

УДК 629.783

## **Разработка малого космического аппарата дистанционного зондирования Земли**

**Зимин И.И.\*, Валов М.В.\*\***

*Компания «Информационные спутниковые системы»*

*имени академика М.Ф. Решетнева, ул. Ленина, 52, Железногорск, Красноярский край, 662972, Россия*

*\*e-mail: [i.zimin@iss-reshetnev.ru](mailto:i.zimin@iss-reshetnev.ru)*

*\*\*e-mail: [mike110@iss-reshetnev.ru](mailto:mike110@iss-reshetnev.ru)*

### **Аннотация**

В статье рассмотрены результаты разработки малого космического аппарата (МКА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Малый космический аппарат дистанционного зондирования Земли создается на базе новой универсальной космической платформы «НТ-100-01», в полной мере отвечающей мировым тенденциям развития космической техники и современным техническим требованиям к КА. МКА дистанционного зондирования Земли высокого пространственного разрешения и мультиспектральной съемки предназначен для многозонального дистанционного зондирования земной поверхности с целью:

- 1) получения высокоинформативных изображений в видимом и инфракрасном диапазонах спектра электромагнитного излучения;
- 2) обеспечения оперативной доставки информации по радиоканалу;
- 3) обработки и предоставления информации широкому кругу потребителей.

**Ключевые слова:** малый космический аппарат, дистанционное зондирование Земли.

## **Введение**

В ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» малые космические аппараты разрабатываются с первых лет существования предприятия. Кроме большой серии космических аппаратов для министерства обороны РФ, в ОАО «ИСС» в разные годы были созданы радиолюбительские спутники серий «Радио», «Зея», «Можаец». У большей части из них срок работы на орбите был достаточно кратким, но с помощью этих космических аппаратов предприятием решены важнейшие задачи в области отработки технологий телекоммуникационных услуг, навигации, оценки влияния радиационных потоков и т.д.

В недавнем прошлом в ОАО «ИСС» создана унифицированная космическая платформа малого класса негерметичного конструктивного исполнения – «Юбилейный». К настоящему времени на базе космической платформы «Юбилейный» создано два малых научно-экспериментальных КА – «Юбилейный» и «Михаил Решетнев» («МиР»).

В настоящее время создание и развитие космических средств и технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является одним из важнейших направлений применения космической техники для социально-экономических и научных целей. В мире уже успешно эксплуатируются десятки космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. В различных стадиях разработки в

мире находятся до 300 новых проектов по реализации перспективных возможностей наблюдения и съемки Земли из космоса. Наблюдается быстрый прогресс в области повышения технического уровня космических аппаратов и сокращения затрат на их создание и эксплуатацию. Это обеспечивается за счет применения новых конструкционных материалов и методов проектирования, минимизации массогабаритных характеристик, разработки унифицированных космических платформ, «интеллектуализации» бортовых функций на основе современных компьютерных средств и технологий, перспективных возможностей.

В связи с этим актуальным является разработка МКА ДЗЗ в полной мере отвечающего мировым тенденциям развития космической техники и современным техническим требованиям к КА, для получения данных в интересах различных заказчиков (министерства и ведомства РФ, исполнительные органы власти в регионах РФ, управляющие структуры и субъекты экономической деятельности, региональные центры космических услуг и информационно-аналитические центры, предприятия горнодобывающей промышленности, сельского, лесного и рыбных хозяйств и т.д.).

Малый космический аппарат создается на базе новой универсальной космической платформы «НТ-100-01».

Бортовые системы платформы построены на приборах и оборудовании, произведенных в Российской Федерации.

Основные технические характеристики платформы «НТ-100-01» показаны в таблице 1

<b>Наименование параметра</b>	<b>Значение параметра</b>
Масса платформы, кг	До 100
Масса, выделяемая для полезной нагрузки, кг	До 90
Мощность СЭП для полезной нагрузки, Вт	
- средневитковая	Не менее 80
- пиковая	Не менее 120
Средневитковая мощность СЭП платформы, Вт	Не менее 150
Конструктивное исполнение	Негерметичное
Тип ориентации	Трехосная, активная
Точность СОС, град	
- крен	0,5
- тангаж	0,5
- рыскание	0,05
Точность стабилизации с погрешностью по каждой из осей, град/с	0,0004
Скорость разворотов (при выполнении сценариев съемки), град/с	1,5
Угол перенацеливания, град	±45
Частоты радиолиний	
Частота командной радиолинии, МГц	145; 435
Частота целевой радиолинии, ГГц	8,2; 2,3

<b>Наименование параметра</b>	<b>Значение параметра</b>
Скорость передачи данных	
- по командной радиолинии, Кбит/с	2,5
- по целевой радиолинии, Мбит/с	120
Тип двигательной установки системы коррекции	Термокаталитическая
Тип топлива	Гидразин
Масса топлива, кг	8
Срок активного существования, лет	не менее 5

В данной платформе применена активная, трехосная система ориентации и стабилизации, основной контур которой построен на базе звездных датчиков и управляющих двигателей-маховиков. Такое техническое решение позволяет использовать космические аппараты на базе платформы «НТ-100-01» для решения задач высокоточной съёмки поверхности Земли в различных оптических и радиодиапазонах, а также производить, в случае необходимости, перенацеливание спутника для съёмки объектов, не охватываемых подспутниковой полосой обзора.

