

А.Н. Кирилин (ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»)

В 1973 г. окончил Куйбышевский авиационный институт им. академика С.П. Королева по специальности «производство летательных аппаратов». В настоящее время – генеральный директор ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс».

Р.Н. Ахметов (ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»)

В 1973 г. окончил Куйбышевский политехнический институт. В настоящее время – первый заместитель генерального директора – генеральный конструктор ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс».

Н.Р. Стратилатов (ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»)

Окончил Куйбышевский авиационный институт им. академика С.П. Королева по специальности «инженер-механик». В настоящее время – главный инженер – начальник отделения.

А.И. Бакланов (НПП «ОПТЭКС»)

В 1980 г. окончил МФТИ по специализации «автоматика и электроника». Работал в НИИ МП, НПП «ОПТЭКС». В настоящее время – заместитель генерального директора ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» – директор филиала – главный конструктор НПП «ОПТЭКС».

В.М. Федоров (ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»)

В 1972 г. окончил Куйбышевский авиационный институт по специализации «проектирование и производство летательных аппаратов». В настоящее время – заместитель главного конструктора – заместитель начальника отделения.

М.В. Новиков («Роскосмос»)

В 1975 г. окончил Московский ордена Ленина энергетический институт по специальности «инженер электронной техники». Работал в МЭИ, ФГУП «РНИИКП», ФГУП «НПП ВНИИЭМ». В настоящее время – заместитель начальника Управления автоматических космических комплексов и систем управления Федерального космического агентства.

Космический аппарат «Ресурс-П»

Создаваемый ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» по заказу Федерального космического агентства оперативный космический комплекс (КК) высокодетального, детального широкополосного и гиперспектрального оптико-электронного наблюдения земной поверхности «Ресурс-П» является продолжением отечественных средств дистанционного зондирования высокого разрешения, используемых в интересах социально-экономического развития Российской Федерации. КК «Ресурс-П» предназначен для решения следующих задач дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса:

- составление и обновление общегеографических, тематических и топографических карт;
- контроль загрязнения окружающей среды, в т. ч. экологический контроль в районах геологоразведочных работ и добычи полезных ископаемых, контроль водоохраных и заповедных районов;
- инвентаризация природных ресурсов (сельскохозяйственных и лесных угодий, пастбищ, районов промысла морепродуктов), создание земельного

кадастра и контроль хозяйственных процессов для обеспечения рациональной деятельности в различных отраслях хозяйства;

- информационное обеспечение поиска нефти, природного газа, рудных и других месторождений полезных ископаемых;
- контроль застройки территорий, получение данных для инженерной оценки местности в интересах хозяйственной деятельности;
- информационное обеспечение для прокладки магистралей и крупных сооружений, автомобильных, железных дорог, нефте- и газопроводов, систем связи;
- обнаружение незаконных посевов наркосодержащих растений и контроль их уничтожения;
- оценка ледовой обстановки;
- наблюдение районов чрезвычайных ситуаций с целью мониторинга стихийных бедствий, аварий, катастроф, а также оценки их последствий и планирования восстановительных мероприятий.

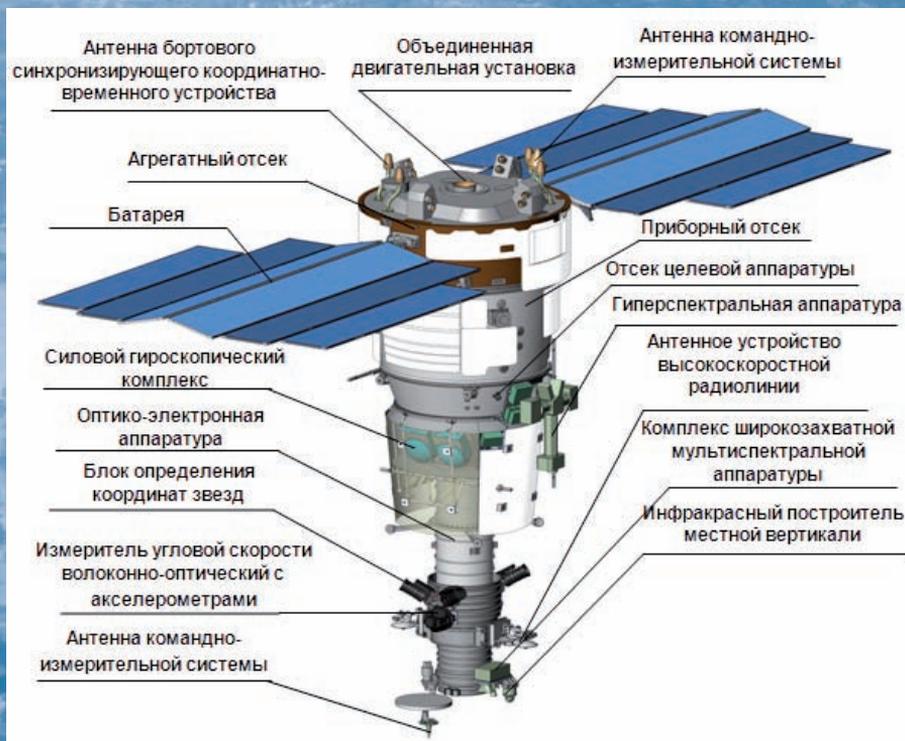


Рис. 1.
Внешний вид космического аппарата «Ресурс-П»

