

# Новый ресурс «Прогресса»

В Самаре, в «ЦСКБ-Прогресс», завершаются испытания нового

космического аппарата дистанционного зондирования Земли «Ресурс-П».

Это новый отечественный аппарат, предназначенный для исследования нашей планеты

**Владимир Попов**

В настоящее время в стенах самарского ракетно-космического центра «ЦСКБ-Прогресс» полным ходом идут электро-радиотехнические испытания практически полностью собранного космического аппарата.

Особый интерес специалистов вызывает целевая аппаратура, обеспечивающая преобразование информации от оптико-электронной аппаратуры в электрический сигнал, затем в цифровой и передачу его на Землю по радиоканалу в зоне видимости космического аппарата с наземными пунктами приема. Космический аппарат может непосредственно передавать видеoinформацию на 20 пунктов приема. Это действительно уникальные высокие технологии, гордость отечественных разработчиков.

Важно и другое. Сегодня мы возвращаемся к тому, что замечательные, прорывные задумки российских ученых и конструкторов воплощаются в металле с высочайшим качеством. «ЦСКБ-Прогресс» располагает таким высокотехнологичным оборудованием, такими подготовленными кадрами, что ему по силам создание приборов высочайшей точности.

В результате «Ресурс-П» сможет «увидеть» и надвигающиеся цунами, и лесные пожары, и разливы рек, поможет строительству дорог и нефтегазопроводов, городскому и сельскому хозяйствам. Об актуальности разработки сам за себя говорит тот факт, что наряду с государственным заказчиком — Федеральным космическим агентством — заказчиками проекта являются Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Министерство сельского хозяйства Российской

Космический аппарат «Ресурс ДК» на ракетеносителе «Союз»





Федерации, Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Федеральное агентство по рыболовству, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии.

В космос спутник отправят в середине текущего года. И вся наша Земля для этого всевидящего ока будет как на ладони.

Но прежде чем подробно говорить о новой разработке самарских специалистов, вполне, полагаю, уместно вспомнить о предшественнике этого передового аппарата — спутнике дистанционного зондирования Земли «Ресурс-ДК».

23 июня 2006 года Роскосмос сообщил об успешном приеме первых изображений с борта спутника «Ресурс-ДК», выведенного на орбиту 15 июня. С появлением на орбите этого аппарата страна связывала большие надежды. Ракетно-космическая отрасль хотела бы потеснить Ikonos и QuickBird. Российские клиенты надеялись увидеть более доступные, чем иностранные, отечественные снимки.

Прошло более 5 лет. И несмотря на то, что заявленный срок активного существования 3 года истек, в настоящее время на орбите работает спутник «Ресурс-ДК» — единственный российский космический аппарат, который обеспечивает дистанционное зондирование поверхности Земли с высокдетальным уровнем разрешения и отснял уже около 72 млн кв. км различных территорий.

Съемка,  
сделанная  
космическим  
аппаратом  
«Ресурс-ДК»

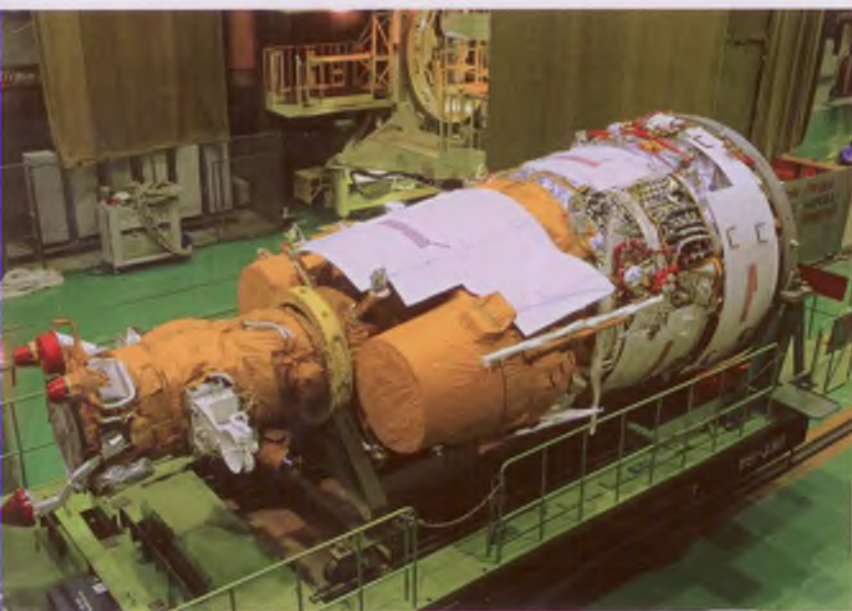
История его появления на орбите интересна и поучительна. Еще 17 декабря 1996 года в Российском космическом агентстве был рассмотрен и получил поддержку проект космического комплекса для многоспектрального наблюдения Земли в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. Самарский Центр «ЦСКБ-Прогресс» предложил этот комплекс для «многозонального дистанционного зондирования земной поверхности с целью получения в масштабе времени, близком к реальному, высокоинформативных изображений в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра

**В настоящее время на орбите работает спутник «Ресурс-ДК» — российский космический аппарат, который обеспечивает дистанционное зондирование поверхности Земли**

электромагнитного излучения». Он предназначался для решения широкого круга задач, связанных с изучением окружающей среды и экологической ситуации, картографирования, мониторинга территорий земной поверхности, контроля последствий стихийных действий и чрезвычайных ситуаций. В конце апреля того же года руководством отрасли было принято решение «приступить к срочной реализации

Космический  
аппарат  
«Ресурс ДК»

проекта». И уже в июне на Международном авиакосмическом салоне в Ле Бурже макет российского спутника ДЗЗ был представлен для обозрения.



Хотя «Ресурс-ДК» и превосходит по ряду параметров (ширине полосы захвата, информационной производительности) все зарубежные космические аппараты высокодетального наблюдения, но в тоже время уступает по качеству изображений, спектральным и радиометрическим характеристикам, сроку активного существования ряду зарубежных КА.

При этом следует учитывать, что зарубежные разработчики не останавливали развитие космических аппаратов дистанционного зондирования Земли в 1990-е годы. Более того, были привлечены значительные финансовые средства из коммерческого сектора экономики. Это касается и наземной инфраструктуры средств приема и обработки информации ДЗЗ. Так, на тот момент спутник Ikonos имел распределенную децентрализованную схему распространения данных на наземную сеть приемных станций — более 12 по всему миру. Наша же ракетно-космическая отрасль едва ли не два десятилетия вообще была лишена нормального финансирования. Тем не менее даже в таких условиях Роскосмос сумел, что называется, выдать на гора неплохой по международным меркам продукт.

КА «Ресурс-ДК» воплотил в себя опыт, накопленный ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» в процессе создания космических аппаратов наблюдения земной поверхности, и последние достижения науки и техники на момент его создания по различным направлениям (в области электроники и электротехники, оптики и систем управления движением космических аппаратов, систем электропитания и вычислительной техники и т.д.).

В ходе разработки впервые создан для КА ДЗЗ, по сути, так называемый «интеллектуальный борт», который в ходе орбитального полета по исходным данным с Земли автономно планирует и управляет работой всех систем, обеспечивая съемку земной поверхности в заданных режимах (в том числе одновременно в трех спектральных диапазонах), а также передачу информации ДЗЗ на Землю по широкополосной цифровой радиолинии со скоростью 300 Мбит/с.

**Создана информационная база для проведения научных экспериментов в области космофизики на основе международного сотрудничества**

Сравнительные характеристики американского и российского спутников ДЗЗ

Характеристики	Ikonos-2	Ресурс-ДК
Компания-оператор	GeoEye	ФКА
Дата запуска КА	24.09.1999	15.06.2006
Тип орбиты	Круговая ССО, время экватора 10:30	Наклонная эллиптическая
Высота, км	680	350×600
Наклонение, град.	98,1	70
Масса КА, кг	725	6650
Масса полезной нагрузки, кг	171	2000

Облик КА, принятый к реализации, отличался от задуманного. Специалисты рассказывали, что без изменений остались конструктивная база и служебные системы спутника. А вот новый оптико-электронный телескопический комплекс космического аппарата был упрощен в связи с необходимостью учета реалий, характерных для того времени. К ним необходимо отнести в первую очередь недостаточное и неритмичное финансирование работ, тяжелое кадровое и финансовое положение предприятий-соисполнителей, отсутствие промышленного задела по новой приборно-аппаратурной базе, по элементной базе и ряд других сдерживающих факторов, связанных с реализуемостью проекта.

Наряду с аппаратурой ДЗЗ на космическом аппарате «Ресурс-ДК» установлена европейская научная аппаратура «ПАМЕЛА», предназначенная для исследования ядерного и позитронно-электронного состава первичных космических лучей, что позволяет ученым решать ряд фундаментальных проблем в области космологии (происхождение Вселенной).

