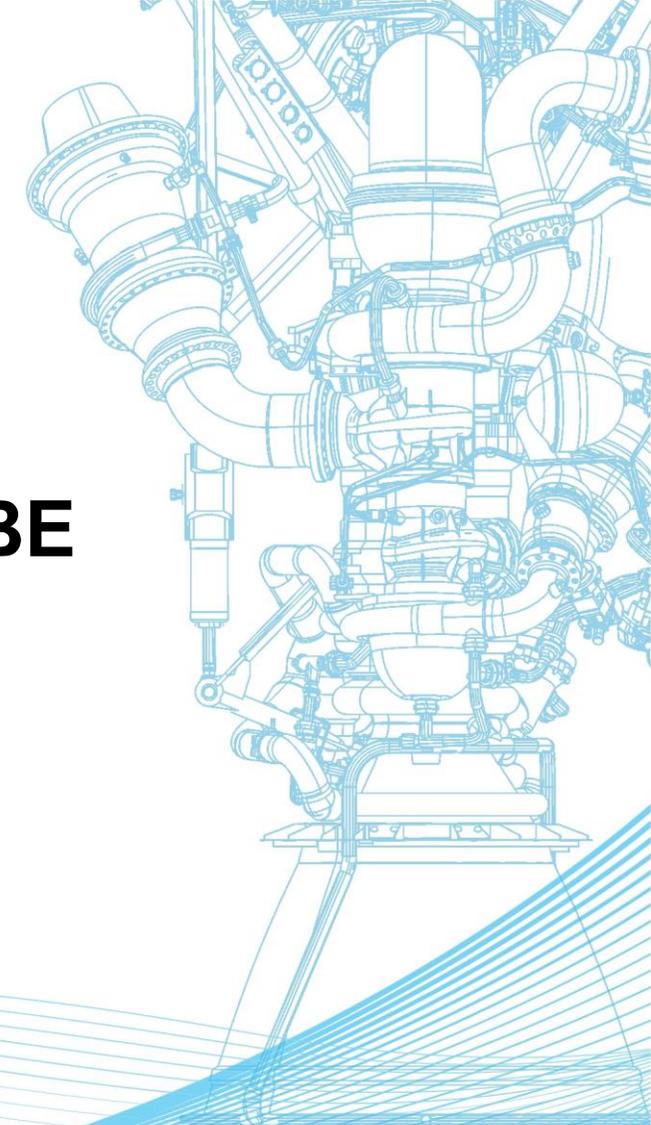




**XXIII НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ
УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ ПАО «РСК «ЭНЕРГИЯ»
28 октября-1 ноября 2024 года, г. Королёв**



ДВИГАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА НА ОСНОВЕ СПД-50М ДЛЯ ВЫСОКОАПОГЕЙНОГО МИКРОСПУТНИКА



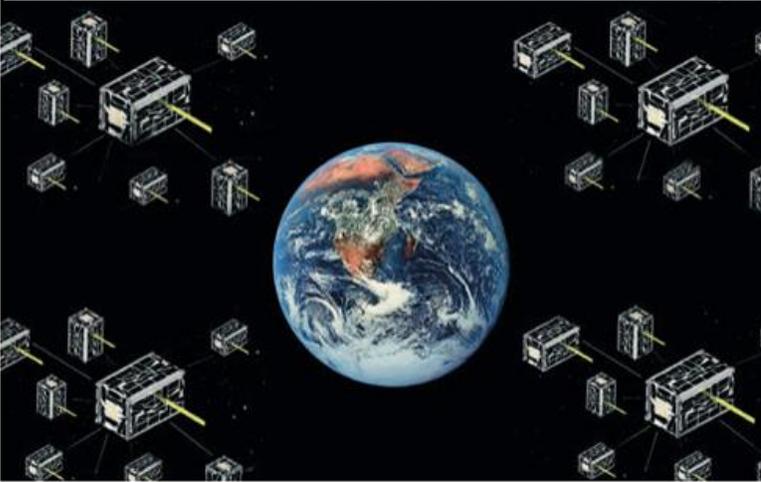
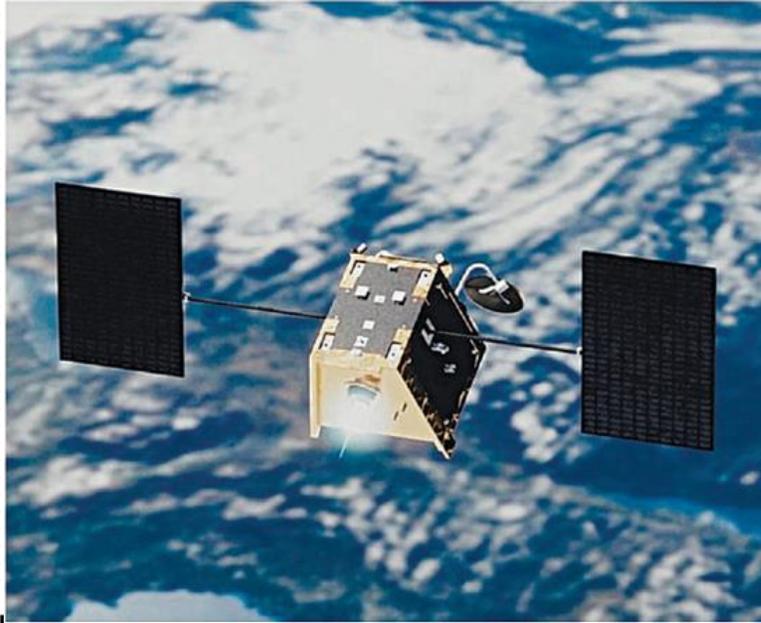
Суслов К. С.
младший научный сотрудник
ИПМ им. Келдыша

