

**Е.В. Михайлов** (ГКНПЦ им. М.В. Хруничева)

В 1974 г. окончил радиотехнический факультет ХВВКУ им. Маршала Советского Союза Н.И. Крылова. В настоящее время – руководитель департамента малых космических аппаратов и спутниковых систем.

**О.В. Михеев** (ГКНПЦ им. М.В. Хруничева)

В 1970 г. окончил приборный факультет ВИА им. Ф.Э. Дзержинского. В настоящее время – начальник отделения системного проектирования по КА ДЗЗ и связи. Кандидат технических наук.

**А.Е. Положенцев** (ГКНПЦ им. М.В. Хруничева)

В 1982 г. окончил факультет энергомашиностроения МВТУ им. Н.Э. Баумана. В настоящее время – время начальник проектного отдела по КА ДЗЗ и связи.

## Перспективные космические аппараты ДЗЗ «Природа» и «Монитор-Р» на основе унифицированной космической платформы «Яхта»

В августе 2010 г. завершается пятилетний технический ресурс малого космического аппарата (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) нового поколения «Монитор-Э» (буква «Э» означает «экспериментальный»). Космический аппарат «Монитор-Э» был разработан и изготовлен Государственным космическим научно-производственным центром им. М.В. Хруничева. Запуск КА был проведен 26 августа 2005 г. с космодрома «Плесецк» ракетой-носителем «Рокот». После проведения летных испытаний 26 февраля 2006 г. КА был сдан в эксплуатацию, однако после почти годичной работы в штатном режиме из-за отказа двух из трех гироскопических измерителей вектора угловой скорости (ГИВУС) КА был переведен в экспериментальный режим работы с возможностью съемки только в надир. При этом трехосная ориентация КА обеспечивается по данным от одного ГИВУС и двух астродатчиков. В данном режиме КА функционирует по настоящее время. За все время полета было проведено более 1000 маршрутов съемки с общей площадью отснятой поверхности Земли более 150 млн кв. км. Изображения, получаемые с КА «Монитор-Э» (с разрешением 8 и 20 м соответственно в панхроматическом и многозональном



Рис. 1.  
Общий вид КА «Природа»

каналах), обладают хорошим геометрическим качеством и радиометрическим разрешением и используются различными ведомствами и администрациями регионов России при решении задач лесного и сельского хозяйства, экологического мониторинга, обнаружения последствий чрезвычайных ситуаций мелкомасштабного картографирования.

Одной из главных особенностей КА «Монитор-Э» является то, что в ходе его создания была разработана унифицированная космическая платформа (УКП) «Яхта», позволяющая создавать целую серию малых КА класса «Монитор-Э». При массе УКП в 420 кг на нее может быть установлена целевая аппаратура общей

массой до 500 кг. Энергетические, динамические и точностные характеристики УКП удовлетворяют самым высоким требованиям со стороны целевой аппаратуры.

С учетом наличия летной истории УКП «Яхта», а также уже проведенных доработок ее бортовых систем (в рамках создания и эксплуатации КА связи, на которых установлены такие же, как и на КА «Монитор-Э», бортовые системы) ГКНПЦ им. М.В. Хруничева предлагается создать на основе УКП «Яхта»

два перспективных КА ДЗЗ с условным названием «Природа» (с комплексом оптико-электронной аппаратуры) и КА «Монитор-Р» (с бортовым радиолокационным комплексом).

Общий вид и основные характеристики данных аппаратов приведены соответственно на рис. 1, 2 и в табл. 1–4.

С учетом имеющегося резерва массы модуля целевой аппаратуры дополнительно к указанной аппаратуре по желанию заказчика может быть установлена

Таблица 1

### Основные технические характеристики КА «Природа»

Тип орбиты	Солнечно-синхронная
Параметры орбиты: высота, км наклонение, град.	670 98,1
Точность поддержания ориентации ( $3\sigma$ ), град.	0,05
Точность стабилизации ( $3\sigma$ ), град./с	0,0005
Электрическая мощность СБ, Вт	1800
Масса КА, кг	850
Срок функционирования, лет	не менее 7
Средство выведения	РН «Рокот», РН «Ангара 1-2»

