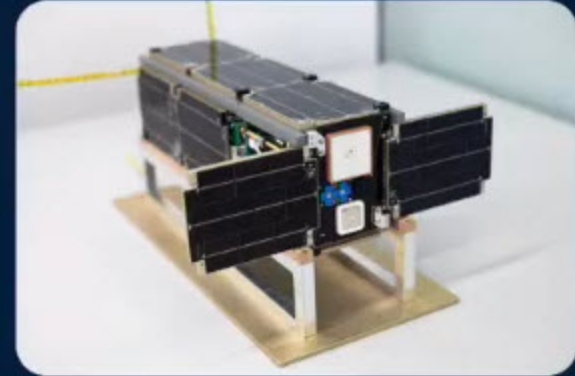


Наши достижения

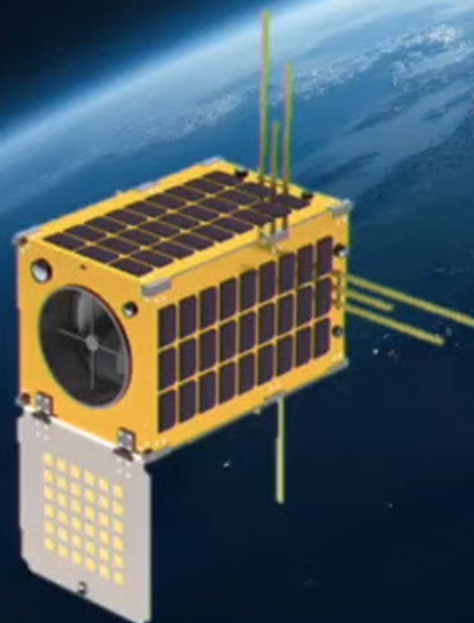
- Разработка первого спутника ЗУ: 1,5 года
- Самостоятельная разработка всех составных частей: конструкции, электроники и ПО
- Разработаны все системы спутника (Платформа 2.0): солнечные панели, солнечный датчик, системы управления, питания, связи (в том числе передатчик DVB-S2 250 Мбит/с), магнитная и маховичная системы ориентации
- Выведено на орбиту семь кубсатов, все полностью работоспособны (шесть остаются на орбите)
- Создана сеть наземных станций



От 3U к 16U



Что было
3U



Как себе представляли
16U

Что получилось
16U



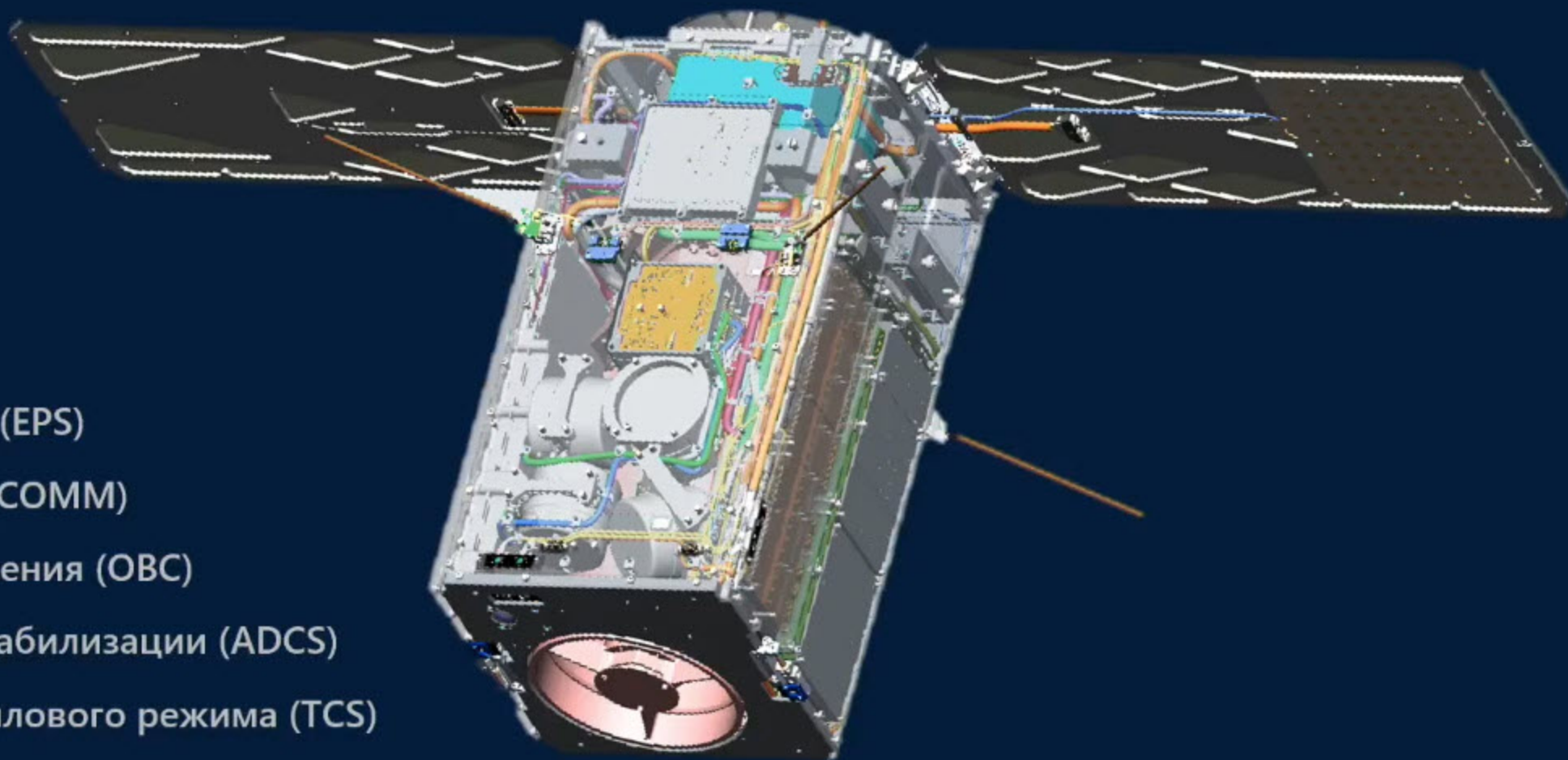
Главные особенности

- Реализованы высокоточные алгоритмы ориентации
- Звездный датчик и волоконно-оптический гироскоп для определения ориентации
- Маховики собственной разработки и электромагнитные катушки для обеспечения и поддержания ориентации
- Резервирование электронных модулей критически важных систем
- Резервированная аккумуляторная батарея
- Вся радиоэлектронная аппаратура размещена в одном блоке
- Узкополосная радиолиния для управления и приема телеметрии
- Широкополосная радиолиния для сброса данных от полезной нагрузки
- Раскрывающиеся солнечные панели
- Бортовая шина CAN



Состав

- Система электропитания (EPS)
- Бортовая система связи (COMM)
- Бортовая система управления (OBC)
- Система ориентации и стабилизации (ADCS)
- Система обеспечения теплового режима (TCS)
- Бортовая кабельная сеть
- Конструкция и механизмы



Система электропитания (EPS)

Обеспечивает электрической энергией бортовую аппаратуру МКА в течение всего срока активного существования.

