



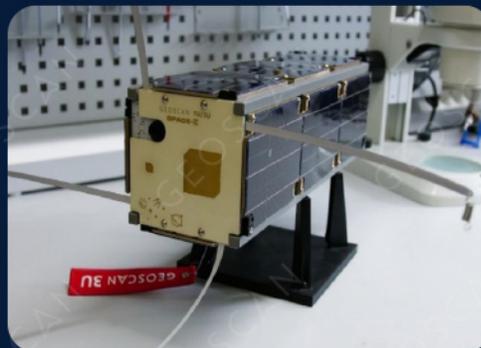
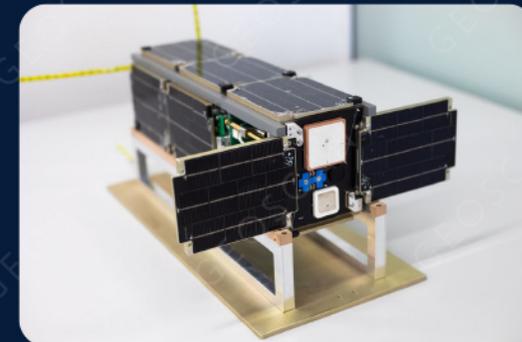
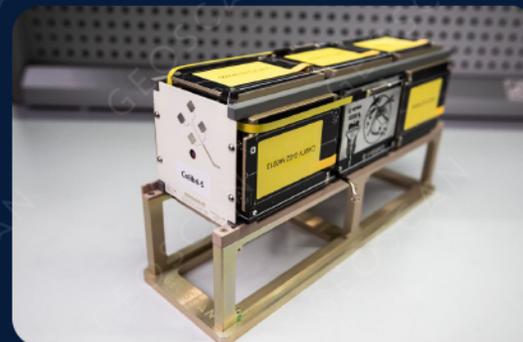
# ТЕХНОЛОГИИ ГЕОСКАНА

2025

Космическая платформа ДЗЗ  
«Геоскан 16U» и новые вызовы

## Наши достижения

- Разработка первого спутника 3U: 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 получилось 16U

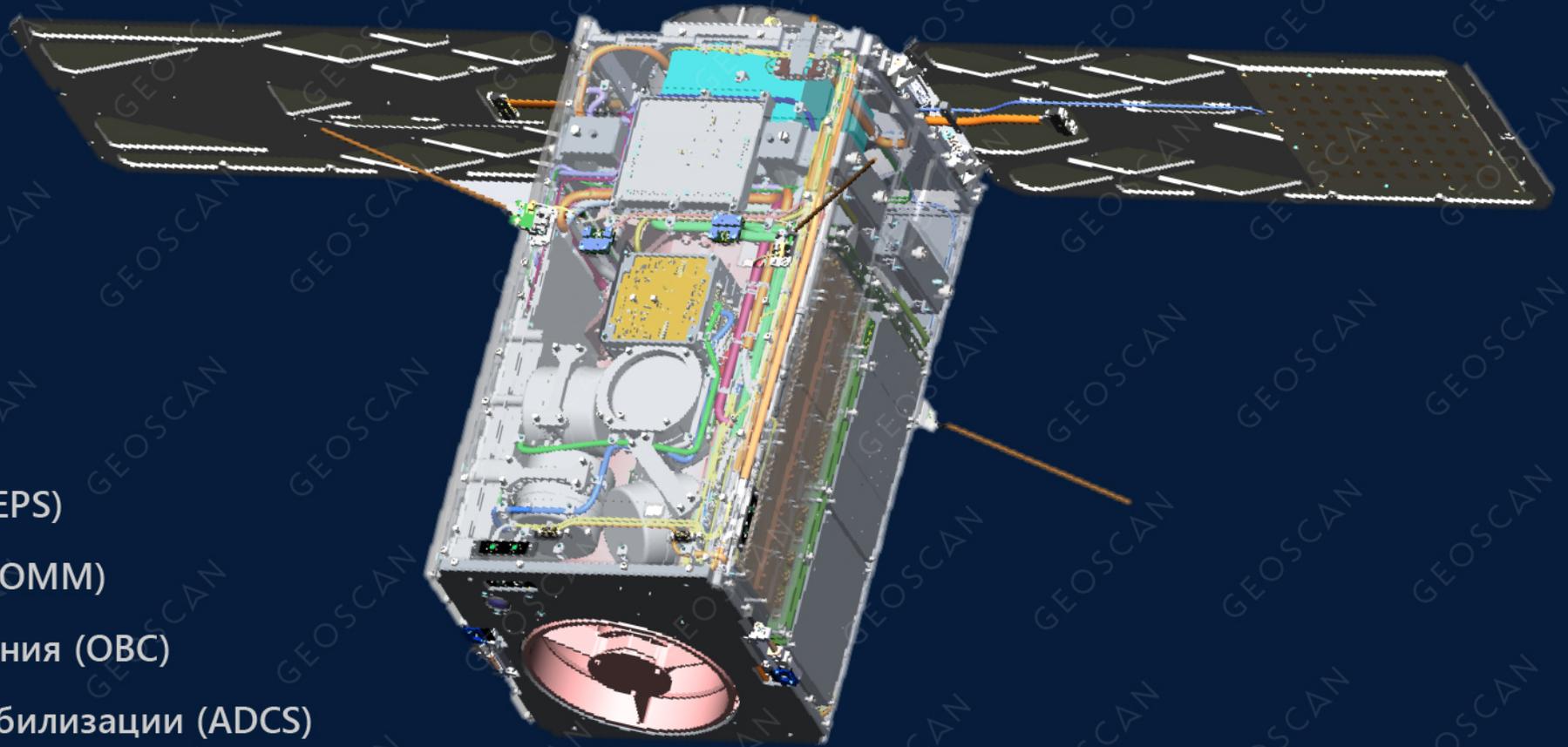


## Главные особенности

- 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)

