

# Новый многофункциональный космический аппарат ДЗЗ

**Александр Кирилин,**  
генеральный директор ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ – Прогресс»,  
доктор технических наук, профессор

**Равиль Ахметов,**  
первый заместитель генерального директора – генеральный конструктор  
ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ – Прогресс», доктор технических наук

**Александр Сторож,**  
первый заместитель генерального конструктора  
ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ – Прогресс»

**Николай Стратилатов,**  
главный конструктор ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ – Прогресс»,  
кандидат технических наук

Создание и развитие космических средств и технологий ДЗЗ является в настоящее время одним из важнейших направлений применения космической техники для социально-экономических и научных целей. За более чем 40 лет работы в этой области ГНПРКЦ «ЦСКБ–Прогресс» обеспечил создание 27 типов космических аппаратов. На рабочие орбиты выведено 977 КА собственной разработки. В 1982 г. впервые в стране нашими специалистами был создан КА оптико-электронного наблюдения

– Янтарь-4КС1 с передачей информации по радиоканалу через спутник-ретранслятор. В 2006 г. был запущен первый в России гражданский КА «Ресурс-ДК1» оптико-электронного наблюдения с передачей информации по радиоканалу непосредственно на наземные пункты приема. Он эксплуатируется уже более 7 лет и долгое время был единственным в орбитальной группировке КА детального разрешения.

С целью максимального удовлетворения потребностей национальной экономики и в соответствии с Федеральной космической программой на предприятии был изготовлен и запущен 25 июня 2013 г. с космодрома Байконур КА «Ресурс-П» №1. Его разработка велась с учетом опыта, накопленного при эксплуатации аппарата «Ресурс-ДК1», а также дополнительных задач. В течение первых трех месяцев после запуска аппарата была выполнена в полном объеме программа летных испытаний, и уже с 1 октября 2013 г. он находится в штатной эксплуатации.

«Ресурс-П» №1 пополнил отечественную орбитальную группировку гражданских средств ДЗЗ с детальным уровнем разрешения наряду с такими аппаратами, как «Ресурс-ДК», «Канопус-В». Его внешний облик представлен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний облик КА «Ресурс-П» №1

Космический аппарат «Ресурс-П» предоставляет информационное обеспечение для решения следующих задач: составления и обновления общегеографических, тематических и топографических карт; контроля загрязнения и деградации окружающей среды; инвентаризации природных ресурсов и контроля хозяйственных процессов для обеспечения рациональной деятельности в различных отраслях хозяйства; информационно-обеспечения деятельности по поиску нефти, природного газа, рудных и других месторождений полезных ископаемых; контроля застройки территорий, полученных данных для инженерной оценки местности в интересах хозяйственной деятельности; контроля водоохраных и заповедных районов; оценки ледовой обстановки; наблюдения за районами чрезвычайных ситуаций, стихийных бедствий, аварий, техногенных катастроф, а также оценки их последствий с целью планирования восстановительных мероприятий.

Использование круговой солнечно-синхронной орбиты высотой 475 км позволяет при сохранении и даже при некотором улучшении разрешения (GSD) по сравнению с «Ресурс-ДК1» существенно улучшить условия наблюдения, т.к. теперь съемка проводится с одной высоты и в одинаковых условиях освещенности. С шести до трех суток улучшена периодичность наблюдения. Получаемая информация может быть использована также и в международном сотрудничестве России за счет возможности глобального наблюдения Земли.

Одним из основных принципов формирования облика космического комплекса (КК) «Ресурс-П» стало использование технических решений, наработанных при создании КК «Ресурс-ДК1». В состав целевой аппаратуры в дополнение к оптико-электронной аппаратуре (ОЭА) высокого разрешения введены еще два типа съемочной аппаратуры: гиперспектральная съемочная аппаратура – ГСА и комплекс широкозахватной съемочной аппаратуры – КШМСА. В результате впервые создан КА многофункционального типа, что является эксклюзивной программой, ноу-хау мирового уровня. Кроме того, улучшены динамические и эксплуатационные характеристики аппарата, повышены потребительские свойства изображений, передаваемых на Землю.