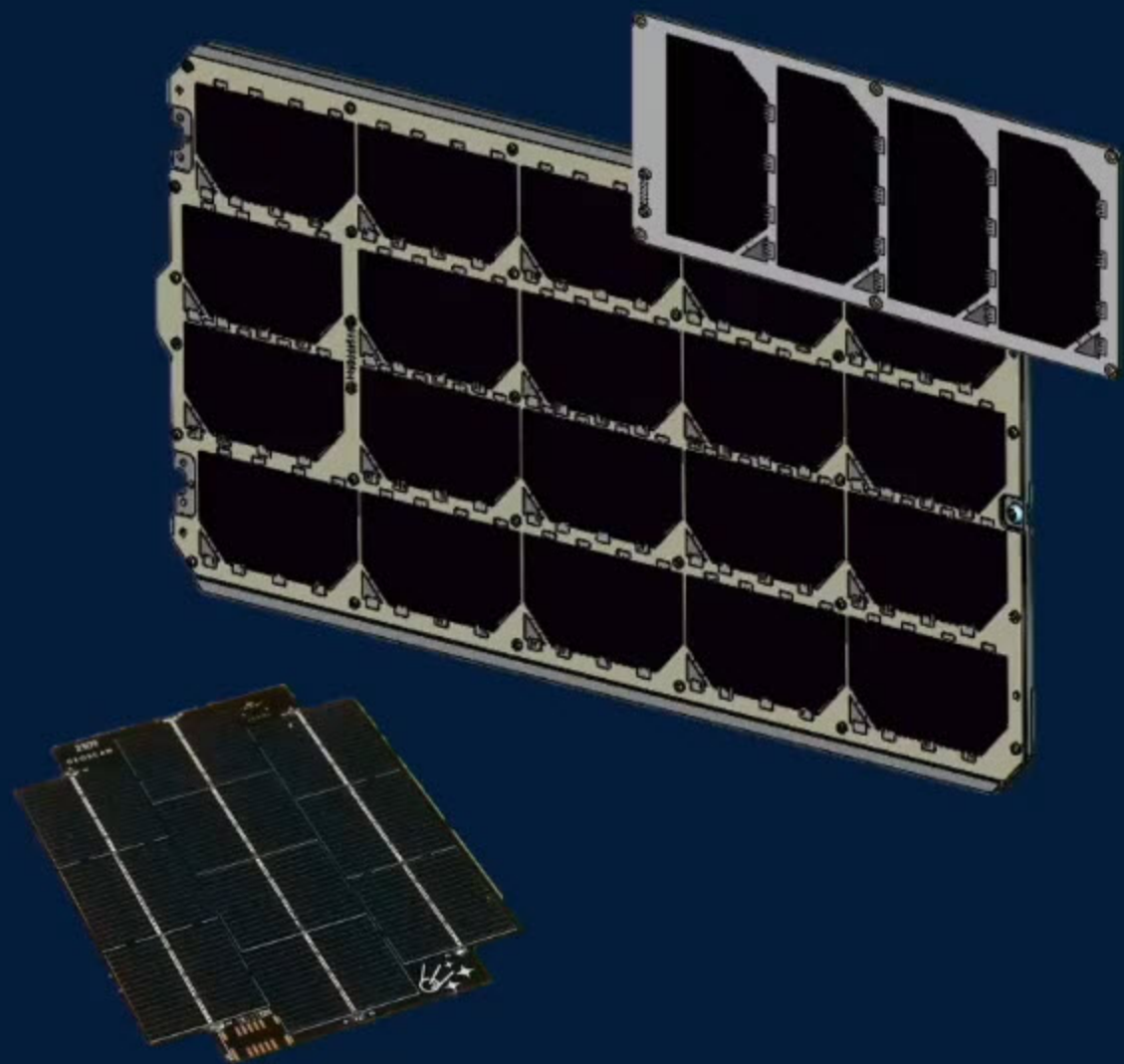
Задачи:

- сбор энергии от фотоэлектрических преобразователей солнечных панелей;
- реализация алгоритма слежения за точкой максимальной мощности;
- контроль заряда и разряда АКБ;
- формирование напряжения питания и коммутация питания для бортовых систем МКА и ПН;
- измерение и контроль уровней токов и напряжений в каналах питания;
- пережигание лески для раскрытия антенн низкоскоростного радиоканала и солнечных панелей;
- коммутация и контроль параметров потребления энергии.

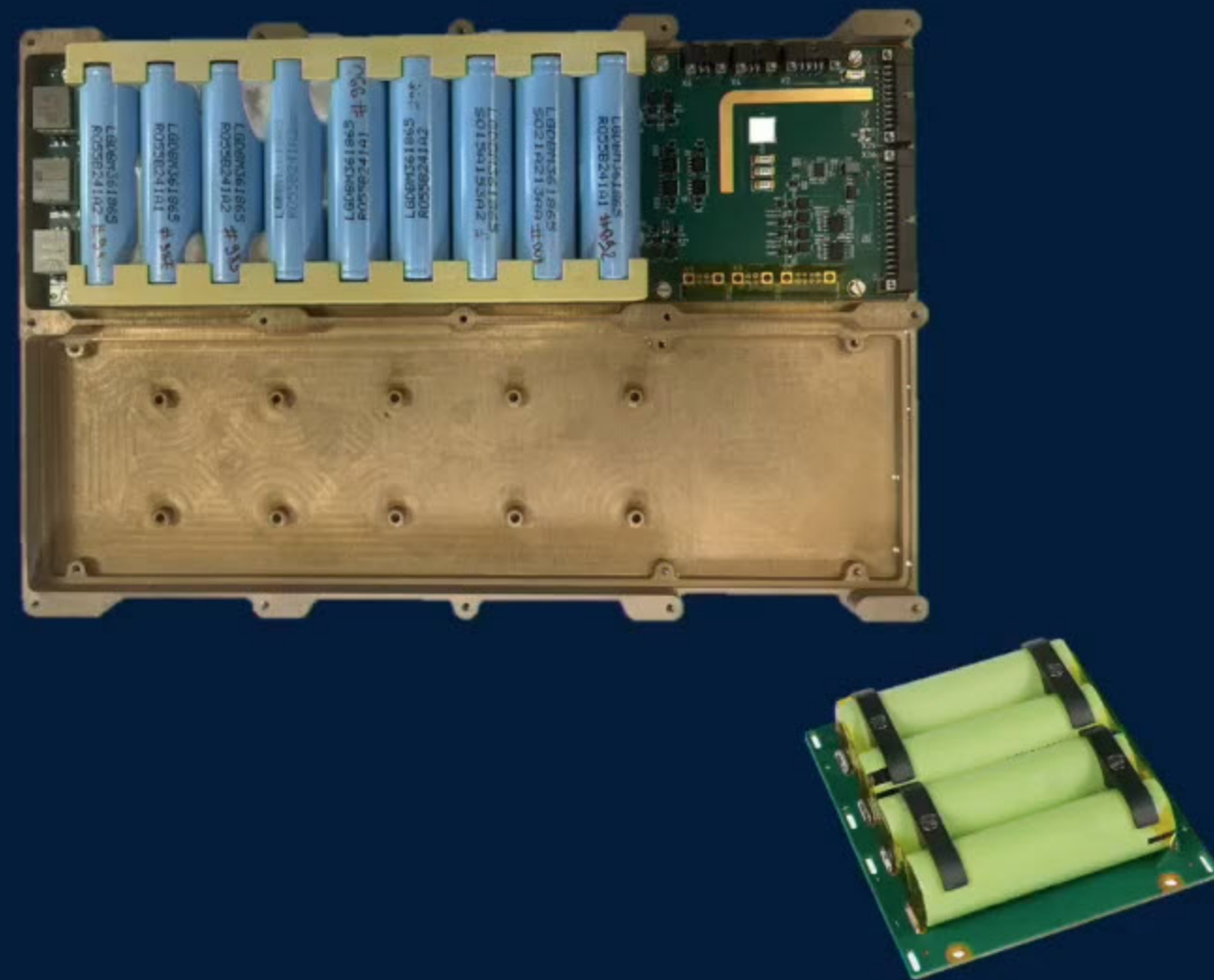
Система электропитания (EPS)

Состав:

Солнечные батареи



Модуль АКБ



Система электропитания (EPS)

Основные характеристики:

- ФЭП из GaAs с эффективностью 30%
- Мощность солнечной батареи
 - ✓ Средневитковая (без ориентации панелями на Солнце) — 22 Вт
 - ✓ Средневитковая (ориентация панелями на Солнце) — 30 Вт
- 15 каналов питания
- Резервированные АКБ и электронный модуль управления
- Суммарная емкость АКБ — 230 Вт·ч
- Средняя за виток мощность потребления платформы — не более 12 Вт
- Средневитковая мощность, выделяемая для ПН, — до 18 Вт

Бортовая подсистема узкополосной связи (COMMU)

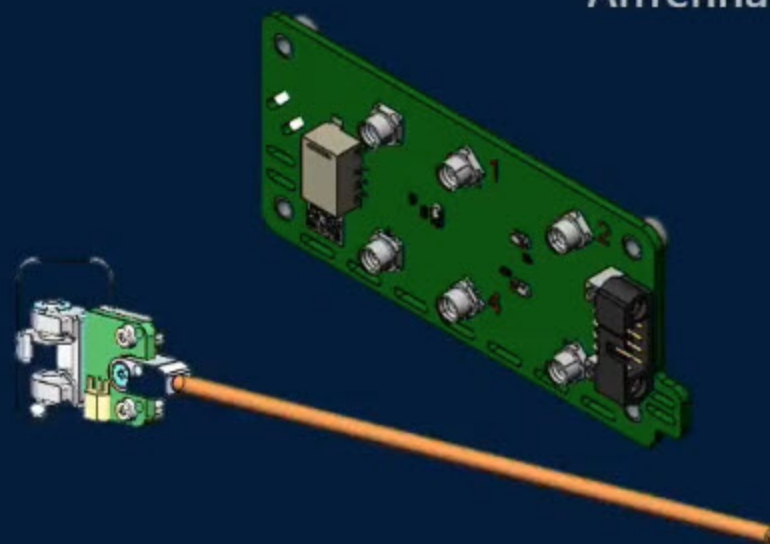
Бортовая подсистема узкополосной связи (COMMU) обеспечивает двунаправленную полудуплексную связь по линиям «Космос — Земля» («вниз») и «Земля — Космос» («вверх»).