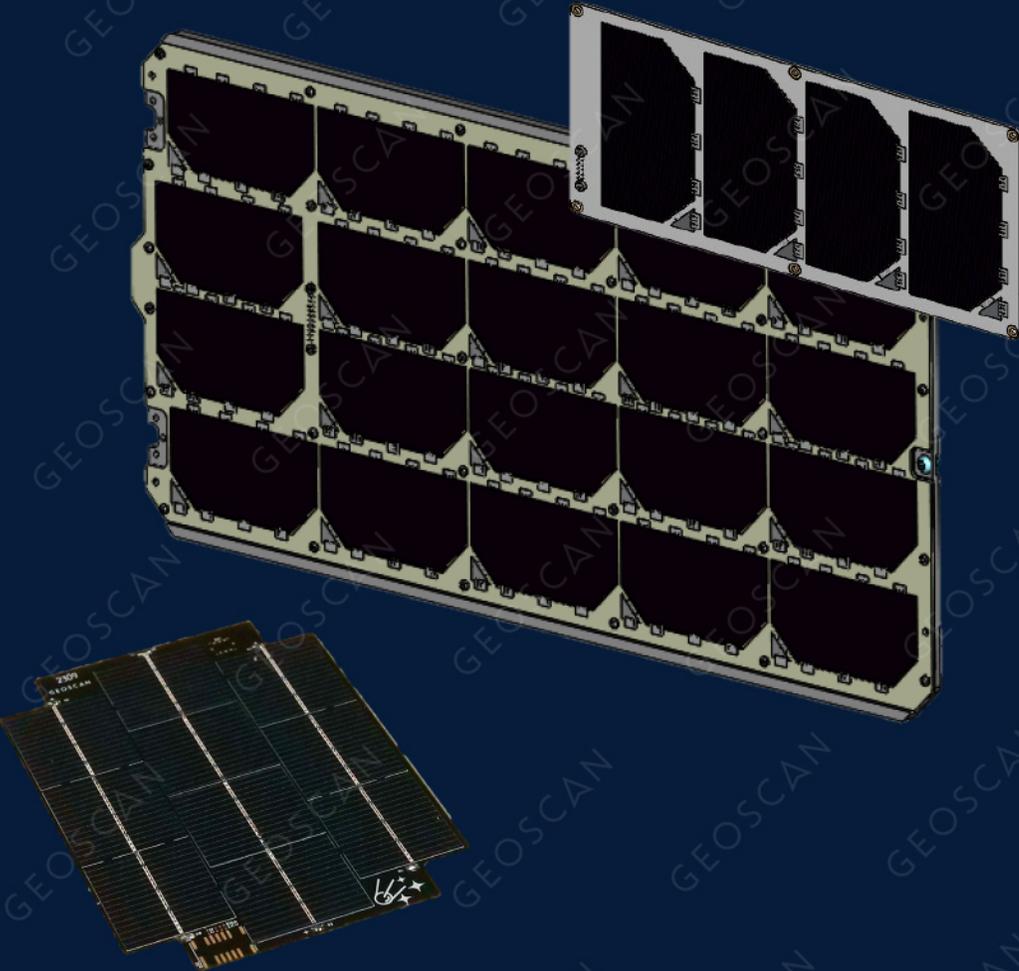
Обеспечивает электрической энергией бортовую аппаратуру МКА в течение всего срока активного существования.

Задачи:

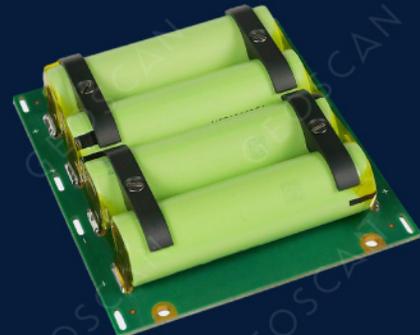
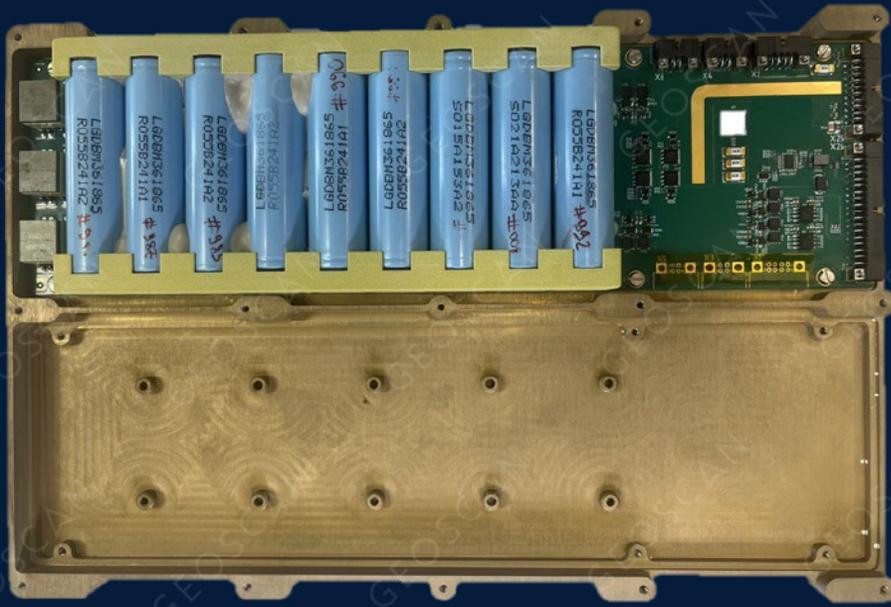
- сбор энергии от фотоэлектрических преобразователей солнечных панелей;
- реализация алгоритма слежения за точкой максимальной мощности;
- контроль заряда и разряда АКБ;
- формирование напряжения питания и коммутация питания для бортовых систем МКА и ПН;
- измерение и контроль уровней токов и напряжений 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