В состав платформы входит пассивная СТР на базе тепловых труб и электрообогревателей, которая предназначена для поддержания в требуемых диапазонах температуры расположенных в приборных отсеках блоков служебной и целевой бортовой аппаратуры, а также для обеспечения теплового режима ряда приборов, устройств и элементов конструкции, расположенных вне приборных отсеков, на всех этапах функционирования.

В состав системы электропитания (СЭП) входят арсенид-галиевые фотопреобразователи (ФП), литий-ионная аккумуляторная батарея (АБ) и автоматика СЭП. Система электропитания обеспечивает непрерывное питание бортовой аппаратуры МКА на базе платформы постоянным током напряжением от 24 до 30 В на всех этапах функционирования.

Так же, платформа имеет в своем составе систему коррекции (СК) на базе термокаталитической двигательной установки, что позволяет обеспечить САС аппаратов на базе платформы не менее 5 лет на низкой круговой орбите высотой 450 км.

Основной целевой аппаратурой малого космического аппарата является оптико-электронная аппаратура (ОЭА) высокого пространственного разрешения с разрешающей способностью менее одного метра. В дополнение к основной аппаратуре детального наблюдения устанавливается мультиспектральная съемочная система (МСС-М) среднего пространственного разрешения с разрешающей способностью тридцать метров, имеющей в своем составе Фурье-видео спектрометр (ФВС) и инфракрасную съемочную систему (ИКСС). Оба комплекта аппаратуры разрабатываются и изготавливаются ОАО «ПЕЛЕНГ», Республика Беларусь.

Основные технические характеристики ОЭА и МСС-М представлены в таблице 2.

Характеристики ОЭА и МСС-М

Таблица 2

Наименование параметра	Значение параметра	
	ОЭА	МСС-М

Наименование параметра	Значение параметра		
		ФВС	ИКСС
Пространственное разрешение на местности (с Н=450 км), м/пиксел			
- в панхроматическом канале	0,9	15	-
- в мультиспектральных каналах	3,6	-	-
- в гиперспектральных каналах	-	30	-
- в инфракрасном канале	-	-	28
Полоса захвата (с Н=450 км), км	7,2	30	28
Полоса обзора (с учетом угла перенацеливания платформы с Н=450 км), км	900	1000	1000
Рабочий спектральный диапазон, мкм			
- в панхроматической съёмке	0,45-0,90	0,5-0,9	-
- в мультиспектральной съёмке	0,45-0,52	-	-
	0,52-0,59		
	0,61-0,69		
- в гиперспектральной съёмке	-	0,45-0,9	-
- в инфракрасной съёмке	-	-	1,55-1,7
Количество спектральных каналов, шт.			
- в панхроматической съёмке	1	1	-
- в мультиспектральной съёмке	3	-	-

Наименование параметра	Значение параметра		
- в гиперспектральной съёмке	-	15	-
- в инфракрасной съёмке	-	-	1
Ёмкость запоминающего устройства, Гбайт	32	24	
Суммарная производительность в сутки, км <sup>2</sup>	15500	42000	
Разрядность данных, бит	12	12	
Потребляемая мощность, Вт	80	10	7
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	720×405×1480	300×300×450	
Масса, кг	41	25	

Внешний вид ОЭА и МСС-М показан на рисунке 1.