Васильев Д. С.
Инженер-конструктор
АО «ОКБ «Факел»



ФАКЕЛ
ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
ИНТЕГРИРОВАННАЯ СТРУКТУРА ИПО ЭНЕРГОМАШ

МАЛЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

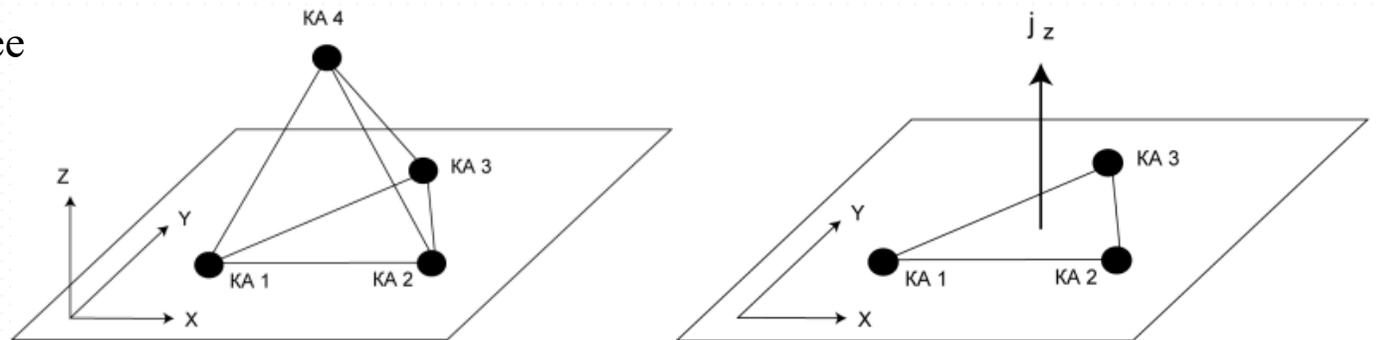
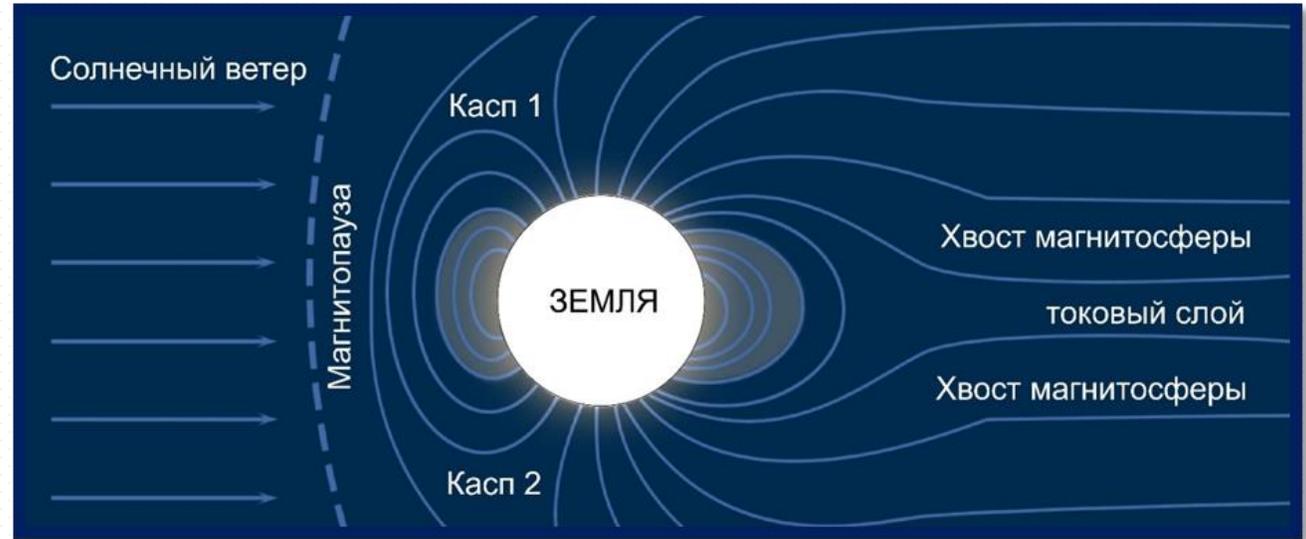


Преимущества:

- Простота;
- Экономичность;
- Возможность попутного запуска;
- Возможность выведения РН легкого класса;
- Выход из строя аппарата резервируется другими аппаратами группировки

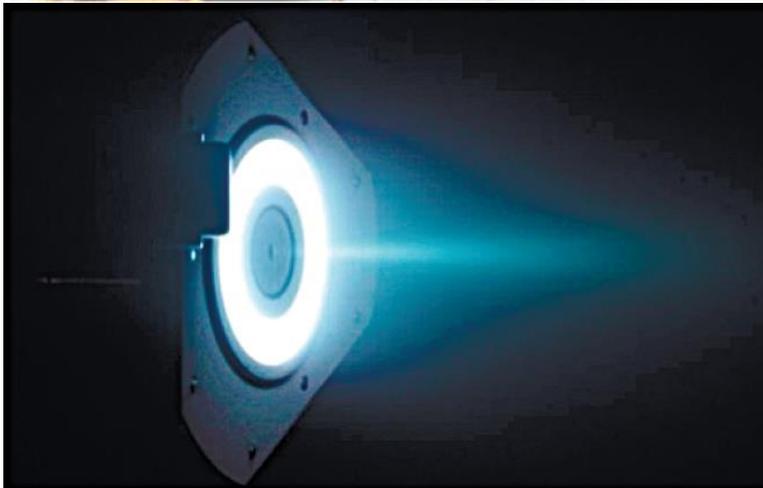
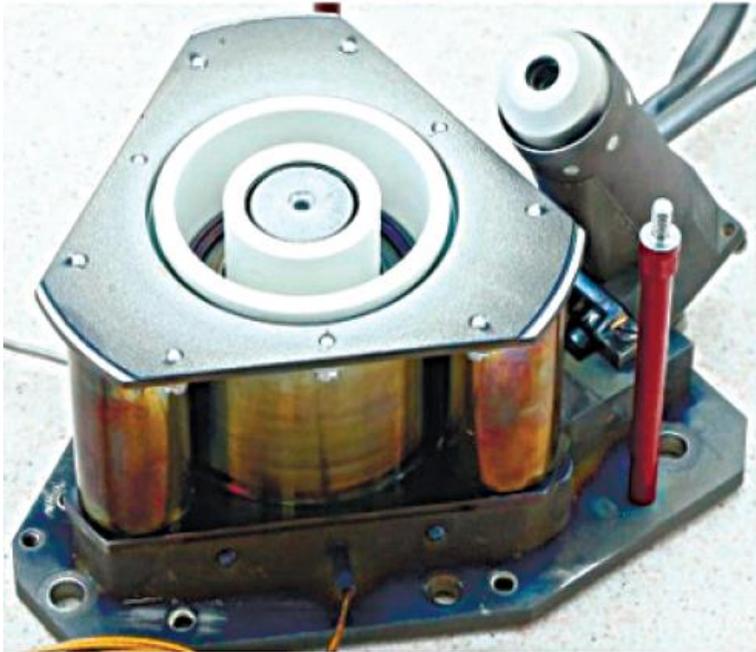
ЦЕЛЬ МИССИИ: ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕТРАЭДАЛЬНОЙ ФОРМАЦИИ АППАРАТОВ

- Представляют интерес области магнитосферы: магнитопауза и хвост магнитосферы на расстояниях около 120 тыс. км от Земли
- Для определения электрических токов Земли необходимо использовать тетраэдральную формацию МКА
- Использование МКА накладывает ограничения на доступную тягу, мощность солнечных батарей и запас топлива
- Для вывода формации на высокоэллиптическую орбиту и поддержания ее конфигурации используем ЭРДУ



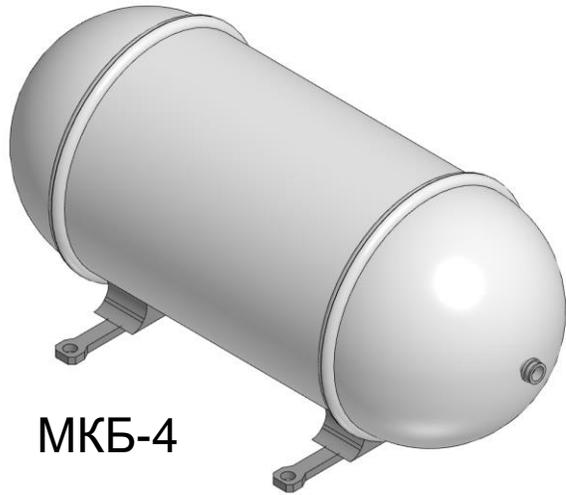
Полезная нагрузка – малоразмерный магнитометр разработки ИКИ РАН, ИСЗФ СО РАН