Сравнительный анализ основных ТТХ «Ресурс-П» №1, «Ресурс-ДК1» и «Канопус-В» приведен в таблице.

Как видно из таблицы, «Ресурс-П» превосходит своих отечественных предшественников по всем целевым характеристикам. Его отличительной особенностью является ширина полосы захвата. В результате подъема высоты орбиты и модернизации системы приема и преобразования информации ширина полосы захвата превышает 38 км, что является лучшим показателем среди существующих КА с аналогичным разрешением. Такие высокие характеристики обеспечиваются за счет применения съемочной аппаратуры высокого разрешения «Геотон-Л1» разработки ОАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева», в которой используется уже неплохо себя зарекомендовавший на «Ресурс-ДК1» широкопольный линзовый объектив с некоторыми доработками. Доработки позволяют обеспечить работу аппаратуры в расширенном спектральном диапазоне. При этом рабочее поле зрения – одна из основ беспрецедентно большой полосы захвата – сохраняется. Глубокой модернизации подверглась электронная составляющая съемочной аппаратуры – СППИ (система приема и преобразования изображения), разработанная нашим филиалом – НПП «ОПТЭКС». По сути это принципиально новая аппаратура, получившая название система приема и преобразования информации «Сангур-1У». В ней применены уникальные фоточувствительные элементы размером 6х6 мкм.

Перед проектировщиками СППИ «Сангур-1У» стояли противоречивые задачи. Требовалось как минимум сохранить пространственное разрешение при существенном увеличении высоты орбиты КА и при этом полностью использовать поле зрения оптической системы и ее разрешающую способность. Одновременно было необходимо расширить спектральную рабочую область, обеспечив хорошую чувствительность в синей области спектра, хорошие условия для синтеза цветных изображений, а также общее увеличение количества спектральных диапазонов для повышения качества мультиспектральной информации.

Было решено принципиально изменить схему получения панхроматического и мультиспектральных изображений, отказавшись от применения однотипных фотоприемников ПЗС и оптико-электронных преобразователей. Специально для применения в ОЭА «Ресурс-П» разработаны два типа матриц ПЗС, работающих в режиме ВЗН (временная задержка и накопление). Теперь есть два типа оптико-электронных преобразователей: панхроматический и мультиспектральный. Структура фокальной

Параметр	Характеристика		
	«Ресурс-ДК1»	«Канопус-В»	«Ресурс-П»
Рабочая орбита			
- тип	Эллиптическая	Круговая	Круговая
- высота, км	360-610	500-520	470-480
- наклонение, град	69,92	97,4	97,276
Разрешение на местности в надире, м	H = 350 км		
- в панхроматическом диапазоне (проекция пикселя)	1,0 (0,8)	2,1	1,0 (0,7)
- в узких спектральных диапазонах	1,6-1,8	10,5	3,0 – 4,0
Ширина полосы захвата в надире, км	28,3 (H=350 км)	23	38
Количество спектральных диапазонов	4	4	6
Количество спектральных диапазонов, снимаемых одновременно	1 ÷ 3	4	1 ÷ 6
Гиперспектральная съемка	Отсутствует	Отсутствует	Имеется
Периодичность наблюдения, сут.	6	3	3
Стереосъемка, км	Отсутствует	Отсутствует	115 км
Площадная съемка	Отсутствует	Отсутствует	100х300 км <sup>2</sup>
Скорость передачи информации, Мбит/с	300	123	300