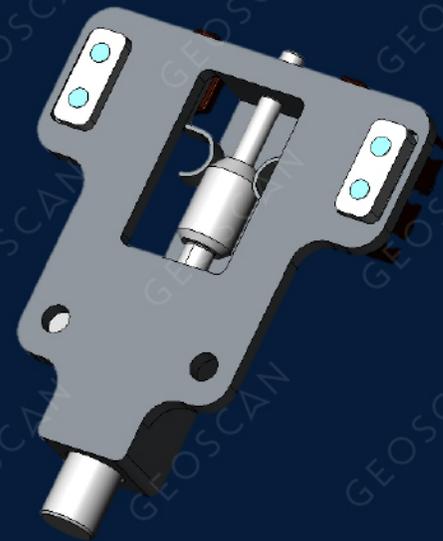


# Система электропитания (EPS)

Состав:

Модуль управления системы электропитания

Датчики отделения



# 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)

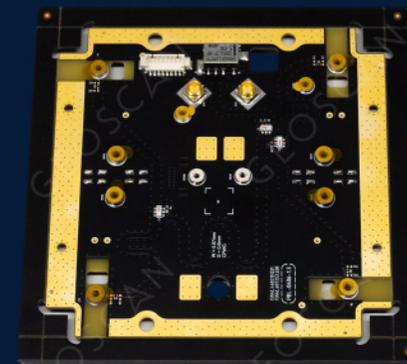
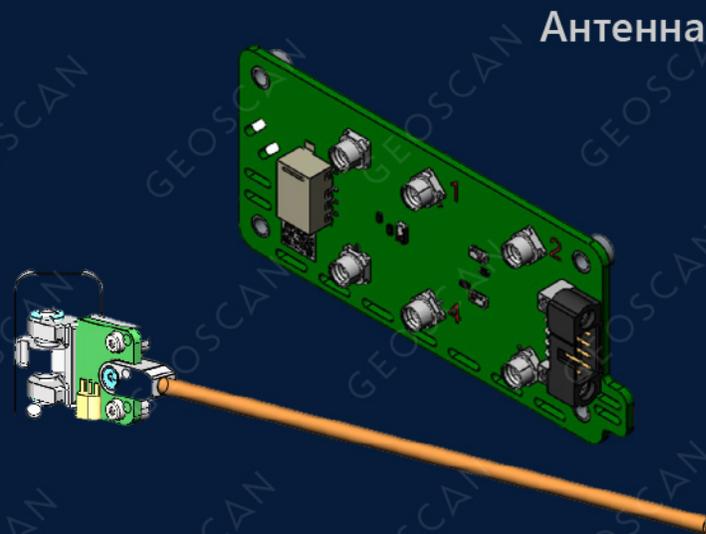
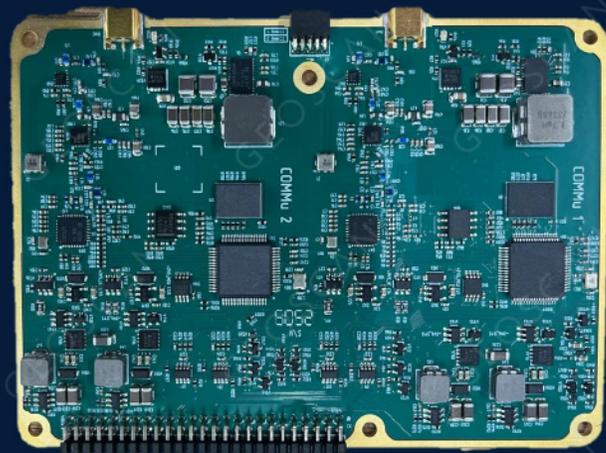
Бортовая подсистема узкополосной связи (COMMU) обеспечивает двунаправленную полудуплексную связь по линиям «Космос — Земля» («вниз») и «Земля — Космос» («вверх»).

