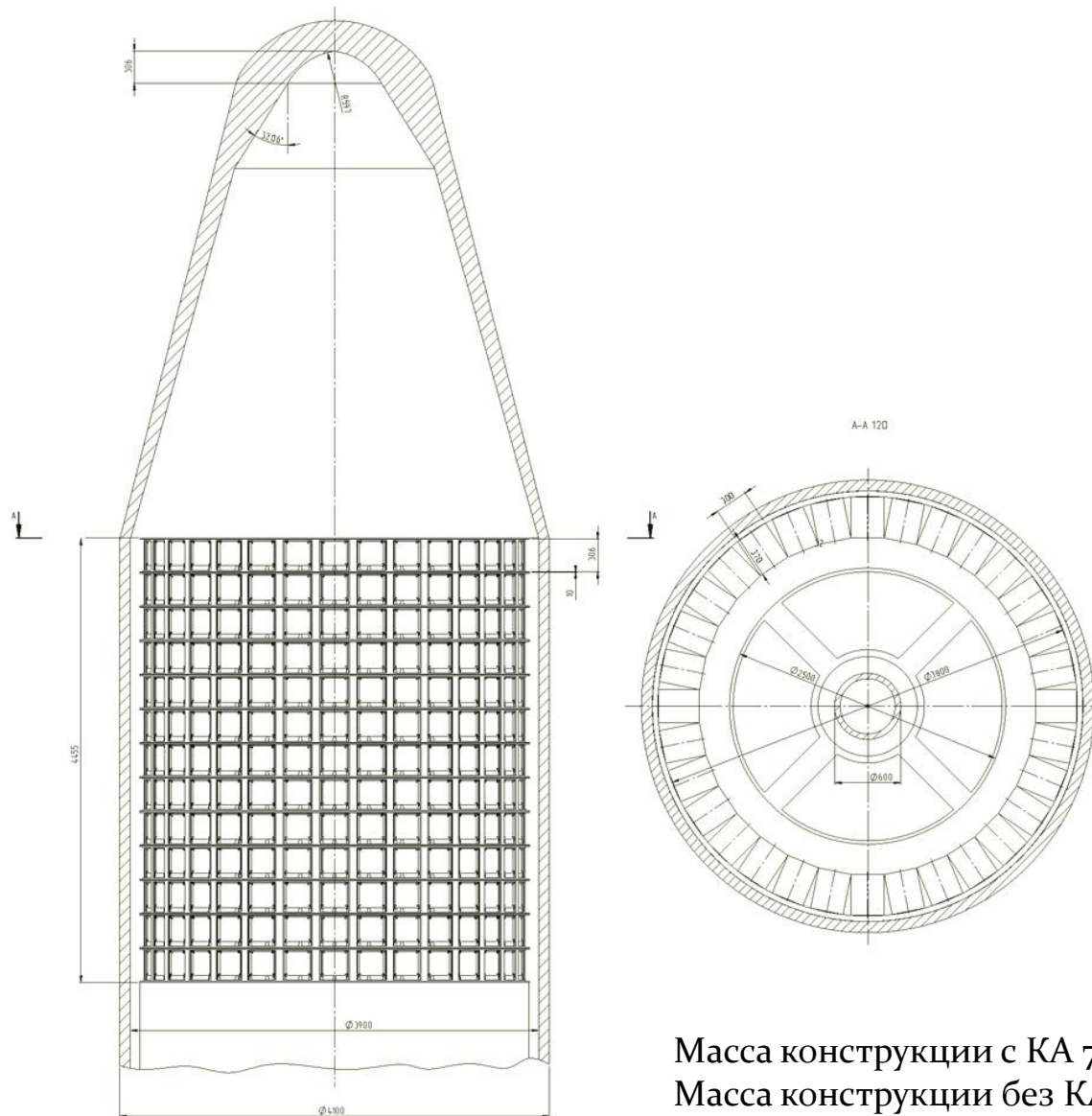
Модель адаптера с установленным манипулятором



Принцип действия манипулятора



Чертеж адаптера



Масса конструкции с КА 7660 кг
Масса конструкции без КА 3500 кг

Выводы

- В процессе выполнения работы были исследованы конструкции современных прототипов мегакластерных адаптеров для транспортировки и запуска в открытый космос спутников формата микро-/нано.
- В программном комплексе САПР SolidWorks была разработана модель требуемого адаптера и механизм отделения спутников и выведения их в открытый космос.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Novel satellite separation solutions for the next generation of satellite constellations. Nisanur Eker, Thomas Sinnb, Thomas Lundc, Joram Gruber, Alexander Titze, Ambre Raharijaonaf, Antonio Pedivellano. – Paris, France, 2022.
2. Малые космические аппараты стандарта Cubesat. Современные средства выведения. В.Ю. Прокопьев, О.Н. Кусь, А.В. Оссовский.
3. EP 3 854 699 A1 European patent application. Andrew E. Turner. – California, 2021.
4. <https://dernasherbrezon.com/posts/cubespec/>
5. [https://sputnix.ru/tpl/docs/%D0%9E%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%9E%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%82-%D0%9F%D1%80%D0%BE%20\(%D1%80%D1%83%D1%81.\).pdf](https://sputnix.ru/tpl/docs/%D0%9E%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%9E%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%82-%D0%9F%D1%80%D0%BE%20(%D1%80%D1%83%D1%81.).pdf)
6. <https://spaceflight.com/sso-a-update/>