СПД-50М

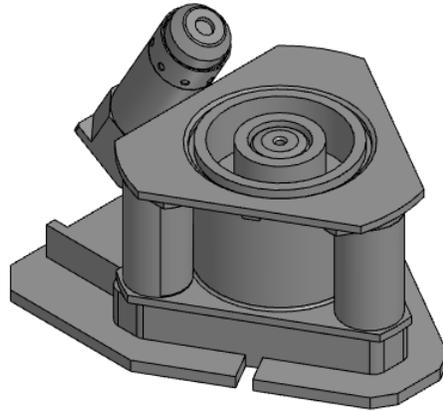


Параметр	СПД-50М	
Тяга, мН	14,8	18,0
Удельный импульс тяги, м/с (с)	9123 (930)	11772 (1200)
Мощность разряда, Вт	220	300
Напряжение разряда, В	183	300
Ток разряда, А	1,2	1,0
КПД, %	31	40
Время безотказной работы (прогнозируемое), ч	> 3200 (>5000)	
Количество включения	>11000	
Масса, кг	1,32	

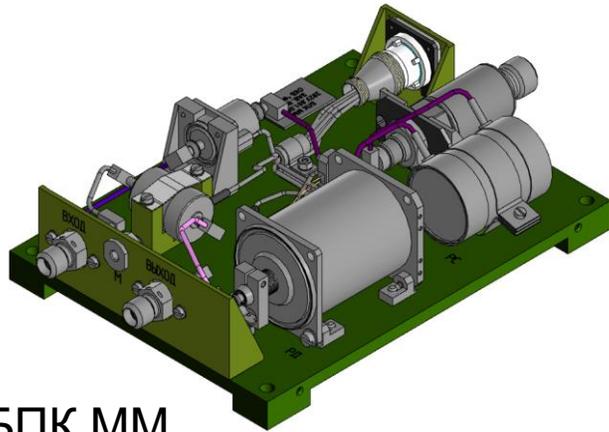
ДВИГАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА



МКБ-4



СПД-50М



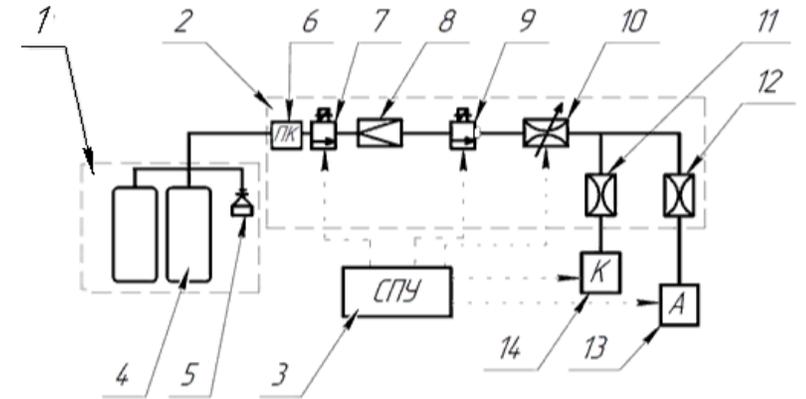
БПК ММ



СПУ

Двигательная установка:

- СПД-50М – 1,32 кг;
- БПК ММ – 1,30 кг;
- Баллоны МКБ-4 – 2 шт. по 8 кг;
- СПУ – 2,5 кг.