Задачи:

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

Состав:

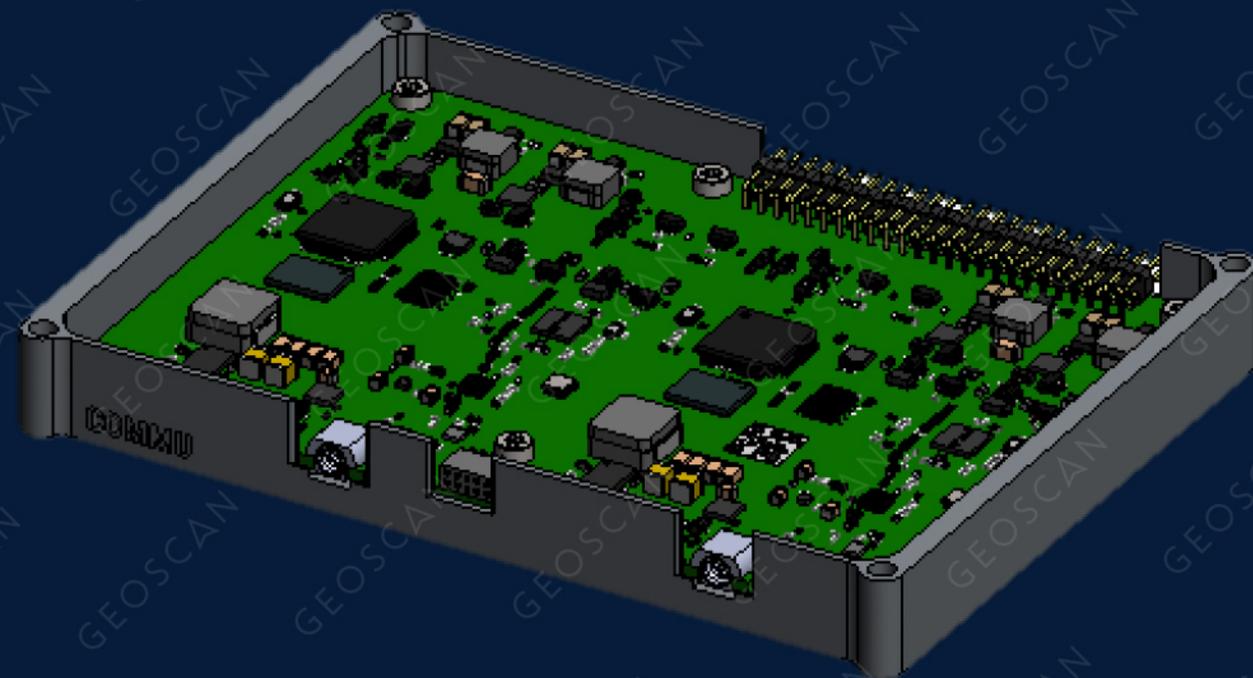
Приемопередатчик



## 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 подсистема широкополосной связи (COMMX)

Широкополосная (высокоскоростная) радиолиния (COMMX) обеспечивает однонаправленную связь по линии «Космос — Земля» («вниз»).

Задачи:

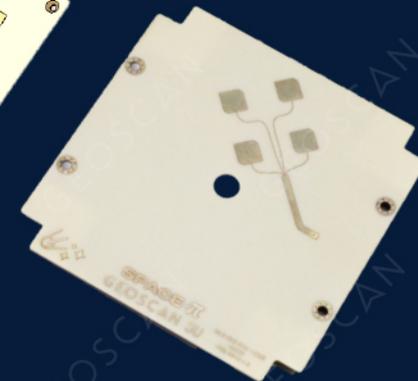
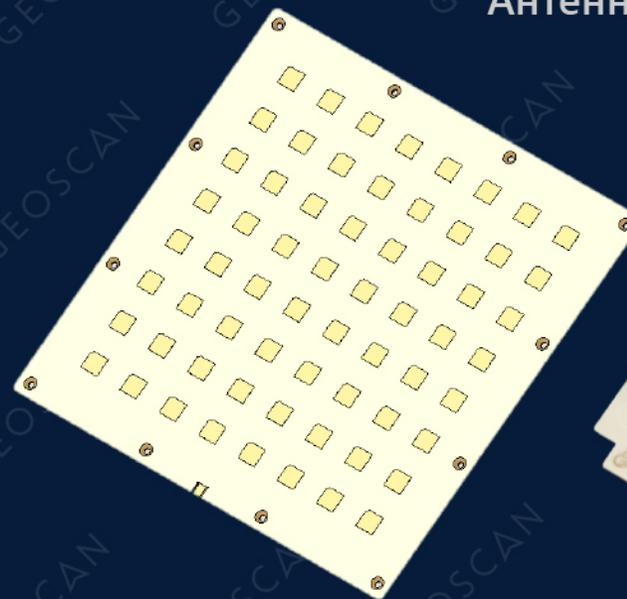
- сброс данных от ПН на наземную станцию приема данных;
- передача больших объемов телеметрической информации.

Состав:

Передатчик



Антенна



# Бортовая подсистема широкополосной связи (COMMX)

## Основные характеристики COMMX:

- Передатчик стандарта связи DVB-S2
- Мощность передатчика 1 Вт
- Диапазон частот 10,45–10,5 ГГц
- Пропускная способность — до 250 Мбит/с
- Антенная решетка с коэффициентом усиления 23 дБи

# 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  $\pm 100$  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

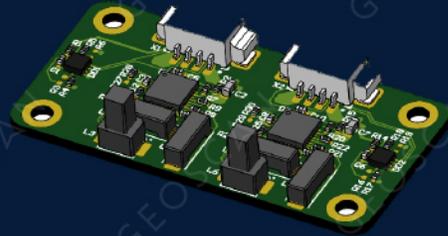
Звездный датчик



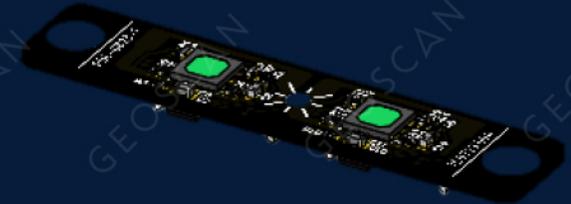
Трехосевой волоконно-оптический гироскоп