Основными принципами формирования облика КА «Ресурс-П» (рис. 1) являются:

- использование технических решений, разработанных при создании КА «Ресурс-ДК1», эффективность которых подтверждена успешной работой этого КА на орбите свыше 4 лет;
- наращивание тактико-технических характеристик за счет применения нескольких типов съемочной аппаратуры;
- установка на космическом аппарате (КА) оптико-электронной аппаратуры (ОЭА) и системы приема и преобразования информации (СППИ) с повышенной разрешающей способностью;
- установка на КА гиперспектральной аппаратуры высокого разрешения для получения гиперспектральной информации;
- установка на КА широкозахватной мультиспектральной аппаратуры высокого и среднего разрешения;
- обеспечение функционирования КА на круговой солнечно-синхронной орбите (ССО);
- улучшение потребительских свойств и точностей координатной привязки изображений, передаваемых на Землю;
- улучшение динамических характеристик космического аппарата;
- обеспечение 5-летнего срока активного существования КА.

Использование круговой солнечно-синхронной орбиты высотой 475 км позволяет существенно улучшить условия наблюдения, т. к. теперь съемка может производиться с одной высоты и в одинаковых условиях освещенности. С шести до трех суток улучшается периодичность наблюдения.

В состав целевой аппаратуры КА «Ресурс-П» в дополнение к оптико-электронной аппаратуре высокого разрешения введены еще два типа съемочной аппаратуры: гиперспектральная съемочная аппаратура – ГСА (разработка ОАО КМЗ) и комплекс широкозахватной съемочной аппаратуры – КШМСА (разработка филиала ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» – НПП «ОПТЭК»). Претерпела существенные изменения и аппаратура высокоскоростной радиолинии (БА ВРЛ), в состав которой входит запоминающее устройство с существенно увеличенным объемом.

ГСА КА «Ресурс-П» должна обеспечить съемку поверхности Земли в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне спектра от 0,4 до 1,1 мкм [1]. ГСА строится на базе светосильного зеркального объектива, диспергирующей системы и в высокоскоростных кадровых фотоприемных матриц ПЗС видимого и ближнего инфракрасного (ИК) диапазона. Отечественные матрицы ПЗС (прибор с зарядовой связью) «Кадр-РП» разработаны в ЗАО 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 от 5 до 10 нм ГСА обеспечивает получение изображения поверхности Земли одновременно в 96–255 спектральных поддиапазонах, в зависимости от режима работы.

Комплекс широкозахватной мультиспектральной съемочной аппаратуры, по сути, представляет собой два устройства в моноблочном исполнении. Это аппаратура высокого разрешения ШМСА-ВР и аппаратура среднего разрешения ШМСА-СР, работа которых может осуществляться как вместе, так и автономно. 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 съемку в панхроматическом (0,43–0,70) и пяти узких (мультиспектральных) диапазонах: 0,43–0,51 (синий); 0,51–0,58 (зеленый); 0,60–0,70 (красный); 0,70–0,90 (ближний ИК-1); 0,80–0,90 (ближний ИК-2). Камера высокого разрешения ШМСА-ВР имеет полосу захвата 96 км при разрешении (проекция пик-

селя) 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 учета влияния атмосферы до изучения процессов вегетации и селекции растительности. Информация может быть востребована специалистами в области сельского и лесного хозяйства, гидрологии, картографии и даже метеорологии.

С учетом возможных разворотов КА «Ресурс-П» по углу крена полоса обзора инструментов ГСА и КШМСА будет составлять 950 и 1300 км соответственно.

В съемочной аппаратуре высокого разрешения «Геотон-Л1» КА «Ресурс-П» используется хорошо зарекомендовавший себя широкопольный линзовый объектив с некоторыми доработками. Доработки призваны 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 – система приема и преобразования изображения (СППИ). По сути, это принципиально новая аппаратура, получившая название СППИ «Сангур-1У».

При проектировании СППИ «Сангур-1У» (ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс») стояли противоречивые задачи. Как минимум требовалось сохранить пространственное разрешение аппаратуры «Геотон» 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.