Задачи:

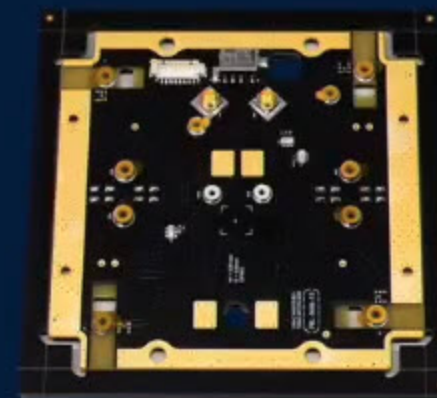
- передача команд управления на МКА;
- прием данных телеметрии от бортовых систем;
- загрузка обновлений ПО.

Состав:

Приемопередатчик



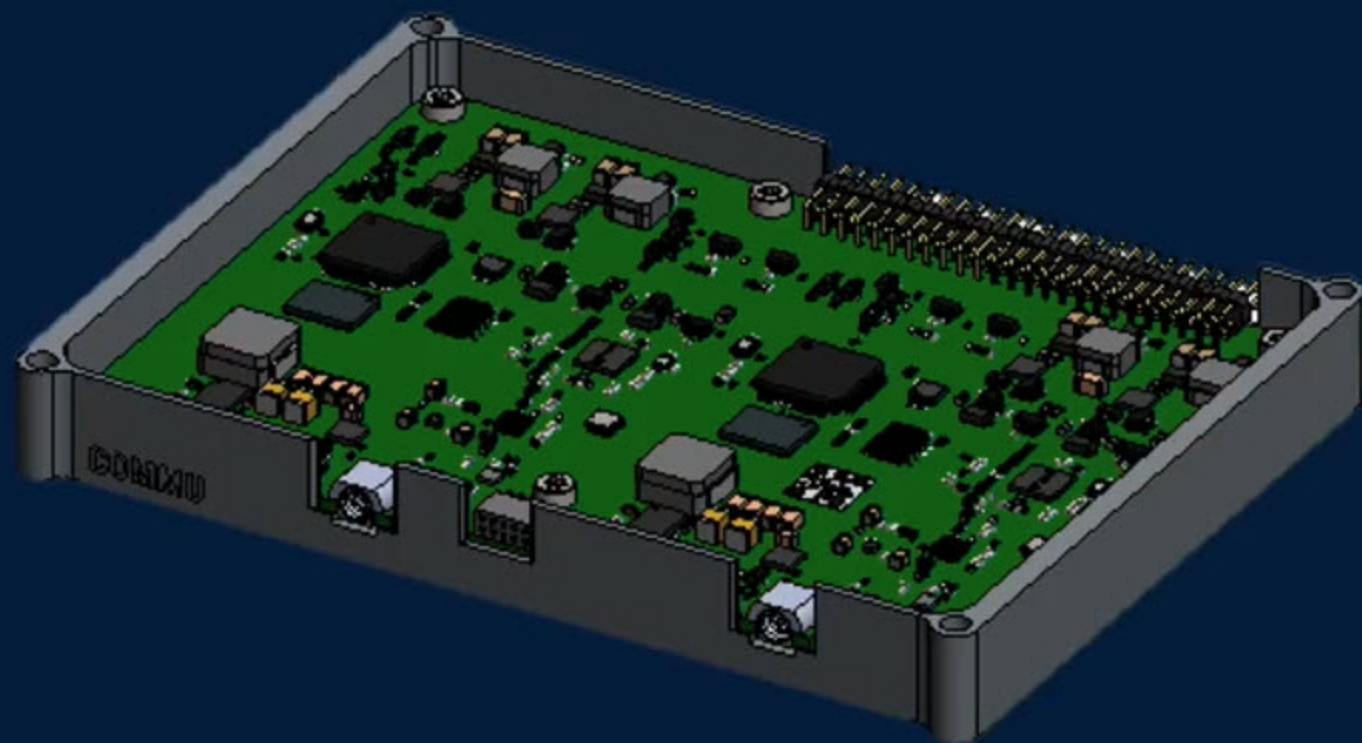
Антенна



Бортовая подсистема узкополосной связи (COMMU)

Основные характеристики COMMU:

- Резервированный приемопередатчик
- Диапазон частот 435–438 МГц
- Скорость передачи данных 1200, 9600 и 57 600 бит/с
- Турникетная антенна
- Мощность передатчика 2 Вт



Бортовая система управления (ОВС)

Предназначена для управления системами МКА.

Задачи:

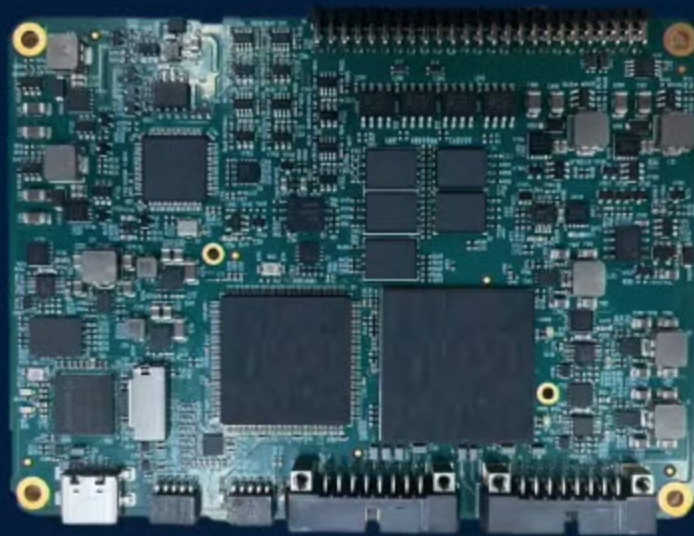
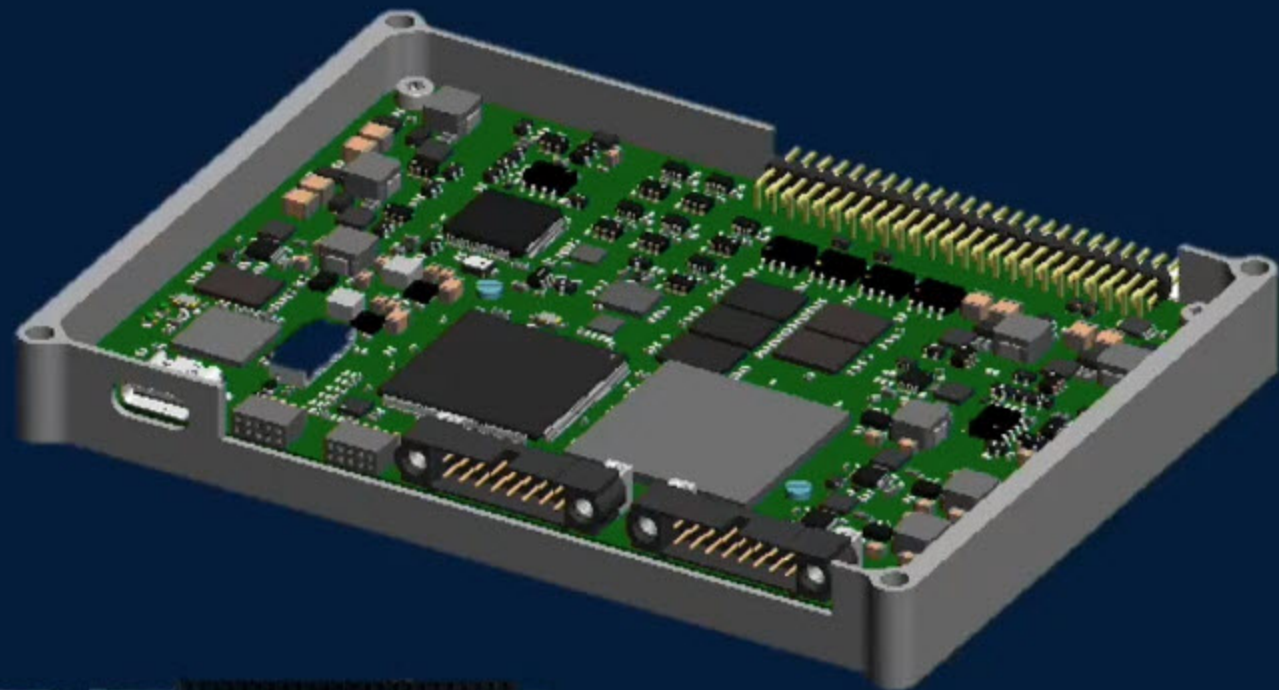
- формирование полетного задания и его выполнение;
- хранение данных;
- формирование системной метки времени.