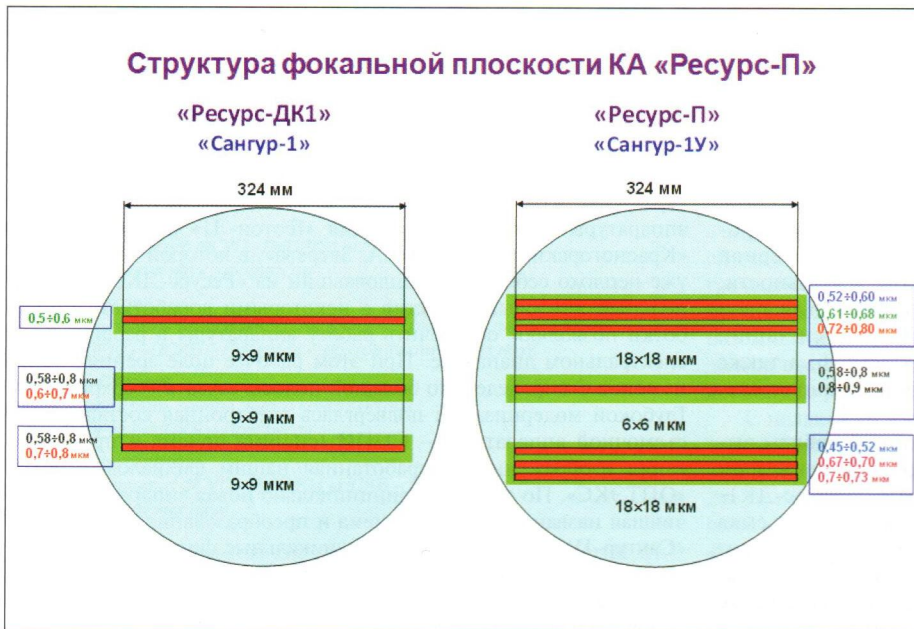


Рис. 2. Формирование спектральных каналов в ОЗА «Ресурс ДК1» и «Ресурс-П»

плоскости «Ресурс-П» и «Ресурс-ДК1» показана на рис. 2.

Снимки, полученные ОЗА «Геотон-Л1», представлены на рис. 3 и рис. 4. Возможна съемка одновременно в панхроматическом (0,58-0,8 мкм) и узких спектральных диапазонах: 0,45-0,52 мкм; 0,52-0,60 мкм; 0,61-0,68 мкм; 0,72-0,80 мкм; 0,67-0,7 мкм; 0,7-0,73 мкм. Из существующих на сегодняшний день зарубежных коммерческих систем наблюдения высокого и детального разрешения по количеству мультиспектральных каналов ОЗА «Геотон-Л1», выполняющего свои задачи на орбите «Ре-

сурс П» №1, уступает только одному КА ДЗЗ – новейшему американскому спутнику двойного назначения WorldView-2 с 8 мультиспектральными каналами.

Комплекс широкозахватной мультиспектральной съемочной аппаратуры по сути представляет собой не одно, а два устройства в монолитном исполнении. Это – аппаратура высокого разрешения на основе оптико-электронной камеры ШМСА-ВР и аппаратура среднего разрешения на основе оптико-электронной камеры ШМСА-СР, работа которых может осуществляться как вместе, так и автономно под контролем единой системы управле-

ния. Электроника камер полностью унифицирована. Их характеристики определяются используемыми линейными фотоприемниками ПЗС с длиной строки около 8000 пикселей и специально разработанными (ОАО «ЛЗОС») телецентрическими объективами двух типов с различными фокусными расстояниями. Каждая камера обеспечивает одновременную съемку в панхроматическом и пяти узких (мультиспектральных) диапазонах: 0,43-0,7 (панхром); 0,43-0,51 (синий); 0,51-0,58 (зеленый); 0,6-0,7 (красный); 0,7-0,9 (ближний ИК1); 0,8-0,9 (ближний ИК2). Камера высокого разрешения ШМСА-ВР имеет полосу захвата 96 км при разрешении (проекция пикселя) около 12 м в панхроматическом диапазоне и 24 м в мультиспектральных каналах. Камера среднего разрешения ШМСА-СР имеет полосу захвата 480 км при разрешении (проекция пикселя) около 60 м в панхроматическом диапазоне и 120 м в мультиспектральных каналах. Такой набор спектральных диапазонов и пространственного разрешения позволит решать широкий класс задач от простого синтеза цветного изображения на основе данных красного (R), зеленого (G) и синего (B) каналов до учета влияния атмосферы и изучения процессов вегетации и селекции растительности с использованием данных двух каналов в ближнем инфракрасном диапазоне. Информация может быть востребована специалистами сельского и лесного хозяйства, гидрологии, картографии и даже метеорологии. Снимок, полученный с помощью КШМСА, представлен на рис. 5.