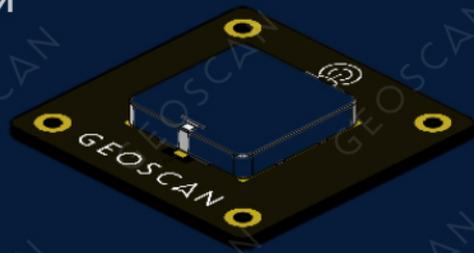
Трехосевые магнитометры



Солнечные датчики



ГНСС-приемник с антенной



Технологическая камера



# Система ориентации и стабилизации (ADCS)

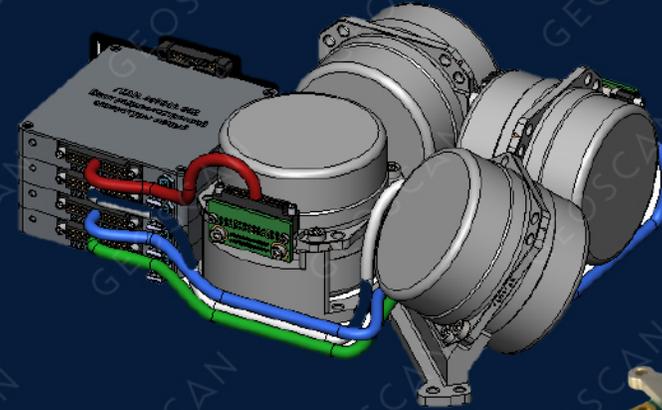
Состав:

Исполнительные элементы

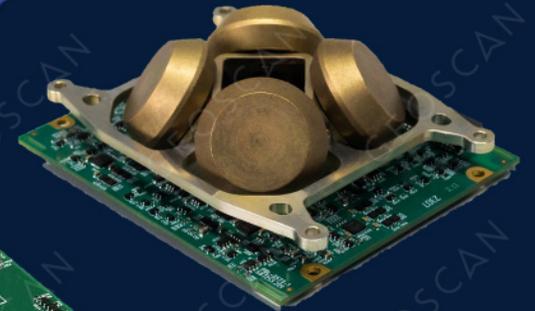
Электромагнитные катушки



Блок маховиков



Электронный модуль управления системой ориентации



# Система ориентации и стабилизации (ADCS)

## Требования:

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

## Основные характеристики:

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

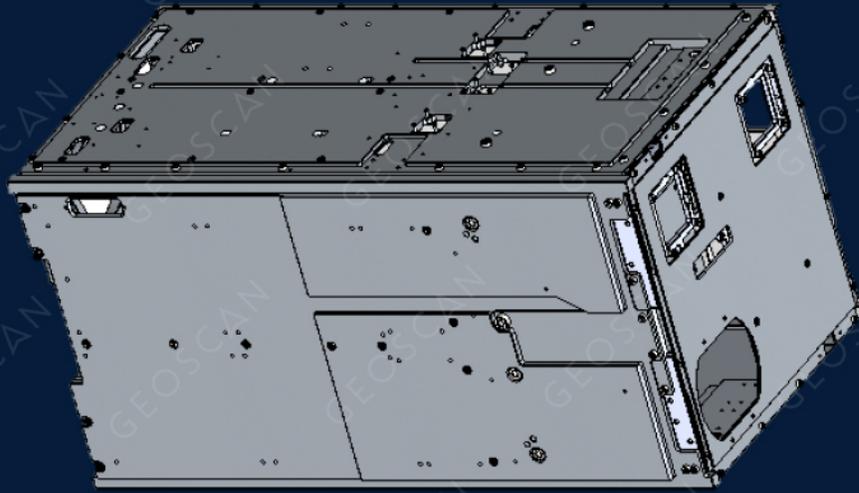
### Задачи:

- 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 выведения.

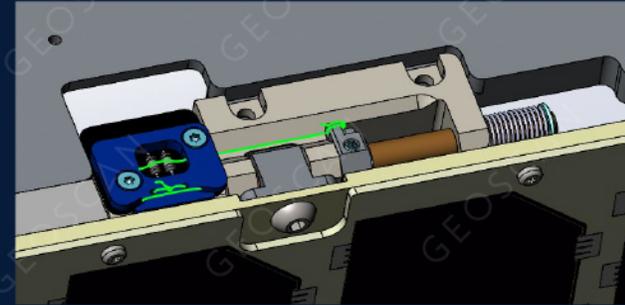
# Конструкция и механизмы

Состав:

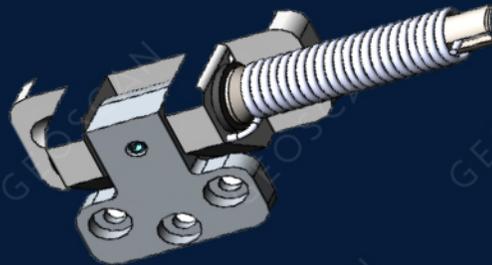
Силовой корпус



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.