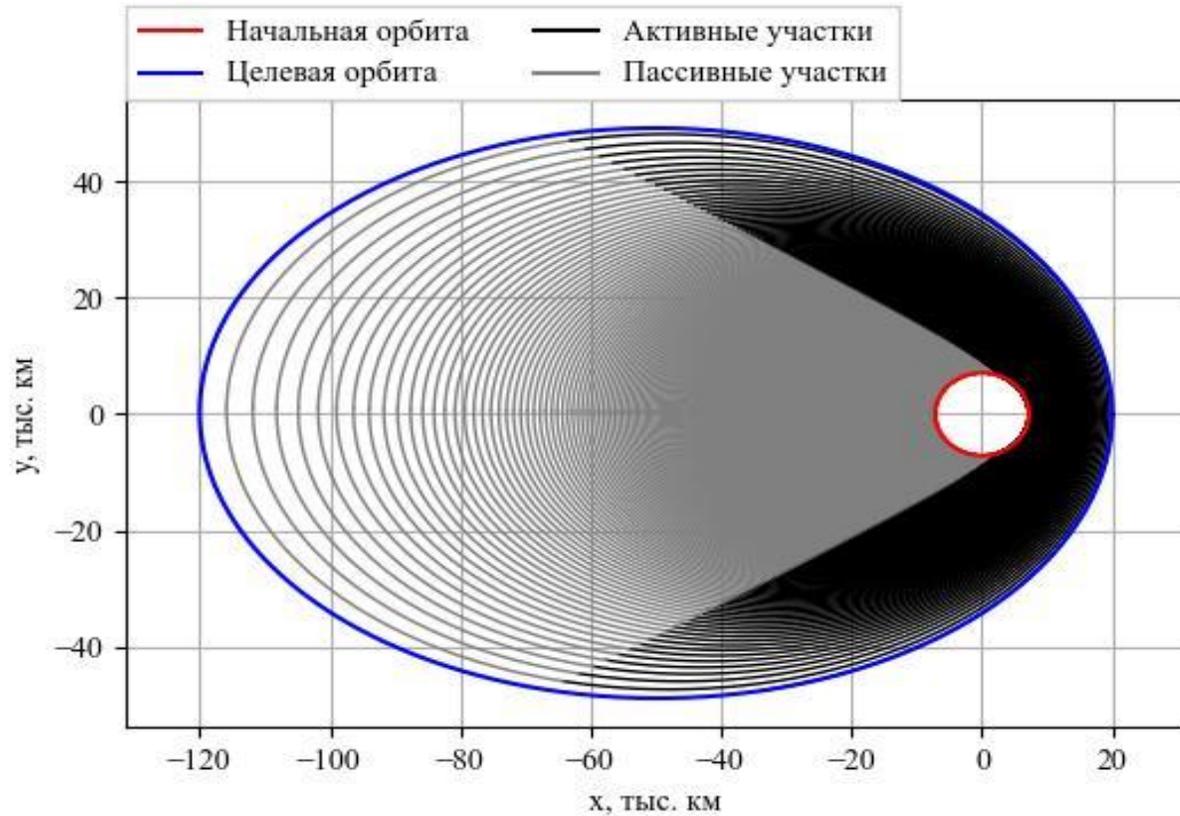
Структурная схема ДУ

- 1 – СХП, 2 – блок подачи, 3 – СПУ, 4 – баллоны,
- 5 – заправочная горловина,
- 6 – пусковой клапан, 7 – клапан высокого давления,
- 8 – регулятор давления,
- 9 – клапан низкого давления, 10 – термодроссель,
- 11 – катодный жиклер,
- 12 – анодный жиклер, 13 – анодный блок,
- 14 – катод-компенсатор

МАССОВАЯ СВОДКА

Аппарат	каркас, кг	15,00		
	Блок гиродинов, кг	1,30		
	электроника, кг	3,10	Итого масса аппарата (без ДУ), кг	19,40
ДУ	СПД-50М, кг	1,32		
	БПК ММ, кг	1,30		
	МГР-50М, кг	0,32		
	горловины, кг	0,16		
	БУДУ, кг	2,50		
	МБТ, монтаж, кг	1,00		
	2 баллона МКБ по 4 л., кг	4,00	Итого масса ДУ, кг	10,60
Ксенон	по 8 кг на баллон, кг	16,00	Итого масса топлива, кг	16,00
Итого полная начальная масса				46,00

БАЛЛИСТИКА



Параметры целевой орбиты:

- Перигеум – 20 000 км;
- Апогеум – 120 000 км.

Параметры начальной орбиты:

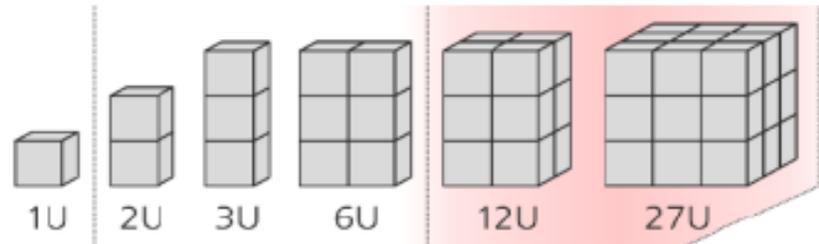
- Круговая ССО – 800 км.

Рабочие параметры двигателя СПД-50М:

- $N = 300$ Вт;
- $F = 18$ мН;
- $I_{y\partial} = 11772$ м/с (1200 с).