Состав:

- Электронный модуль бортового компьютера

Основные характеристики:

- Процессор ARM Cortex-M4
- Объем встроенной памяти — 9 Гбит
- Погрешность выдачи метки времени ± 100 нс



Система ориентации и стабилизации (ADCS)

Обеспечивает определение и поддержание ориентации МКА.

Задачи:

- начальное успокоение КА;
- определение текущей ориентации МКА;
- обеспечение и поддержание произвольно заданной одноосной или трехосной ориентации МКА;
- поворот МКА в заданном направлении с заданной угловой скоростью.

Система ориентации и стабилизации (ADCS)

Состав:

Датчики ориентации и положения

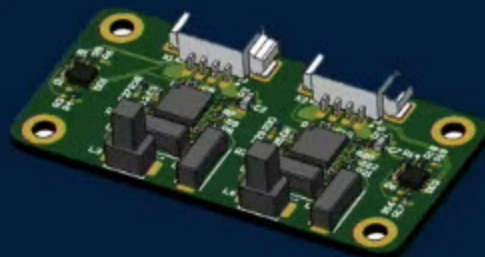
Звездный датчик



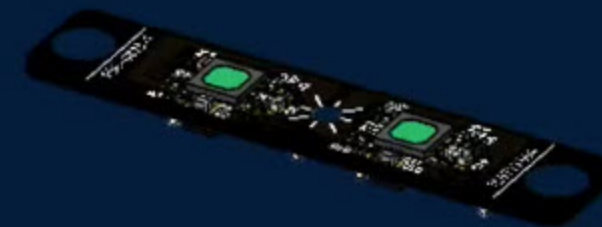
Трехосевой волоконно-оптический гироскоп



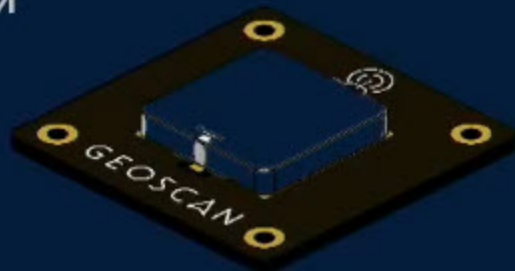
Трехосевые магнитометры



Солнечные датчики



ГНСС-приемник с антенной



Технологическая камера

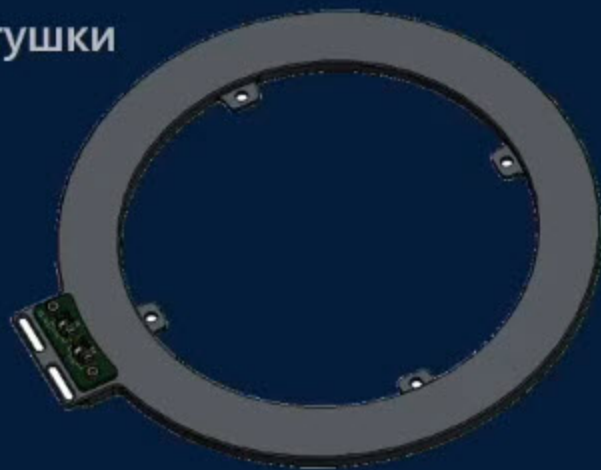


Система ориентации и стабилизации (ADCS)

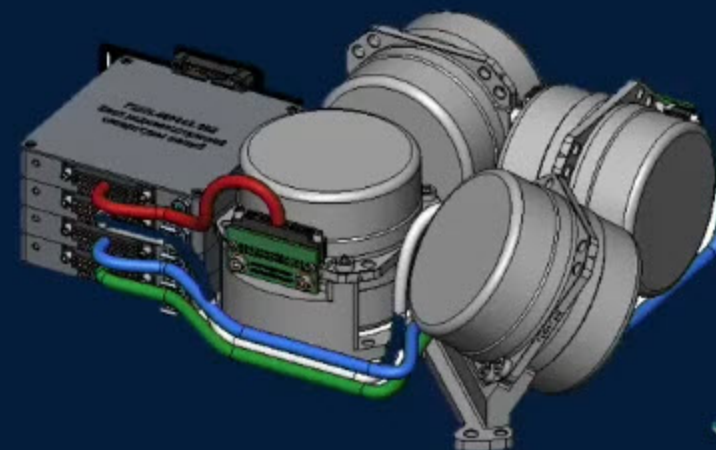
Состав:

Исполнительные элементы

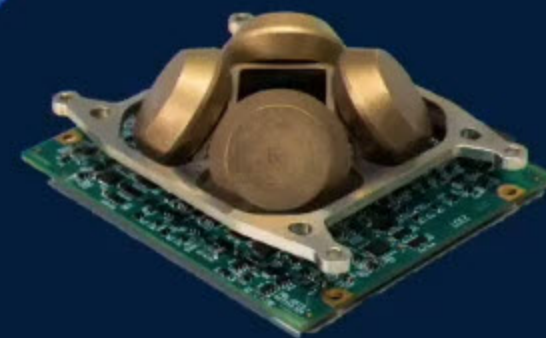
Электромагнитные катушки



Блок маховиков



Электронный модуль управления системой ориентации



Система ориентации и стабилизации (ADCS)

Требования:

- Точность ориентации (3σ) по всем осям: $0,12^\circ$
- Точность стабилизации (3σ) по всем осям: $0,6 \cdot 10^{-2} \text{ }^\circ/\text{с}$

Основные характеристики:

- Погрешность ориентации звездного датчика: $10''\text{--}70''$
- Волоконно-оптический трехосевой гироскоп:
 - ✓ максимальная угловая скорость: $\pm 400^\circ/\text{с}$
 - ✓ дрейф нулевого сигнала : $\leq 0,1 \text{ }^\circ/\text{час}$
- Магнитометр:
 - ✓ диапазон измерения поля: $\pm 800 \text{ мкТл}$
 - ✓ разрешающая способность: 100 нТл
- Солнечный датчик:
 - ✓ угол обзора: 100°
 - ✓ поле зрения по азимуту: 360°
 - ✓ точность измерения: 2°
- ГНСС-приемник
 - ✓ погрешность определения координат: $\pm 10 \text{ м}$
 - ✓ погрешность определения скорости: $\pm 0,03 \text{ м/с}$
 - ✓ погрешность определения метки времени: $\pm 100 \text{ нс}$

Система ориентации и стабилизации (ADCS)

Алгоритмы определения ориентации:

- Кинематический фильтр Калмана
- Динамический фильтр Калмана

Алгоритмы управления угловым движением:

- Алгоритм магнитного демпфирования угловой скорости $-B\dot{\theta}$
- Алгоритм трехосной маховичной ориентации в заданном целевом режиме
- Алгоритм одноосной маховичной ориентации
- Алгоритм одноосной магнитной ориентации на Солнце
- Алгоритм разгрузки маховиков с помощью токовых катушек без потери ориентации

Система обеспечения теплового режима

Предназначена для поддержания требуемого температурного режима для бортового оборудования и конструкции платформы.

Задачи:

- контроль температуры в различных частях платформы;
- отвод тепла от теплонагруженного оборудования;
- распределение тепла по приборным панелям и радиационным поверхностям;
- транспортирование тепла на радиационные поверхности и его излучение;
- обогрев оборудования и конструкции с недостаточным собственным тепловыделением;
- защита КА от внешних тепловых потоков.