ГСА «Ресурс-П» обеспечивает гиперспектральную съемку поверхности Земли в видимом и ближнем инфракрасном ди-



Рис. 3. Панхроматический снимок с КА «Ресурс-П» №1. Ватикан, Италия

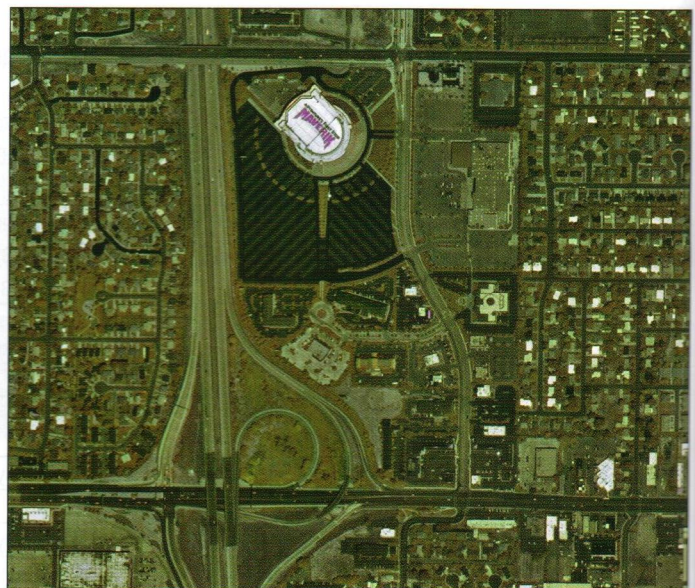


Рис. 4. Мультиспектральный снимок с КА «Ресурс-П» №1. Солт-Лейк-Сити, США

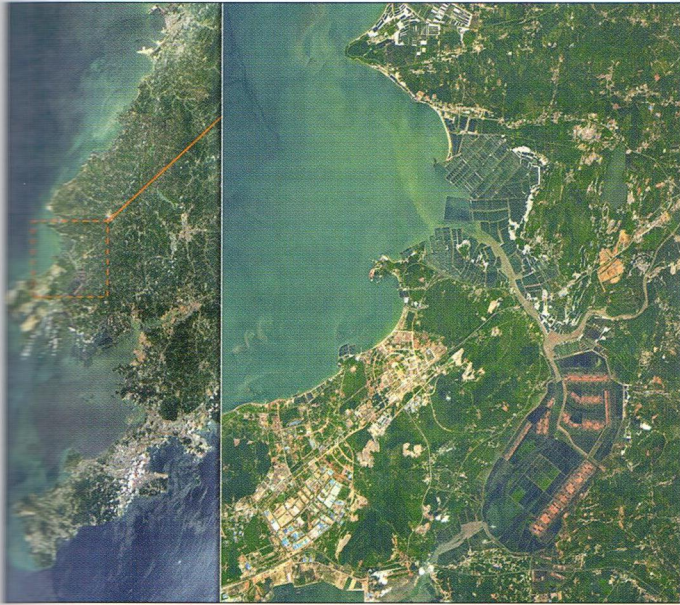


Рис. 5. Снимок сделан КА «Ресурс-П» с помощью КШМСА. Ляньшунь, Китай

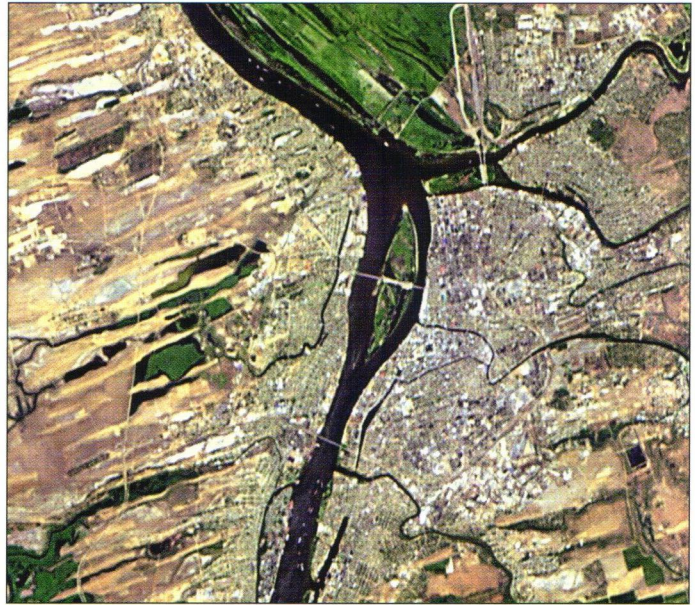


Рис. 6. Снимок сделан КА «Ресурс-П» с помощью ГСА. Астрахань, Россия

диапазонах спектра от 0,4 до 1,1 мкм. ГСА строится на базе светосильного зеркально-объектива, состоящего из спектрометра и высокоскоростных кадровых фотоприемных матриц ПЗС видимого и ближнего ИК-диапазона. Уникальные отечественные матрицы ПЗС «Кадр РП» разработаны в НПП «ЭЛАР» специально для этого проекта. Аппаратура управления ГСА, а также фотоприемные устройства на основе высокоскоростных матриц с кадровой организацией создаются в НПП «ОПТЭК».

Полоса захвата ГСА составляет 25 км, а разрешение (проекция пикселя) — около 25 м. При спектральном разрешении 5–10 нм ГСА в различных режимах работы может обеспечить получение изображения поверхности Земли одновременно в 96–255 спектральных поддиапазонах. Снимок, полученный с помощью ГСА, представлен на рис. 6.

ГСА имеет совершенно уникальные возможности, поскольку позволяет фиксировать излучение в сотнях очень узких спектральных диапазонов и формировать многомерное изображение, в котором два измерения характеризуют пространственное положение наблюдаемых объектов местности, а третье — их спектральные свойства. Тем самым обеспечивается возможность перехода на качественно новые технологии дешифрования и интерпретации получаемых данных ДЗЗ.

В настоящее время спрос на гиперспектральную информацию на мировом рынке превышает предложение почти на 30%, а на российский рынок такая информация практически отсутствует. Основными потребителями гиперспектральной информации могут быть федеральные и

региональные органы власти, местного самоуправления, государственные ведомства и учреждения, а также различные предприятия, использующие в своей деятельности данные ДЗЗ.