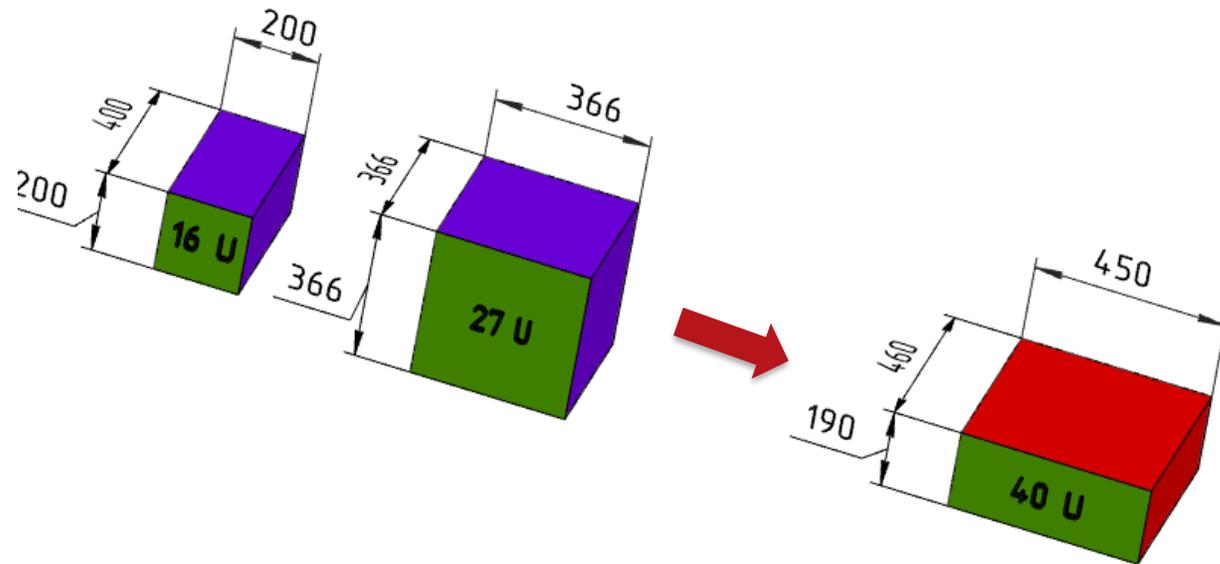
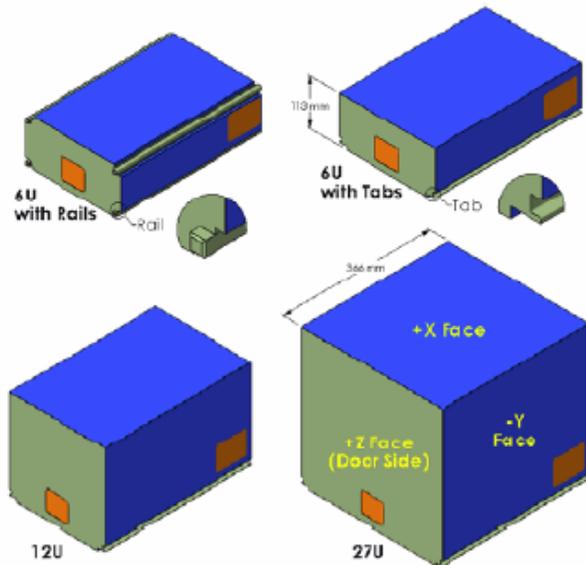
Время перелёта	300 суток
Число оборотов вокруг Земли	1746
Суммарные затраты топлива	13.9 кг
Суммарное моторное время	2513 часов

РАЗРАБОТКА КАРКАСА



Преимущества платформы:

- Простота разработки и изготовления;
- Унификация комплектующих;
- Масштабирования;
- Экономичность.



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ И БОРТОВОЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ



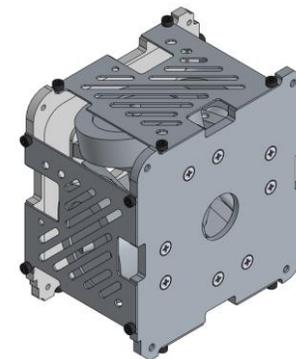
Бортовой вычислительный
модуль



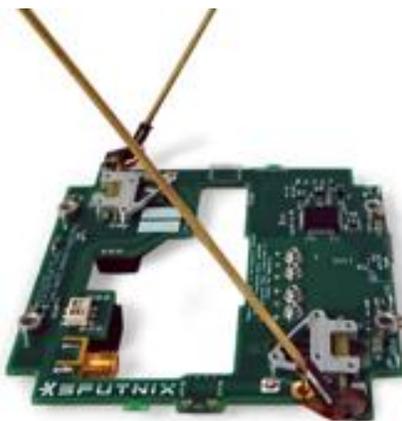
Командно-телеметрическая
аппаратура



Датчик угловой
скорости



Гиродин



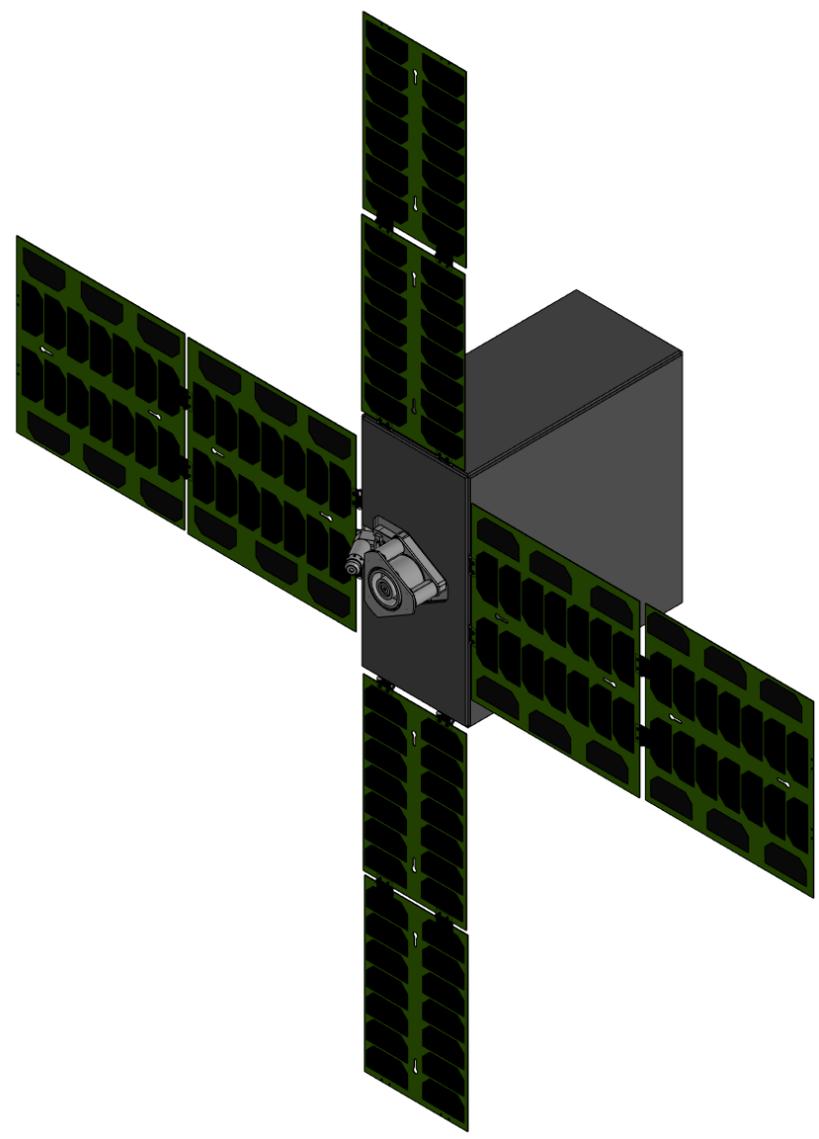
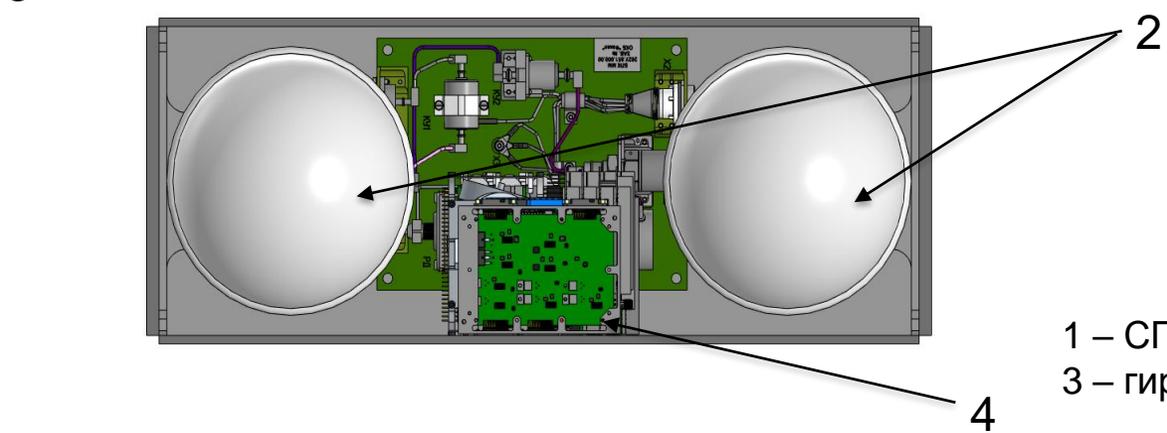
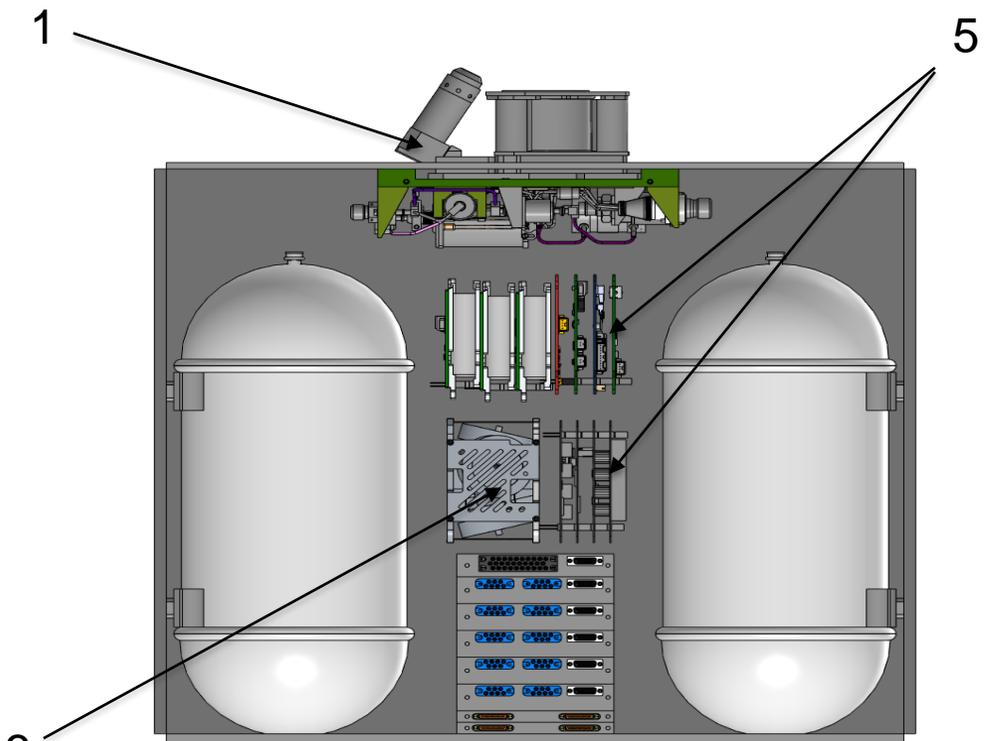
Антенная система