Состав:

- Датчики температуры
- Электрические нагреватели
- ЭВТИ
- Теплопроводящие прокладки
- Терморегулирующие покрытия и компаунды
- Радиационные поверхности

Конструкция и механизмы

Предназначены для размещения и объединения систем и входящих в них модулей, блоков и приборов МКА в единое целое, сохранения их взаимного положения и необходимых условий функционирования на всех этапах эксплуатации.

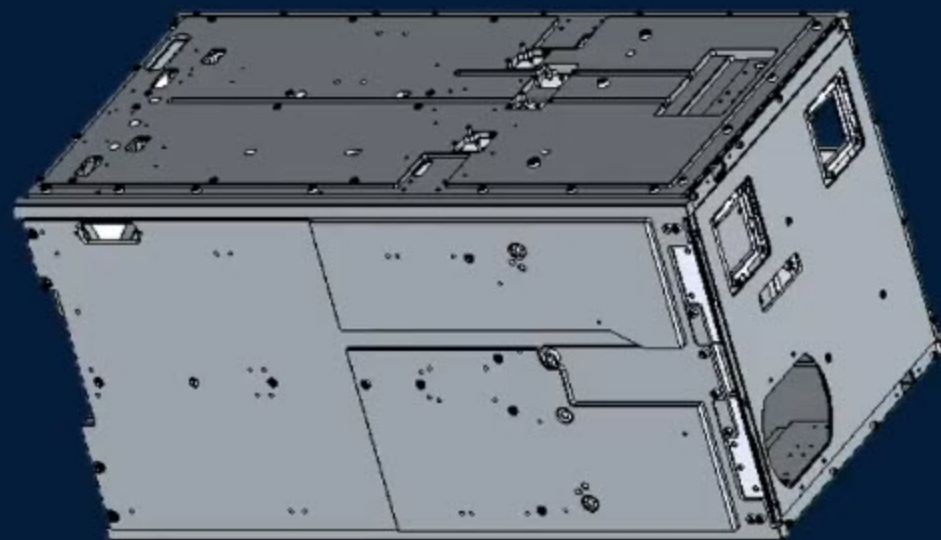
Задачи:

- размещение аппаратуры и элементов платформы с требуемым взаимным положением;
- обеспечение прочности и жесткости МКА;
- обеспечение защиты оборудования от внешних воздействий;
- предоставление механических интерфейсов для ПН;
- обеспечение интерфейсов со средствами вывода.

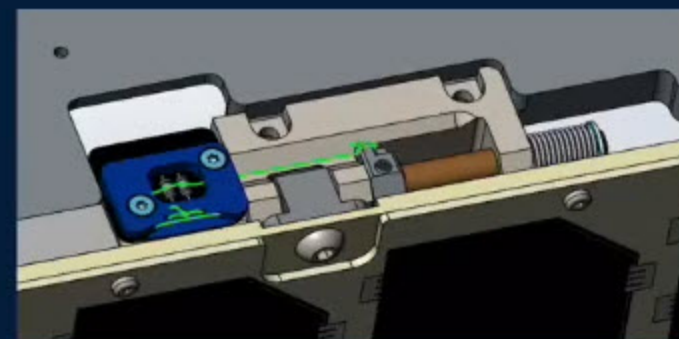
Конструкция и механизмы

Состав:

Силовой корпус



Устройство зачековки солнечной панели



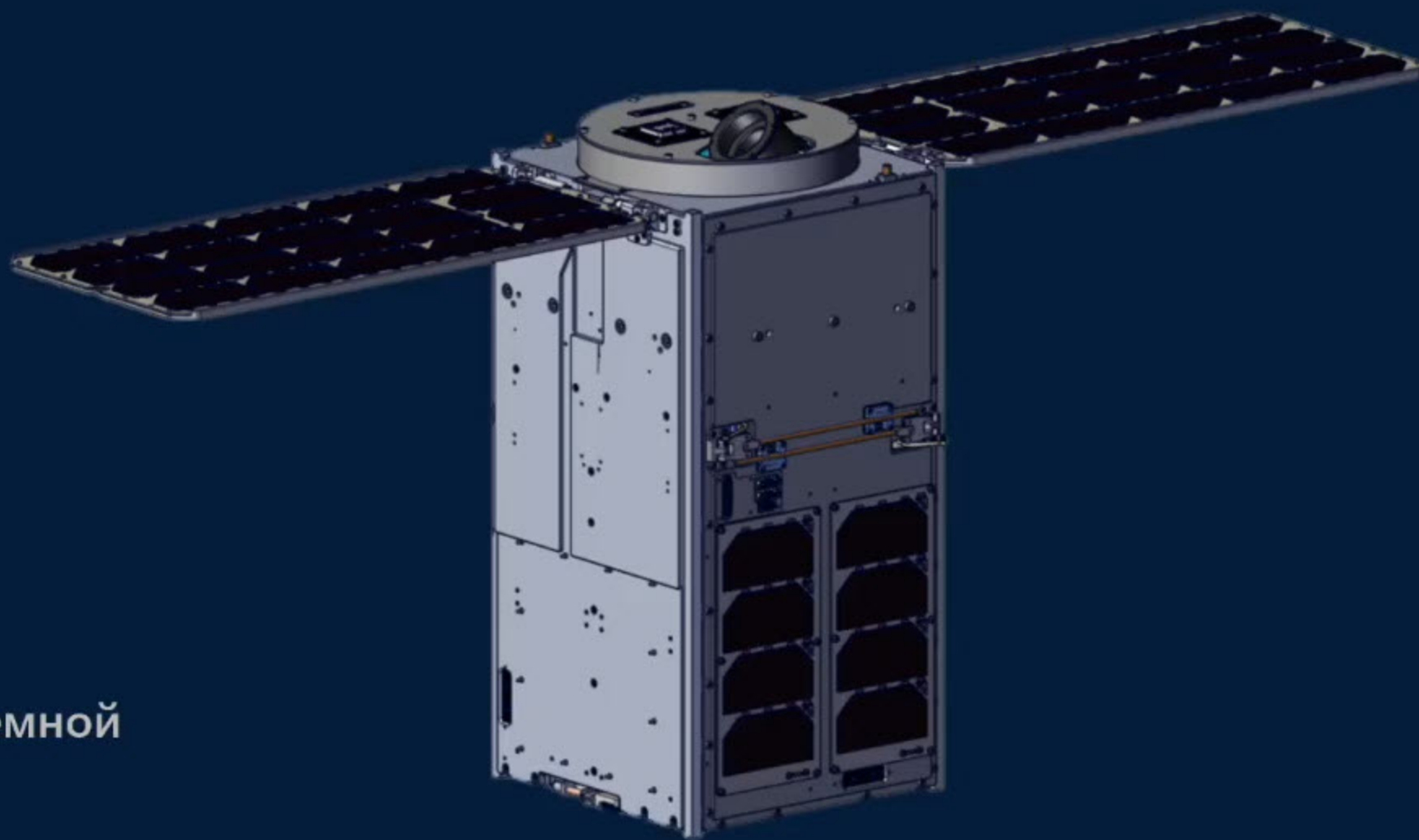
Шарнир солнечной панели



Шарнир и устройство зачековки антенны



МКА «Инносат16»



Назначение:

Панхроматическая съемка земной поверхности

Планируемая дата запуска:

25 июля 2025 г.

