

Космическая система дистанционного зондирования Земли ГКНПЦ им. М.В. Хруничева "Монитор"

Работы по созданию космических средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) ГКНПЦ им. М.В. Хруничева ведет с начала 1990-х годов.

Накопленный научно-технический задел и опыт, приобретенный при создании космических станций «Салют», «Алмаз», «Мир», модулей «Спектр» и «Природа», российско-германско-японского аппарата «Экспресс», российско-американского КА по программе RAMOS, и других изделий, позволили приступить к созданию и разработке унифицированной космической платформы (УКП) [«Яхта»](#) для целей ДЗЗ, космической связи и научных исследований;

Платформа строится в негерметичном исполнении. Масса платформы 350 кг. Механический интерфейс платформы позволяет разместить полезную нагрузку массой до 400 кг. При максимальной электрической мощности до 3 кВт.

Программа ДЗЗ предусматривает создание:

- орбитальной группировки МКА ДЗЗ,
- центра управления полетами КА (ЦУП),
- центра приема и предварительной обработки информации (НКПОИ),
- координационно-аналитического центра (планирование съемки, архив, тематическая обработка) (КАЦ);
- системы связи и передачи данных.

Основные задачи, решаемые системой ДЗЗ:

- Тематическое картографирование территорий;
- Контроль состояния сельскохозяйственных культур;
- Лесное хозяйство и лесоведение;
- Контроль ЧС, оценка их последствий;
- Экологический мониторинг;
- Поиски полезных ископаемых;
- Океанология и рыболовство;
- Изыскания, проектирование и строительство;
- Составление кадастров земельных ресурсов.

Орбитальная группировка системы ДЗЗ ГКНПЦ им. М.В. Хруничева

предполагает создание 4-х типов оптико-электронных («Монитор-Э», «Монитор-И» №1, «Монитор-И» №2, «Монитор-С», «Монитор-О») и 2-х типов радиолокационных КА («Монитор-Р3», «Монитор-Р23»).

Запуск первого КА «Монитор-Э» с на борту которого размещены 2 камеры (разрешение 8 и 20 м) планируется в 2002 г. на РН [«Рокот»](#) с космодрома Плесецк.

Первый запуск носит экспериментальный характер и производится с целью отработки новой целевой аппаратуры и служебных систем платформы «Яхта». КА «Монитор-Э» будет функционировать на солнечно-синхронной орбите (ССО) высотой 540 км и наклоном 97,5°.

Основные характеристики КА «Монитор-Э»	
Параметры орбиты	
- Высота, км	540
- Наклонение, град	97,5° (ССО)
Масса КА, кг	650
Срок активного функционирования, лет	5
Средство выведения	РН «Рокот»
Точность ориентации, град	0,1
Точность стабилизации, град/с	0,001
Мощность, Вт	2000

На борту КА «Монитор-Э» размещена панхроматическая съемочная аппаратура (ПСА) и съемочная аппаратура распределенного доступа (РДСА).

Характеристики целевой аппаратуры	Оптико-электронный комплекс	
	ПСА	РДСА
Спектральные диапазоны, мкм	0,51-0,85	0,54-0,59 0,63-0,68 0,79-0,90
Пространственное разрешение, м	8	20/40
Полоса захвата, км	90	160
Полоса обзора, км	730	890
Скорость передачи информации, Мбит/с	122,88	15,36/61,44
Максимальная мощность, Вт	450	

Съемка проводится в двух режимах:

- Трассовая съемка;
- Маршрутная съемка.

При трассовой съемке наблюдение районов осуществляется в надири по трассе полета. Полет осуществляется с ориентацией в орбитальной системе координат.

Продолжительность непрерывной работы целевой аппаратуры до 20 мин. на витке.

Съемка производится на освещенной стороне орбиты при углах Солнца к местному горизонту в наблюдаемых районах 10°.

Режим трассовой съемки

При маршрутной съемке (длительность кадра от 1 до 10 мин.) производится наблюдение районов, расположенных слева или справа от трассы полета. Участкам съемки предшествуют участки перенацеливания аппаратуры путем разворота КА по рысканию. Поэтому, на освещенной части орбиты реализуется последовательность участков: перенацеливание - подготовка к съемке - съемка - перенацеливание и т.д.

Режим маршрутной съемки

На всех типах оптико-электронных КА серии «Монитор» будет размещена аппаратура распределенного доступа (разрешение 20 м, с коммутацией на 40 м) с целью непосредственной передачи на малые пункты приема информации разработки российской компании «СКАН-ЭКС». Основная идея такого решения – оперативное доведение информации до потребителя, обеспечение широкого доступа пользователей к информации.