Система энергоснабжения

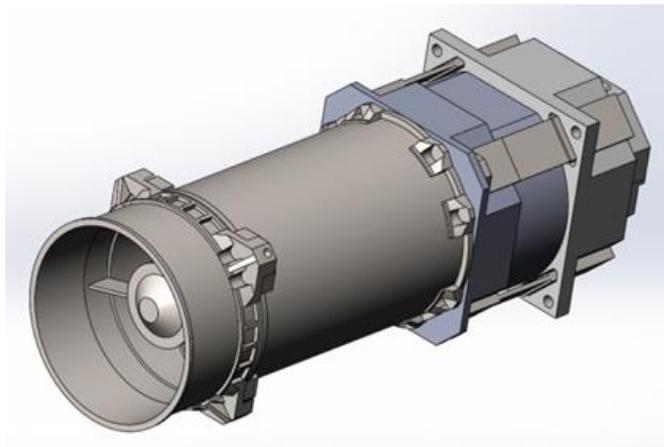
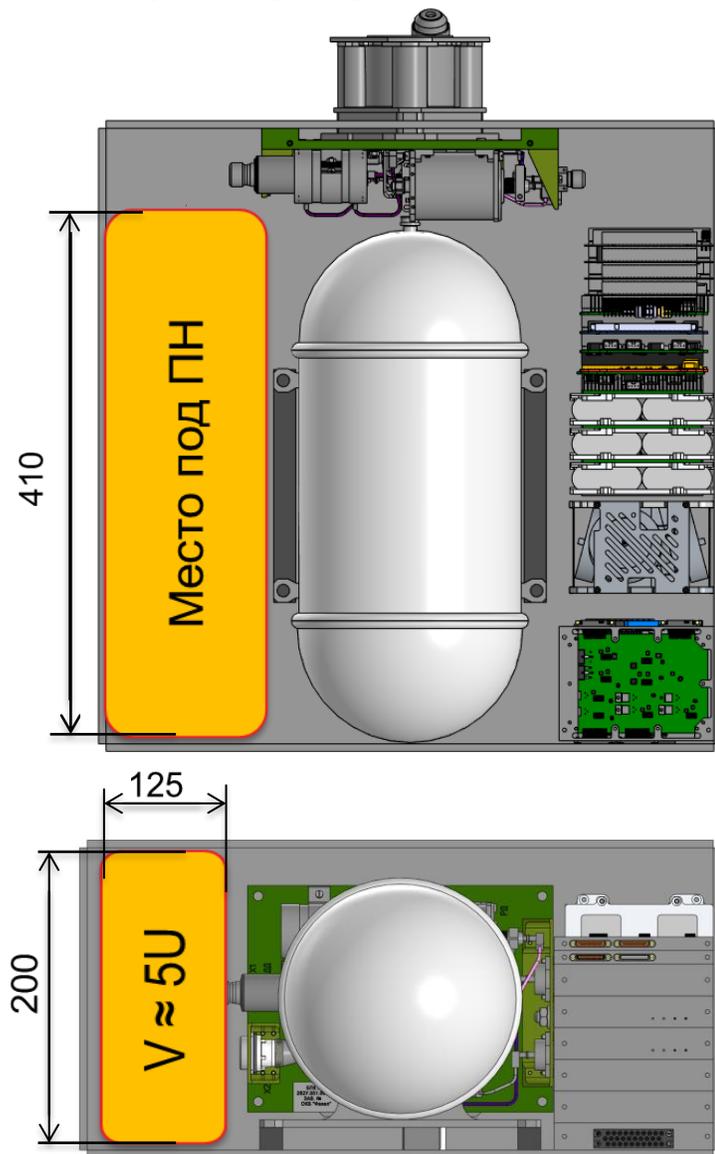


ПЛАТФОРМА 40U



1 – СПД-50М; 2 – Баллоны МКБ-4;
3 – гиродин; 4 – СПУ; 5 – Блоки электроники.

КОМПОНОВКА ВНУТРИ ПЛАТФОРМЫ 32U



С камерой ОЭК-106037:

Н = 300 км: 1,5 года;

Н = 350 км: 3,75 года;

Н = 400 км: 8,6 лет.

С камерой ОЭК-111043:

Н = 300 км: 1,1 года;

Н = 350 км: 2,8 лет;

Н = 400 км: 6 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- -Предложена тетраэдральная конфигурация из микроспутников, снабженных ЭРДУ, для исследования заданных участков магнитосферы Земли, определена возможность реализации такой миссии
- Проработана универсальная платформа для Cubesat большого форм-фактора (32U), которая могла бы служить основой для различных околоземных миссий