Таблица 2

### Основные характеристики оптико-электронного комплекса КА «Природа»

Характеристика	Панхроматическая и многозональная съемочная аппаратура видимого и ближнего ИК-диапазонов	Съемочная аппаратура коротковолнового ИК-диапазона
Спектральный диапазон, мкм	0,51–0,85 (ПХ); 0,45–0,52; 0,52–0,60; 0,63–0,69; 0,76–0,9 (МС)	1,55–1,75; 2,08–2,35
Пространственное разрешение, м	3–5 (ПХ); 6–10 (МС);	15–25
Полоса захвата, км	100–120	
Разрядность представления информации, бит/пиксель	12	
Масса, кг	110	30
Энергопотребление (рабочий режим/дежурный режим), Вт	200/40	200/10
Объем бортового ЗУ, Тбит	не менее 2	
Скорость передачи информации, Мбит/с	300	
Основные режимы передачи информации	Съемка с записью и последующим воспроизведением информации	
	Съемка с записью и одновременным сбросом полученной ранее информации	
	Съемка с одновременным сбросом получаемой информации	



Рис. 2.  
Общий вид КА «Монитор-Р»

Таблица 3

**Основные технические характеристики КА «Монитор-Р»**

Тип орбиты	Солнечно-синхронная
Параметры орбиты: высота, км наклонение, град.	600 97,8
Точность поддержания ориентации (3 $\sigma$ ), град.	0,05
Точность стабилизации (3 $\sigma$ ), град./с	0,0005
Электрическая мощность СБ, Вт	2400
Масса КА, кг	1200
Срок функционирования, лет	не менее 7
Средство выведения	РН «Рокот», РН «Ангара 1-2»

Таблица 4

**Основные характеристики бортового радиолокационного комплекса КА «Монитор-Р»**

Тип бортового радиолокатора	Радиолокатор бокового обзора с синтезированной апертурой антенны (РСА) разработки фирмы Thales Alenia Space (Италия)		
Длина волны, см	3,5 (X-диапазон)		
Режимы обзора	Высокодетальный	Детальный	Обзорный
Разрешение, м	1–2	3–5	20
Зона съемки (полоса захвата x длину полосы), км	10x10	30x(500...1000)	100x3000
Углы наблюдения, град.	от 25 до 50 (полоса обзора 500 км справа или слева по полету)		
Тип антенны	Активная фазированная антенная решетка (АФАР)		
Перенацеливание	Нацеливание лучом антенны в зоне обзора (500 км) осуществляется электронным сканированием луча		
Объем бортового ЗУ, Тбит	не менее 2		
Скорость передачи данных, Мбит/с	300		

Таблица 5

**Космический аппарат ДЗЗ «Природа» с широкозахватным  
многоспектральным комплексом оптико-электронной аппаратуры**

Показатель эффективности	Число КА в группировке		
	1	2	3
Периодичность обновления информации о всей территории России в режиме трассовой съемки (в надир), суток	20	15	12
Максимальная периодичность наблюдения любого объекта на территории России в режиме кадровой съемки (с разворотом КА), суток	3	1	<1
Производительность КА по проведению съемки (трассовый режим съемки, лето), млн кв. км / сутки	1,5	3,5	5

Таблица 6

**Космический аппарат ДЗЗ «Монитор-Р» с бортовым радиолокационным комплексом**

Показатель эффективности	Число КА в группировке		
	1	2	3
Периодичность обновления информации о всей территории России в обзорном режиме, суток	18	12	7
Периодичность наблюдения любого объекта на территории России в детальном режиме, суток	5	1,5	0,5
Производительность КА по наблюдению территории России в обзорном режиме, млн кв. км / сутки	3,5	7	9,2

гиперспектральная аппаратура или ИК-аппаратура среднего и дальнего диапазонов.

В ходе работ по рассматриваемым КА было проведено детальное моделирование по оценке показателей периодичности и производительности группировки КА по наблюдению территории России. При моделировании учитывались баллистические характеристики аппаратов, характеристики целевой аппаратуры (полоса захвата, поток первичной информации, объем запоминающего устройства, скорость передачи данных на Землю, коэффициенты сжатия информации и др.), динамические характеристики КА (углы и скорости разворота), местоположение пунктов приема информации (ППИ), а также условия наблюдения по освещенности (для КА оптико-электронного наблюдения). Моделирование проводилось без учета облачности. Основные результаты моделирования сводятся к следующему (см. табл. 5,6).

Как показывает моделирование, если осуществлять даже небольшие развороты КА по крену, приведенные в верхней строке (табл. 5) значения периодичности обновления информации могут быть уменьшены в два раза.

Создание предлагаемых КА оптико-электронного и радиолокационного наблюдения позволит решить важную задачу оперативного мониторинга территории России и обеспечить потребности российских ведомств в полноценной информации, в том числе в интересах национальной безопасности страны (последствия чрезвычайных ситуаций и др.).

Научно-технический и производственный задел, полученный ГКНПЦ им. М.В. Хруничева с кооперацией при создании и летной эксплуатации КА «Монитор-Э» и других КА, позволяет создать и ввести в эксплуатацию КА «Природа» и «Монитор-Р» в течение трех лет.