МКА «Лобачевский»

Назначение:

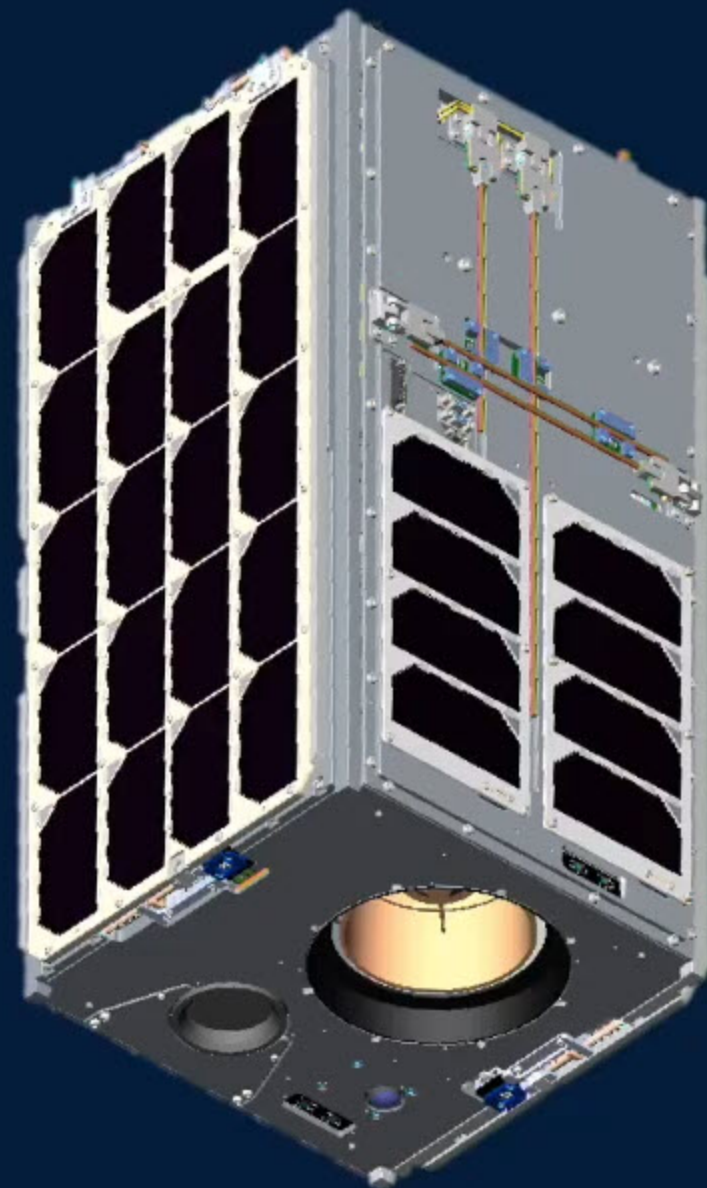
Мультиспектральная и гиперспектральная съемка земной поверхности для нужд сельского хозяйства, радиоловительская ретрансляция сигналов

Планируемая дата запуска:

август 2025 г.

Проект:

Space-π



МКА «Лобачевский»

Характеристики ПН:

Мультиспектральная камера МСК-305201

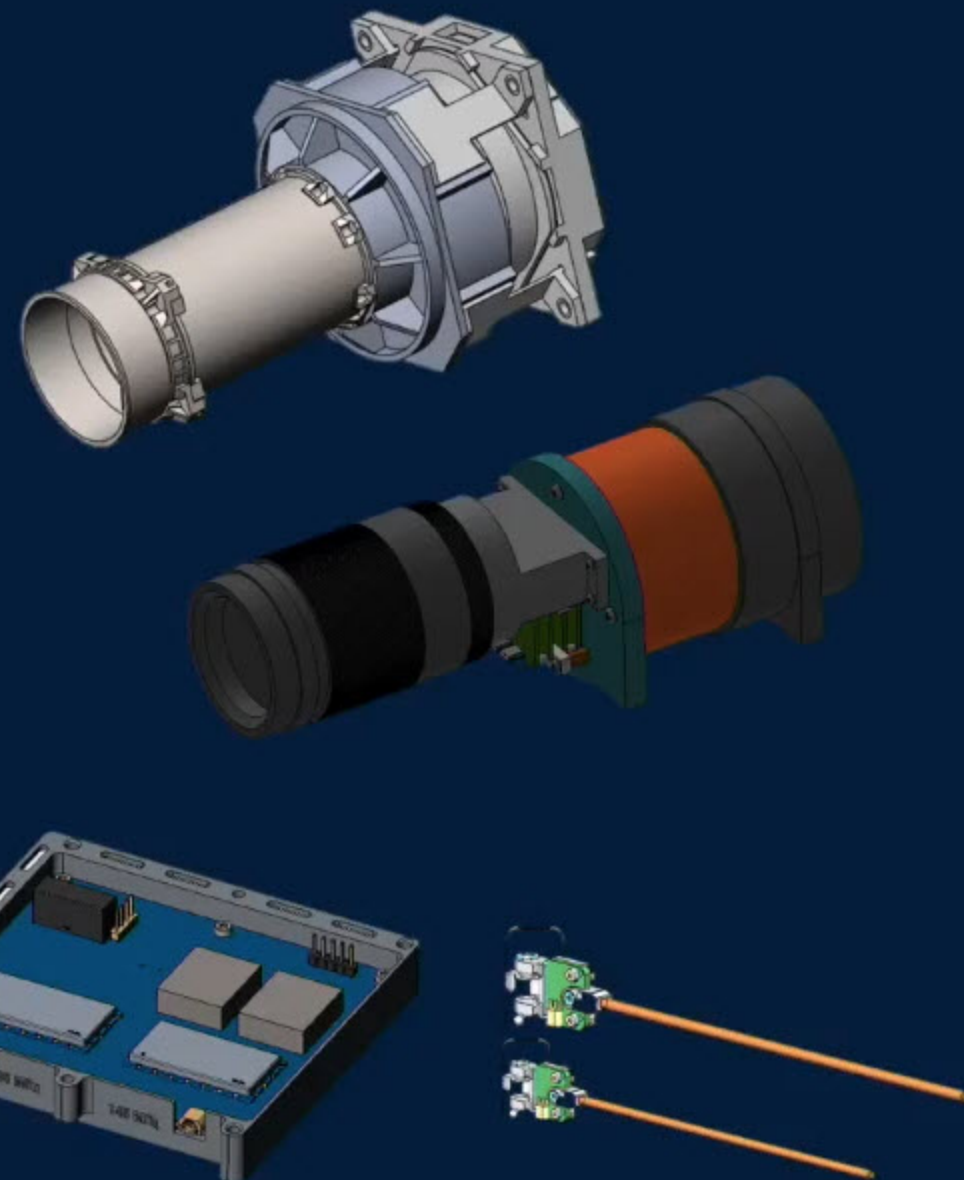
- Четыре спектральные полосы в видимом и ближнем ИК диапазоне
- Проекция пикселя в надир 4 м (высота 500 км)
- Линейное разрешение на местности 5,2 м (500 км)
- Полоса захвата в надир 12 км
- Объектив (f / D) 663,5 / 80 мм, рабочее поле 2,4°

Гиперспектральная камера

- 100 спектральных полос в КВ ИК диапазоне
- Проекция пикселя в надир 15 м (высота 500 км)
- Полоса захвата в надир 30 км

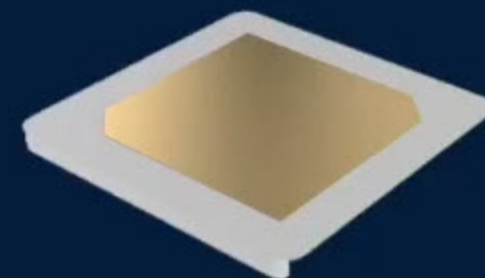
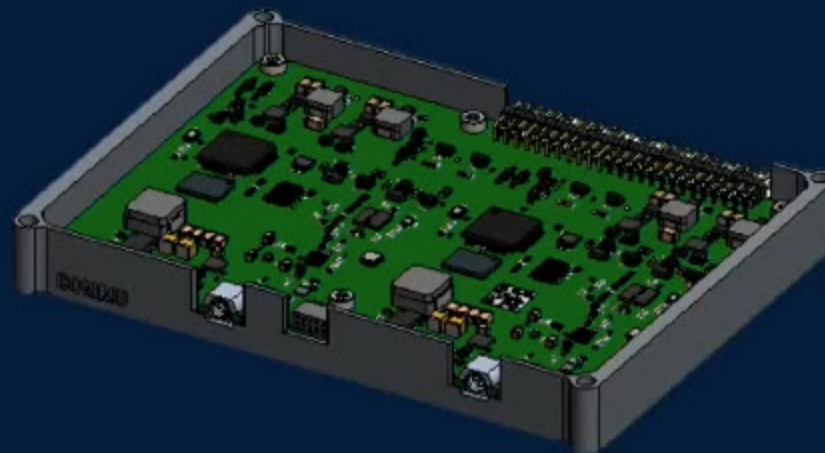
Ретранслятор

- Диапазоны частот 436 МГц (прием) и 145 МГц (передача)
- Мощность передатчика 2 Вт