Основные характеристики персональных приемных станций		
	СканЭР	УниСкан
Тип антенны	параболическое зеркало	параболическое зеркало
Диаметр антенны	1,6-2,0 м	3,65 м
Диапазон частот	8175-8225 МГц	8000-8400 МГц
Скорость приема информации с КА разработки ГКНПЦ им. М. В. Хруничева	15 Мбит/с	61 Мбит/с
Вероятность ошибки на бит информации	не более 10 ⁻⁵	не более 10 ⁻⁵
Вес антенны	80 кг	300 кг
Количество операторов для обеспечения приема	1	1
Диапазон углов поворота антенной системы: -по азимуту	+270°	+270°
-по углу места	0-180°	0-180°
-по наклону	имеются модификации	+30°
Тип сопровождения	автоматическое, программное	автоматическое, программное
Точность сопровождения	0,1°	0,1°
Рабочая скорость ветра	до 22 м/с	до 20 м/с
Предельная скорость ветра	45 м/с	40 м/с

Наземный сегмент включает в себя:

- Наземный комплекс управления ([НКУ](#))
- Наземный комплекс приема и предварительной обработки информации ([НКПОИ](#))
- Координационно-аналитический центр (планирование съемки, архив, тематическая обработка) ([КАЦ](#))
- Подсистему связи и распространения данных

Кроме того, в систему ДЗЗ ГКНПЦ им. М.В. Хруничева функционально входят Федеральные региональные (ФРСПИ) и региональные персональные (РПСПИ) станции приема информации.

Наземный комплекс управления.

Наземный комплекс управления (НКУ), обеспечивает автоматизированное управление орбитальной группировкой КА ДЗЗ «Монитор» и КА связи «Диалог» разработки ГКНПЦ им. М.В. Хруничева на участке орбитального полета. Стенд центра управления полетом (ЦУП), расположенный на территории ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, как элемент НКУ, предназначен для планирования работы средств НКУ и бортовых систем малых КА, анализа их функционирования, а также управления средствами НКУ и космическими аппаратами ДЗЗ «Монитор» и МКА связи «Диалог».

Состав НКУ КА ДЗЗ:

- центр управления полетом (ЦУП);
- наземные станции командно-измерительных систем (КИС) из состава единого Государственного НАКУ КА;
- средства связи и передачи данных;
- средства СЕВ.

Число КА ДЗЗ в оперативной группировке	7
Число КА в режиме РВР	1
Количество рабочих программ в сутки	до 12
Количество выдаваемых рабочих корректирующих программ в сутки на 1 КА не менее	2
Время подготовки к управлению КА с момента получения информации с полигона	не более 4 часов
Определение и прогнозирование параметров движения центра масс КА за время	не более 10 минут
Обработка и выдача операторам результатов обработки ТМИ за время	не более 5 минут
Обработка и отображение информации телеметрического контроля в ходе сеанса связи после получения в ЦУП за время	не более 10 секунд

Наземный комплекс приема и предварительной обработки информации.

Наземный комплекс приема и предварительной обработки информации обеспечивает прием информации ДЗЗ, поступающей по радиолнии с космического аппарата, ее регистрацию, структурное восстановление и передачу в координационно-аналитический центр для архивации и дальнейшей обработки. Комплекс расположен в г. Москве на территории ГКНПЦ им. М.В. Хруничева.

Тип антенны	Параболическое зеркало
Диаметр антенны	9 м
Диапазон частот	8000-8400 МГц
Рабочая частота приема	Перестраиваемая
Количество каналов	2
Скорость передачи по каждому каналу	15,36; 61,44; 122,88 Мбит / с
Максимальная скорость передачи	2 x 122,88 Мбит / с
Диапазон углов поворота антенной системы: -по азимуту	+ 270°
-по углу места	от -2° до 92 °
- наклон азимутальной оси	7°
Ширина диаграммы направленности антенны	16 угл. минут
Коэффициент усиления антенны	54,6 дБ

Координационно-аналитический центр.

КАЦ, оснащенный современной вычислительной техникой, предназначен для планирования работы целевой аппаратуры, архивирования, каталогизации, и обработки информации, получаемой системой КА ДЗЗ. КАЦ, также как ЦУП и НКПОИ, располагается на территории ГКНПЦ им. М.В. Хруничева.

Задачи изучения природных ресурсов методами ДЗЗ подразделяются на три уровня:

крупномасштабный R = 1-5 м

среднемасштабный R = 5-30 м

мелкомасштабный R = 30-100 м

КА «Монитор-Э» занимает среднее положение, то есть решает задачи топографического и тематического картографирования в масштабе 1:100000 – 1:200000.

По стоимости информации для решения природоресурсных задач «Монитор-Э» занимает оптимальное положение. Решение большинства природоресурсных задач с использованием детальной информации из-за ее

высокой стоимости приводит к неоправданным затратам, повышает себестоимость конечной продукции.

В случае успешной работы экспериментального КА будут выведены в космос и другие КА этой же серии.

КС ДЗЗ будет включать три модификации оптико-электронных КА: «Монитор-И», «Монитор-С», «Монитор-О». В настоящее время в центре активно ведутся работы по разработке КА «Монитор-И» №1.