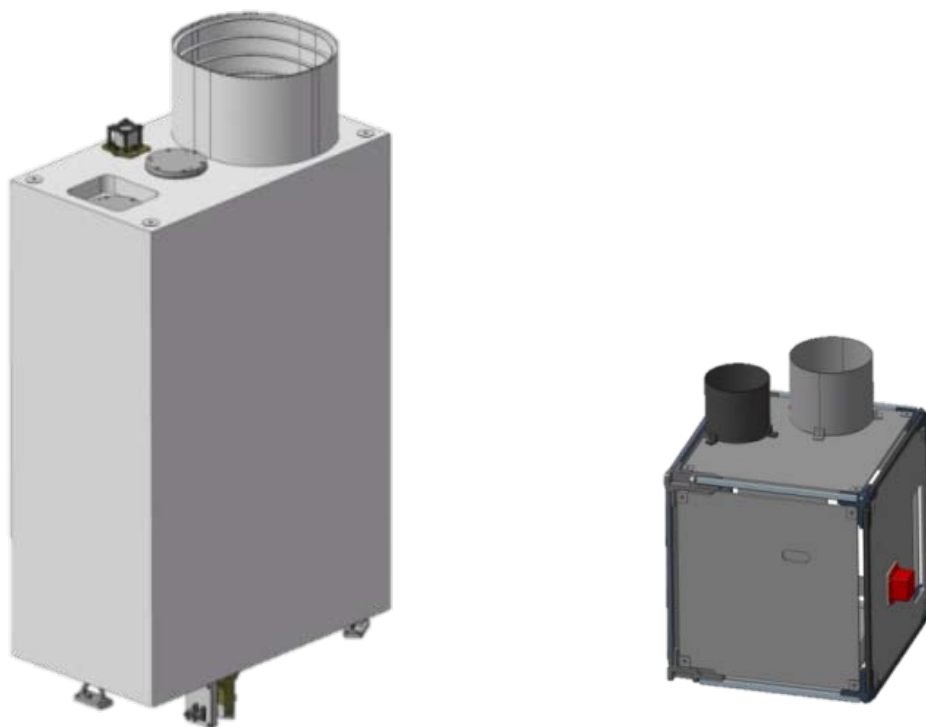




Рис. 1 – Оптико-электронная аппаратура высокого пространственного разрешения (ОЭА) и Мультиспектральная съемочная система среднего пространственного разрешения (МСС-М)

Малый космический аппарат сможет выводиться на низкую круговую орбиту функционирования ( $H=450\text{км}$ ,  $i=97^\circ$ ) как одиночным запуском (в том числе и попутным), так и групповым запуском в составе блока из нескольких МКА.

Вариант одиночного выведения МКА ДЗЗ на орбиту функционирования показан на рисунке 2.

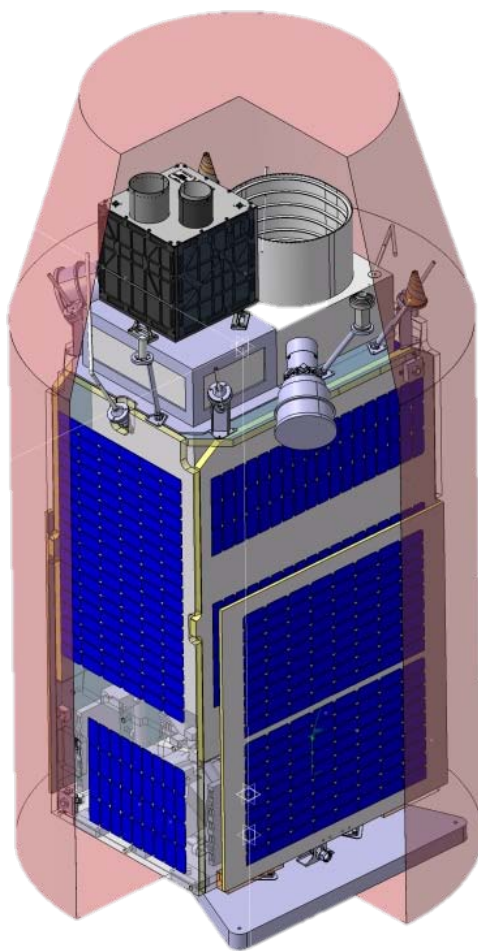


Рис.2 – Вариант выведения МКА ДЗЗ на орбиту с помощью РН «Старт-1»

Запуск МКА на орбиту планируется произвести в 4 квартале 2015г.

МКА дистанционного зондирования Земли высокого пространственного разрешения и мультиспектральной съемки предназначен для многозонального дистанционного зондирования земной поверхности с целью:

- 1) получения высокоинформативных изображений в видимом и инфракрасном диапазонах спектра электромагнитного излучения;
- 2) обеспечения оперативной доставки информации по радиоканалу;
- 3) обработки и предоставления информации широкому кругу потребителей.

Информация, полученная с МКА, может быть использована для решения следующих задач:

– Мониторинг чрезвычайных ситуаций: предупреждение, контроль и оценка последствий наводнений, организация информационного обеспечения в экстренных ситуациях;

– Сельское хозяйство: инвентаризация сельскохозяйственных угодий, идентификация различных типов культур, почвоведение, гидрология, метеорология, предотвращение сельскохозяйственных катастроф, прогнозирование урожаев и анализ сельскохозяйственного потенциала;

– Землепользование: топографическое и тематическое картографирование, наблюдение за ростом городов, наблюдение за пастбищами, распределением и миграцией животных, составление земельных кадастров, составление кадастров природных ресурсов;

– Лесное хозяйство: контроль за уничтожением лесов, определение типов лесонасаждений и доминирующих пород, оценка запасов лесоматериалов, картографирование лесов и измерение площади, количественная оценка биомассы, лесоводство, изучение водного режима лесных массивов;

– Контроль водных ресурсов: анализ взаимодействия льда и атмосферы, измерение температуры и толщины льда, выявление и классификация областей снежного покрова, определение характеристик снежного покрова, определение водного эквивалента снега, косвенное обнаружение грунтовых вод, очерчивание водных слоёв, мониторинг наводнений, контроль качества воды.

Внешний вид МКА ДЗЗ показан на рисунке 3.



Рис.3 – МКА ДЗЗ в рабочем положении

## **Библиографический список**

1. Чеботарев В.Е., Косенко В.Е. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения: Учеб. пособие. - Красноярск, СибГАУ, 2011. - 488 с.
2. Чеботарев В.Е. Проектирование космических аппаратов систем информационного обеспечения: Учеб. пособие. – Красноярск, СибГАУ, 2006. - 140 с.