Как уже отмечалось выше, большое расстояние между спектральными каналами в аппаратуре «Геотон-Л1» КА «Ресурс-ДК1» вызывает определенные сложности при синтезе мультиспектральных (цветных) изображений [2]. Поэтому было решено принципиально изменить схему получения панхроматического и мультиспектральных изображений, отказавшись от применения однотипных фотоприемников ПЗС и оптико-электронных преобразователей. Специально для применения в оптико-электронной аппаратуре КА

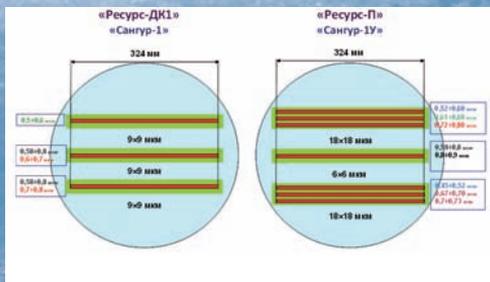


Рис. 2.

Формирование спектральных каналов в оптико-электронной аппаратуре «Ресурс-ДК1» и «Ресурс-П»

«Ресурс-П» разработаны два типа матриц ПЗС, работающих в режиме ВЗН (режим временной задержки и накопления). Теперь существует два типа оптико-электронных преобразователей: панхроматический и мультиспектральный. Структура фокальной плоскости КА «Ресурс-П» и КА «Ресурс-ДК1» показана на рис. 2.

В оптико-электронных преобразователях (ОЭП) мультиспектральных каналов СППИ «Сангур-1У» применены трехканальные матрицы ПЗС ВЗН с размером фотоприемного пикселя в три раза больше, чем в панхроматическом канале. Конструкция фотоприемной ячейки этих матриц обеспечивает расширенный в синюю область диапазон чувствительности. Мультиспектральные ОЭП позволяют получать цифровую видеоинформацию сразу в трех узких спектральных диапазонах. Конкретные спектральные диапазоны чувствительности задаются трехполосными интерференционными светофильтрами на стеклянных подложках, которые устанавливаются перед матрицами ПЗС ВЗН. Светофильтры, наряду с ПЗС, являются сложнейшим и важнейшим элементом фотоприемного тракта оптико-электронной аппаратуры. Их разработка и изготовление осуществляются в ОАО ЛОМО. Такая технология формирования мультиспектральных изображений с помощью многоканальных фотоприемников применяется на современных КА ДЗЗ: IKONOS, QuickBird, GeoEye-1, WorldView-2 и некоторых других, а еще ранее (1993 г.) с успехом использовалась в разработанной НПП «ОПТЭКС» оптико-электронной камере среднего разрешения КОЭ-03 [3], отработавшей 5 лет в составе КА ДЗЗ «Космос-2285».

В состав СППИ «Сангур-1» входят три оптико-электронных преобразователя (панхроматический и два

мультиспектральных), блок управления и источники вторичного питания для блоков ОЭП. Функции оптико-электронных преобразователей включают преобразование оптического изображения в электрический сигнал, его усиление, аналого-цифровое преобразование (10 бит), сжатие и упаковку для передачи в бортовое запоминающее устройство через высокоскоростной интерфейс. Предусматривается возможность использования двух алгоритмов сжатия адаптивного ДИКМ (дифференциальная импульсно-кодовая модуляция) и JPEG2000. Два мультиспектральных ОЭП могут обеспечить одновременную съемку в шести различных узких спектральных диапазонах. Быстродействие электроники СППИ рассчитано на работу КА «Ресурс-П» без тангажного замедления.

В результате подъема высоты орбиты и модернизации СППИ ширина полосы захвата превысит 38 км, а пространственное разрешение (GSD) в панхроматическом канале даже несколько улучшится. Возможна съемка одновременно в панхроматическом (0,58–0,8 мкм) и узких спектральных диапазонах: 0,45–0,52; 0,52–0,60; 0,61–0,68, 0,72–0,80; 0,67–0,7; 0,7–0,73 мкм. Из существующих на сегодня зарубежных коммерческих систем наблюдения высокодетаального разрешения по количеству мультиспектральных каналов оптико-электронная аппаратура «Геотон-Л1» перспективного КА «Ресурс-П» уступает только одному КА ДЗЗ – новейшему американскому спутнику двойного назначения WorldView-2, имеющему 8 мультиспектральных каналов.

Список литературы.

1. Архипов С.А., Линько В.М., Бакланов А.И. *Гиперспектральная аппаратура для КА «Ресурс-П» и перспективы ее модернизации // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космической техники и ее роль в устойчивом социальном развитии общества». Самара. – 28 сентября – 3 октября 2009. – С. 186.*
2. Гомозов О.А., Кузнецов А.Е. «Ресурс-ДК1» – достижения и упущенные возможности по обработке и использованию данных ДЗЗ // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциация. – 2009, №2.
3. Бакланов А.И., Карасев В.И. Колотов В.В., Утенков А.А., Шумилов А.Н. *Многоспектральная оптико-электронная камера для исследования Земли из космоса // Электронная промышленность. – 1993. – 6-7. С.145-147.*