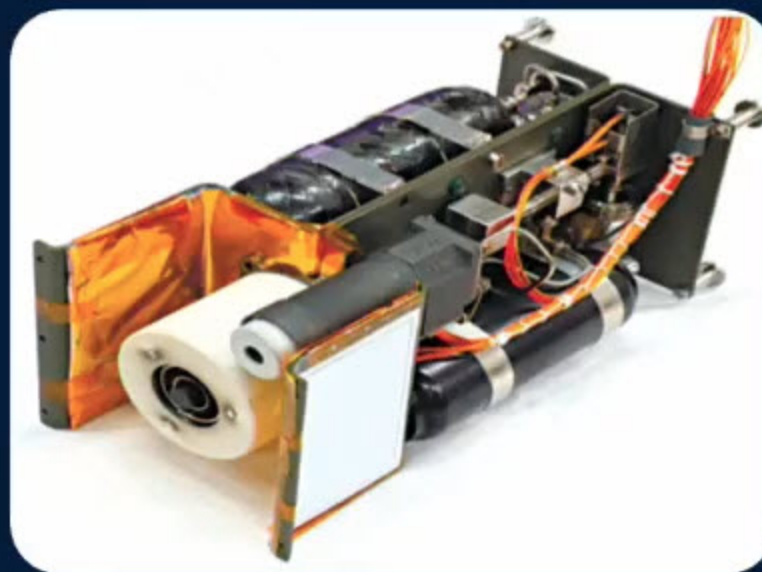
Модернизация платформы ДЗЗ

1. Приемопередатчик S-диапазона с антенной
в составе бортовой системы связи

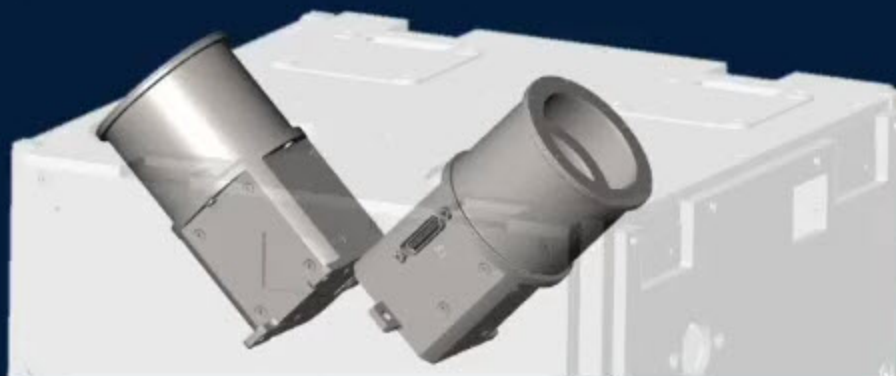


2. Система коррекции:

- Двигательная установка
- Блок системы питания и управления



3. Второй звездный датчик



Новые вызовы

Платформа 60U ДЗЗ

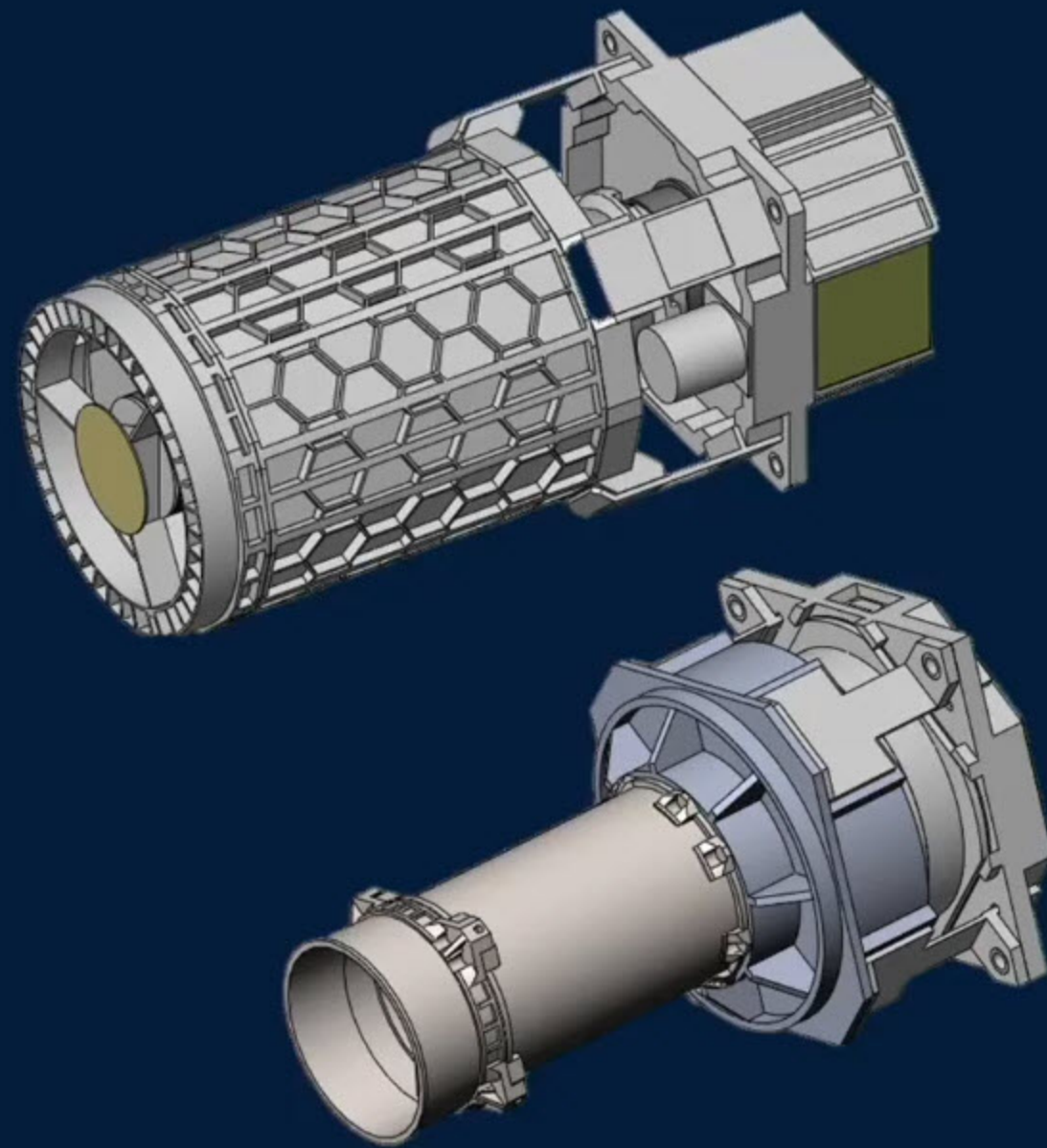
Полезная нагрузка — оптико-электронная аппаратура в составе:

Панхроматическая камера:

- Одна спектральная полоса в диапазоне 0,5-0,75 мкм
- Проекция пикселя в надир 0,9 м (высота 375 км)
- Линейное разрешение на местности 1,4 м (375 км)
- Полоса захвата в надир 11,7 км
- Объектив (f / D) 2300 / 215 мм, рабочее поле 2°

Мультиспектральная камера

с пространственным разрешением 3,1 м (375 км)



Группировка ДЗЗ

Функциональность

- Заполнение национальной системы пространственных данных
- Обнаружение изменений
- Мониторинг сельскохозяйственных угодий
- Инвентаризация лесов
- Мониторинг строительства

	Фаза 1	Фаза 2
Готовность спутника	2025–2026	2026–2027
Высота орбиты	375 км	
Проекция пикселя в надире	1,9 м	0,9 м
Спектральные каналы	4	1/4
Полоса захвата в надире	12,2 км	11,7 км
Масса спутника	30 кг	120 кг
Период активного существования	5 лет	
Количество спутников	6	2