Основные характеристики оптико-электронных КА.								
	“Монитор-И” №1		“Монитор-И” №2		“Монитор-С”		“Монитор-О”	
Спектральные диапазоны	0,51-0,85 0,45-0,52 0,54-0,59 0,63-0,68 0,79-0,90	0,54-0,59 0,63-0,68 0,79-0,90	3,55-3,95 10,4-11,5 11,5-12,6	0,54-0,59 0,63-0,68 0,79-0,90	(стерео-модуль) 0,51-0,85	0,54-0,59 0,63-0,68 0,79-0,90	0,51-0,85 0,45-0,52 0,54-0,59 0,63-0,68 0,79-0,90	0,54-0,59 0,63-0,68 0,79-0,90
Пространственное разрешение, м	3(П); 6(МЗ)	20/40	60	20/40	4-5	20/40	1(П); 2(МЗ)	20/40
Площадь захвата (обзора), км	36 (700)	160 (890)	160 (890)	160 (890)	65 - 70 (65 -70)	160 (890)	20 (690)	160 (890)

«Монитор-И» оснащен целевой аппаратурой наблюдения с увеличением числа спектральных диапазонов и более высоким, по сравнению с «Монитор-Э» разрешением.

Области применения:

Сельское хозяйство, мелиорация, лесное хозяйство, экологический мониторинг, геологическое картирование и поиски полезных ископаемых, прогноз опасных геодинамических явлений, контроль и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, гидрология, океанология, картографирование в масштабе до 1:50 000.

«Монитор-С» – стереоскопический аппарат с разрешением 4 м (панхром), который послужит хорошим дополнением к предыдущим КА и расширит гамму прикладных задач.

Области применения:

Картографирование в масштабе до 1:25 000, составление кадастров природных ресурсов, изыскания, проектирование и строительство, геологическое картирование и поиски полезных ископаемых, прогноз опасных геодинамических явлений, контроль и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, сельское хозяйство, лесное хозяйство, экологический мониторинг.

«Монитор-О» имеет на борту камеру высокого разрешения (1-2 м).

Области применения:

Картографирование в масштабе до 1:10 000, составление кадастров природных ресурсов, изыскания, проектирование и строительство, геологическое картирование и поиски полезных ископаемых, прогноз опасных геодинамических явлений, контроль и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, сельское хозяйство, мелиорация, лесное хозяйство, экологический мониторинг, гидрология.

В дальнейшем планируется расширение орбитальной группировки, ее дооснащение радиолокационным КА с диапазонами длин волн 3,2 и 23,5 см.

Основные характеристики радиолокационных КА.						
	«Монитор-РЗ»			«Монитор-Р23»		
Диапазон (длина волны, см)	X (3,2)			L(23,5)		
Поляризация	ВВ, ГГ			ВВ, ВГ, ГГ, ГВ		
Пространственное разрешение, м	3-5	20/40	100	5-10	20/40	100
Полоса захвата, км	15...20	60...80/120...160	400	30 - 40	60...80/120...160	300
Полоса обзора, км	400			300		

«Монитор-РЗ» будет оснащен радиолокатором с синтезированной апертурой с длиной волны 3,2 см (X-диапазон) и разрешением 3-5, 20/40 и

100 м.

Области применения:

Контроль ледовой обстановки, океанология, картографирование в масштабе до 1:25 000, океанология, геологическое картирование и поиски полезных ископаемых, контроль и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, сельское хозяйство, экологический мониторинг.

«Монитор-Р23» будет оснащен радиолокатором с синтезированной апертурой с длиной волны 23,5 см (L-диапазон) с разрешением 5-10, 20/40 и 100 м.

Области применения:

Картографирование в масштабе до 1:25 000, океанология, гидрология, геологическое картирование и поиски полезных ископаемых, контроль и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, сельское хозяйство, лесное хозяйство, экологический мониторинг.

Потребителям будут предоставляться продукты, полученные в результате обработки оптической, ИК и радиолокационной информации, стандартного уровня от 1А до 2С, а также мозаики и цифровые карты.

Схема взаимодействия с потребителями информации и продукции ДЗЗ подразумевает следующие формы:

- работа с государственными организациями, выделение им части ресурса;
- долгосрочные и краткосрочные контракты на прием информации;
- продажа через Интернет.

Полное развертывание системы будет обеспечено к 2008 г.

Предлагаемая система ДЗЗ реализует комплексный подход: не только создание космических аппаратов, но и создание наземного сегмента, подсистемы связи и передачи данных. При этом особое значение уделяется вопросу доведения информации до конечного пользователя.

ГКНПЦ им. М.В. Хруничева информировал ведущие российские министерства и ведомства, коммерческие и научные организации о создании такой системы, и многие из них подтвердили свою заинтересованность в использовании космической информации с КА «Монитор» для решения прикладных задач.

Кроме того, создание такой системы вызывает интерес и у зарубежных потребителей.

Адрес Дирекции программы ДЗЗ ГКНПЦ им. М.В. Хруничева:
121087, Москва, Новозаводская ул. 18

Тел.: (095) 145-93-28, 145-93-21

Факс: (095) 145-91-36

E-mail: EO@khrunichev.com