Именно ГСА комплекса «Ресурс-П» планируется использовать в качестве космического сегмента нового проекта, ориентированного на создание уникальной региональной системы оперативного гиперспектрального мониторинга физико-химического состояния природных и антропогенных объектов на основе использования комплексных данных, получаемых от гиперспектральных датчиков космического, авиационного и наземного базирования. Проект «Многоуровневая система оперативного гиперспектрального мониторинга Земли» включен в программу развития Самарского аэрокосмического кластера и получил высокую оценку Минэкономразвития, инвестиций и торговли Самарской области, а также Министерства экономического развития России. В результате он вошел в пятерку инновационных пилотных проектов аэрокосмического кластера.

Постоянный гиперспектральный мониторинг дает возможность проводить оценку состояния почв пахотных земель и лесов, динамики вегетации посевных культур и состояния объектов археологического и культурного наследия, отслеживать экологическое состояние водных объектов, включая информацию о составе и концентрации загрязняющих веществ. И это далеко не полный перечень услуг. Реализация проекта позволит создавать геоинформационные системы различной тематической направленности. Таким

образом, КА «Ресурс-П» №1 позволяет наиболее полно решать совокупность природохозяйственных задач ДЗЗ в оптико-электронном диапазоне, обеспечивая сочетание высокого и среднего пространственного разрешения снимков Земли со средней периодичностью обзора.

В настоящее время в ГНПРКЦ «ЦСКБ–Прогресс» ведутся работы по созданию космической системы (КС) «Ресурс-П», состоящей из трех аппаратов. В 2014 г. планируется ввести в орбитальную группировку «Ресурс-П» №2, а в 2016 г. — «Ресурс-П» №3. Создание КС позволит осуществлять ежедневное наблюдение освещенных районов Земли. Решение такой задачи соответствует интенсивно развивающемуся мировому рынку услуг на основе космической информации. □



ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ–Прогресс»  
Россия, 443009, г. Самара, ул. Земеца, д. 18  
Тел./факс: (846) 955-1361, 992-6518  
E-mail: mail@samspace.ru  
www.samspace.ru