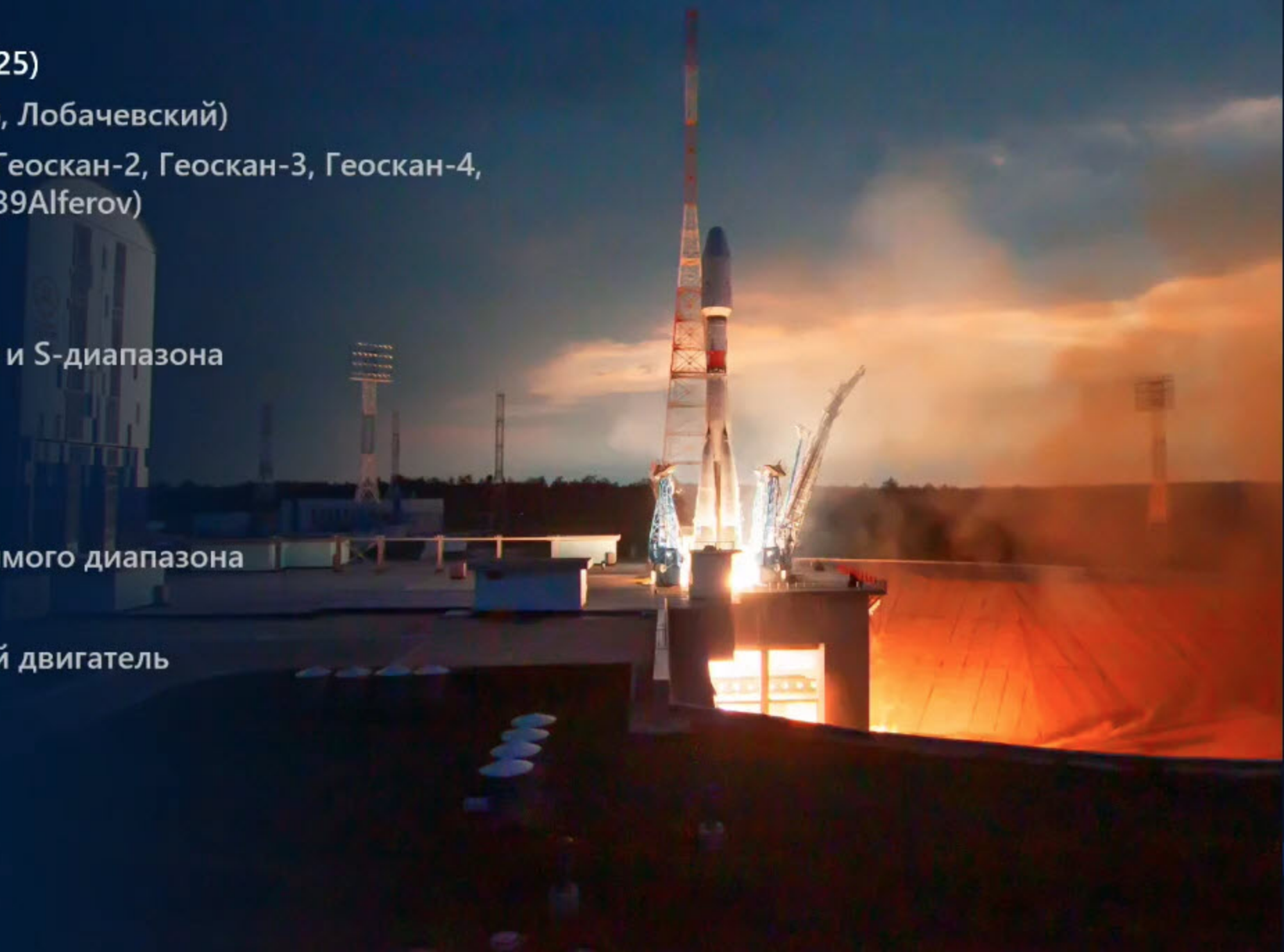
Другие проекты и вызовы

Запуск 10 спутников (июль–август 2025)

- 2 — на платформе 16U (Инносат16, Лобачевский)
- 8 — на платформе 3U (Геоскан-1, Геоскан-2, Геоскан-3, Геоскан-4, Геоскан-5, Геоскан-6, Инносат3, 239Alferov)

Полезные нагрузки спутников 3U:

- Приемопередатчики Р-диапазона и S-диапазона
- Приемник АЗН-В
- Приемник АИС
- УКВ-приемопередатчик
- Экспериментальные камеры видимого диапазона
- Гамма-спектрометр
- Гамма-спектрометр и плазменный двигатель



Итоги

Разработана платформа 16U ДЗЗ

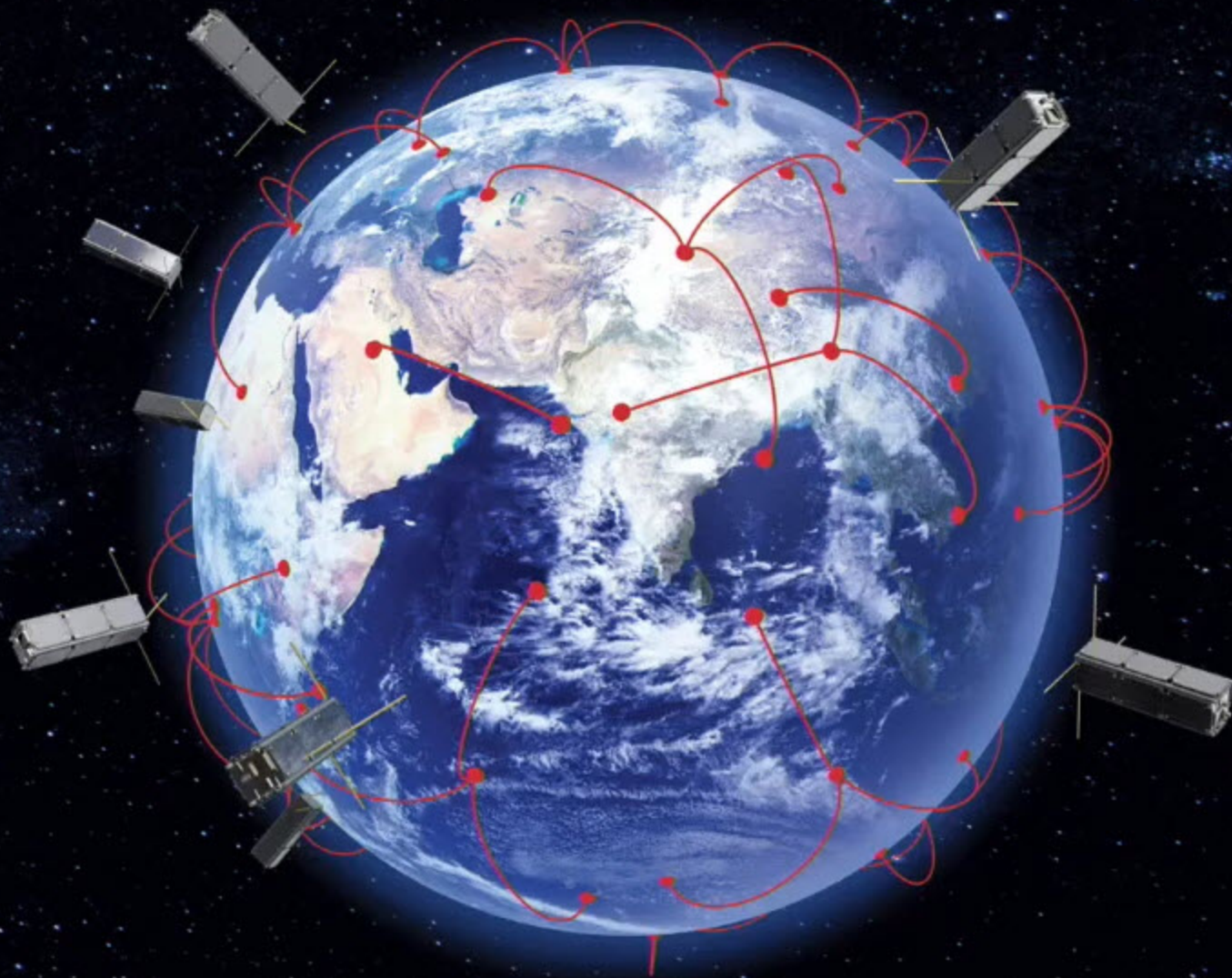
Разработаны все системы КА: конструкция, электроника, ПО

Реализованы алгоритмы системы ориентации

Изготовлены и подготовлены к запуску 2 КА на базе разработанной платформы

Изготовлены и подготовлены к запуску 8 КА ЗУ для отработки задач связи, АЗН-В, АИС, гамма-спектрометрии

Ведутся работы по проектированию космической группировки ДЗЗ



Спасибо за внимание!



GEOSCAN

Дмитрий Боровицкий

Руководитель отдела разработки МКА
ГК «Геоскан»

+7 931 262-63-22

d.borovitsky@geoscan.ru

Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 22л

Москва, Колпачный переулок, д. 6, стр. 3

8 800 333-84-77, +7 812 363-33-87

info@geoscan.ru

geoscan.ru