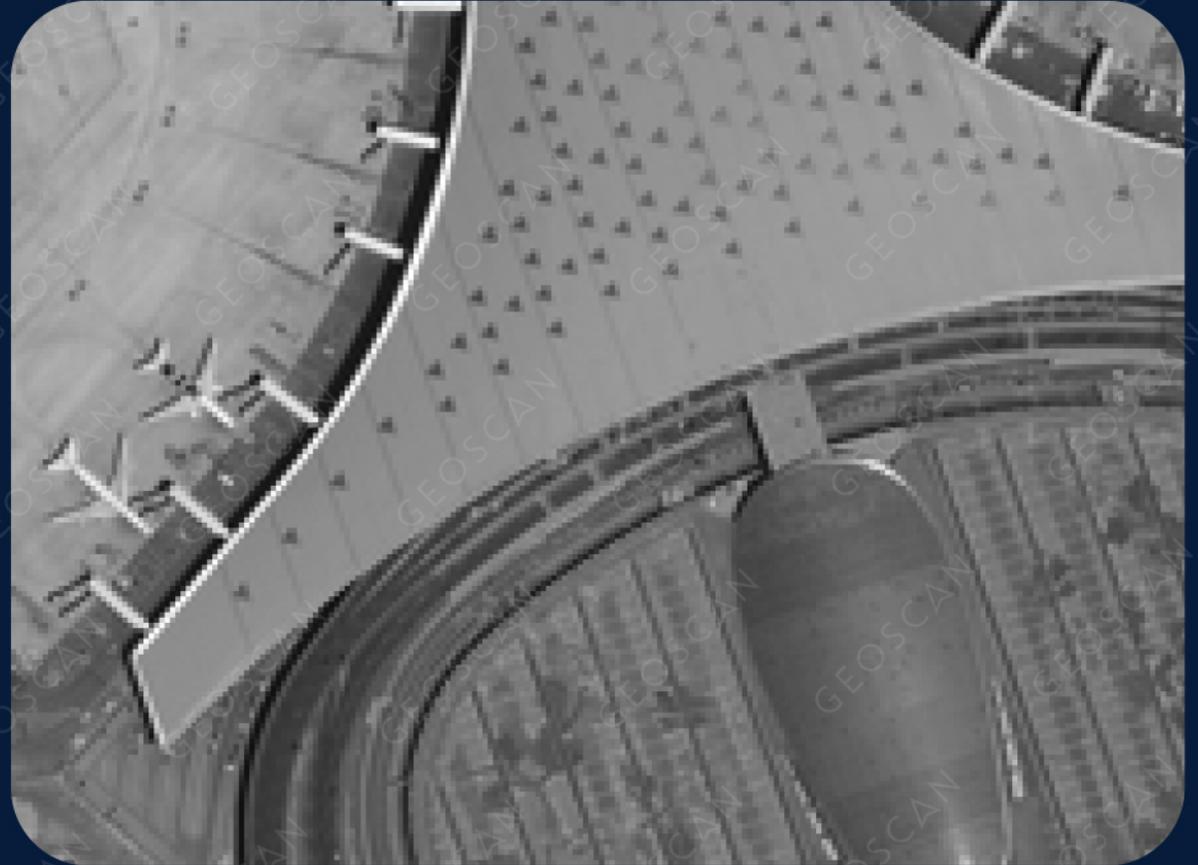
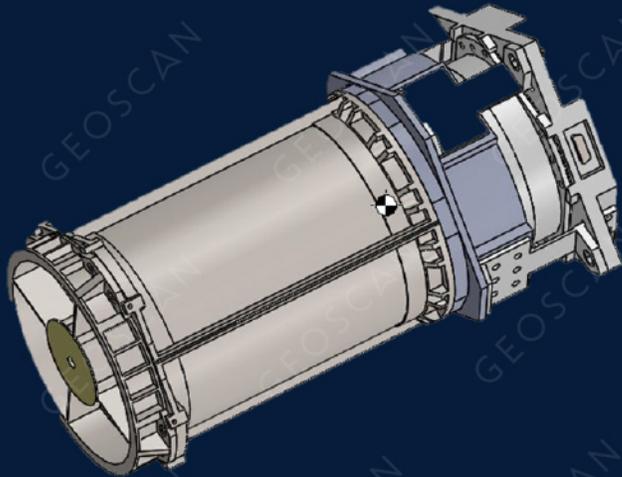
## МКА «Инносат16»

### Состав ПН:

- Панхроматическая камера ОЭК-106037П2

### Основные характеристики:

- Одна спектральная полоса в диапазоне 0,53–0,8 мкм
- Проекция пикселя в надир 2,5 м (высота 500 км)
- Линейное разрешение на местности 4 м (500 км)
- Полоса захвата в надир 12 км
- Объектив (f / D) 1100 / 130 мм, рабочее поле 1,8°



## МКА «Лобачевский»

### Назначение:

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

### Планируемая дата запуска:

август 2025 г.

### Проект:

Срасе-п



# 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 /  $\square$  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



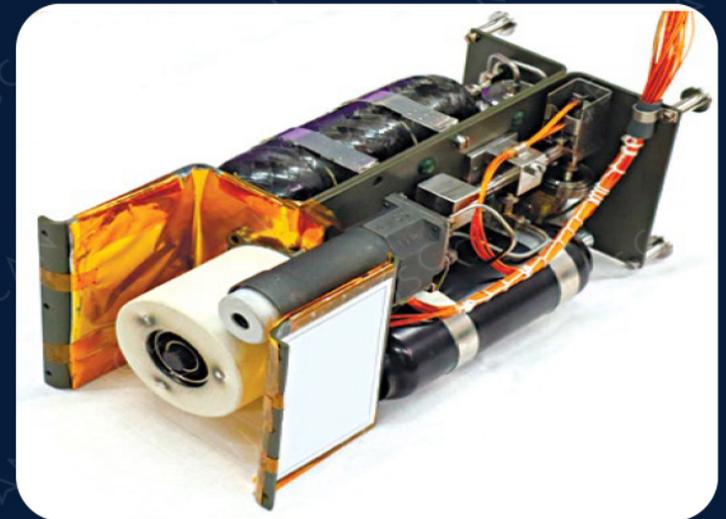
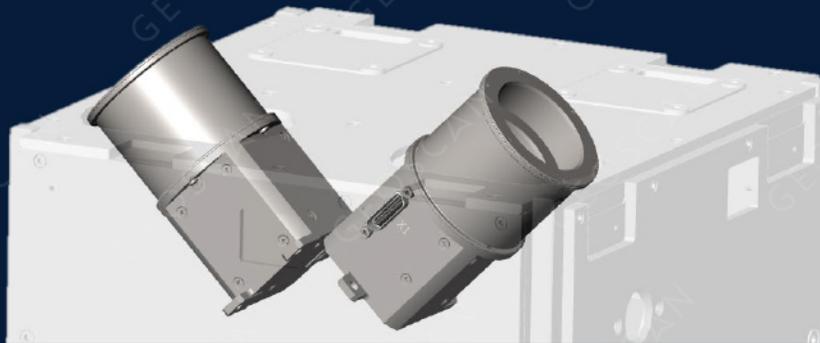
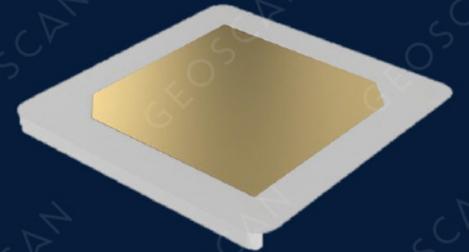
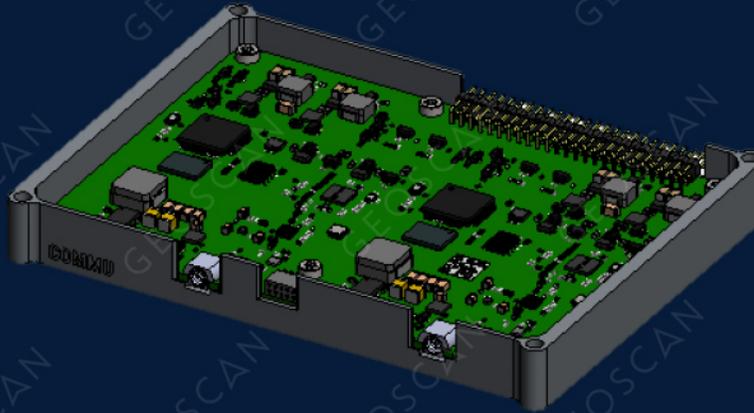
# Модернизация платформы ДЗЗ

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

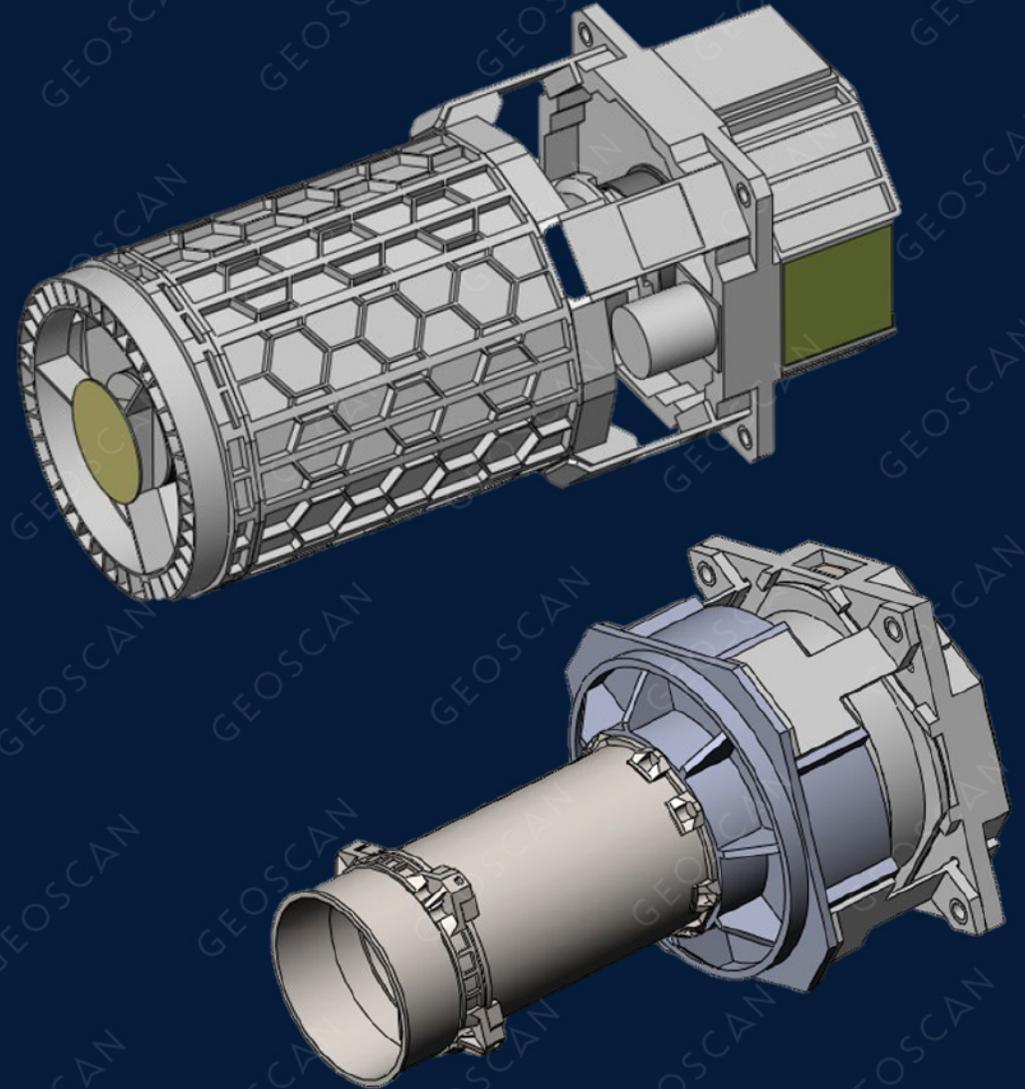
Полезная нагрузка — оптико-электронная аппаратура в составе:

Панхроматическая камера с пространственным разрешением:

- 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

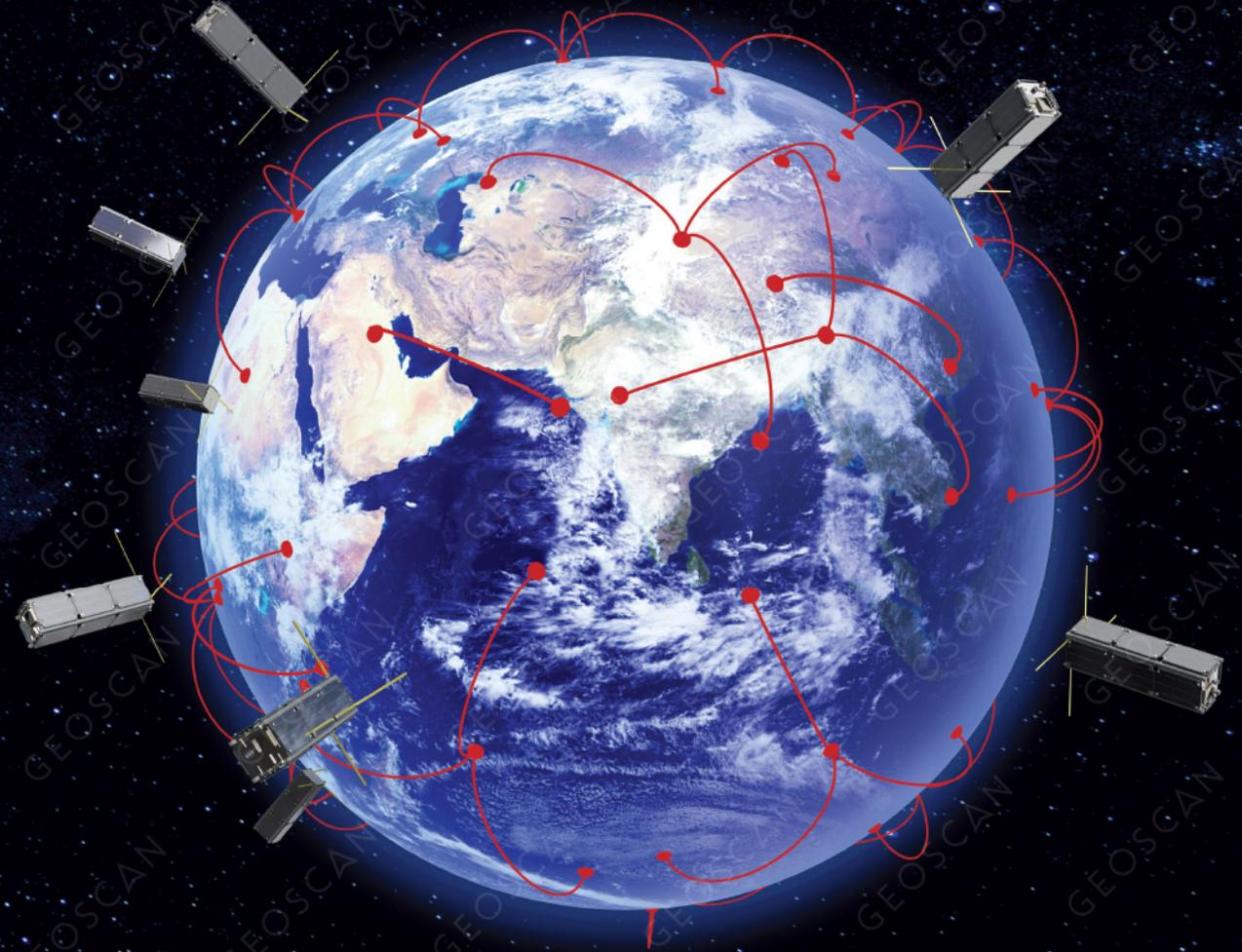
Разработаны все системы КА: конструкция, электроника, ПО

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](mailto: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](mailto:info@geoscan.ru)

[geoscan.ru](http://geoscan.ru)