## Специалисты считают, что «Ресурс-П» через несколько лет станет одним из наиболее эффективных спутников зондирования Земли

Кроме того, на КА «Ресурс-ДК» установлена российская научная аппаратура «АРИНА», предназначенная для исследования регистрации изменения параметров верхней атмосферы с целью выявления предвестников землетрясений.

Надо отметить, что техническое совершенство любого КА является необходимым, но недостаточным условием эффективности решения задач ДЗЗ. «Визитной карточкой» КА является качество получаемых снимков, оперативность доставки информации, производительность наблюдения, измерительные характеристики снимков и ряд других факторов, которые в совокупности определяют степень пригодности информации ДЗЗ для решения задач потребителей. А это во многом определяется наземной инфраструктурой космического комплекса.

Принципиально важным является, что в рамках реализации КК «Ресурс ДК» ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» во взаимодействии с предприятиями-соисполнителями, и прежде всего с НИИ ТП, удалось создать базовую наземную инфраструктуру средств планирования космической съемки, приема, обработки и распространения информации ДЗЗ высокодетального уровня в интересах решения задач широкого круга российских и зарубежных потребителей. Данная структура получила название «Наземный комплекс приема, обработки и распространения информации» — сокращенно НКПОР ДК.

Она базируется на современных высокопроизводительных технологиях обработки цифровой информации и изготовления конечной продукции, рассчитанных на входные объемы высокодетальной информации, поступающей с КА, до 300–400 тыс. кв. км в сутки.

Создан интерфейс взаимодействия с потребителями цифровых снимков на базе интернет-технологий и на других современных телекоммуникационных средствах доступа.

Созданы условия для информационного обеспечения на регулярной основе федеральных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления отраслевых министерств и ведомств материалами, позволяющими принимать обоснованные управленческие решения и документировать состояние наблюдаемых объектов и явлений.

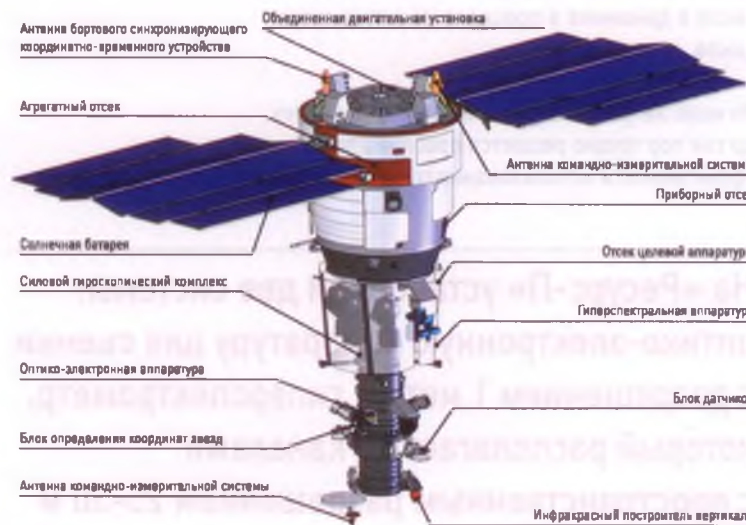
Создана информационная база для проведения научных экспериментов в области космофизики на основе международного сотрудничества.

И наконец, создан квалифицированный коллектив в структуре Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ), который, являясь Оператором, осуществляет эксплуатацию НКПОР-ДК.

Разработку нового космического аппарата зондирования Земли «Ресурс-П» в самарском «ЦСКБ-Прогресс» начали еще в 2008 году. Два года спустя между ГНПРКЦ «ЦСКБ Прогресс» и Роскосмосом был заключен контракт «на создание оптико-электронного космического комплекса исследования природных ресурсов Земли и космической системы на его основе в составе двух космических аппаратов».

Космический аппарат «Ресурс-П» оснащен оптико-электронной аппаратурой, позволяющей получать в панхроматическом диапазоне высокодетальные снимки с разрешением 1 м с высоты 475 км, вести детальное широкозахватное наблюдение с разрешением 12 м в полосе захвата ~100

Космический аппарат «Ресурс-П»



км, с разрешением 60 м в полосе захвата ~440 км. Совместно с панхроматическими изображениями обеспечивается возможность одновременной съемки в фиксированных спектральных диапазонах. Помимо этого, на борту КА впервые в отечественной практике устанавливается гиперспектральная аппаратура, имеющая 96 спектральных каналов в каждом из двух оптикоэлектронных преобразователей. Эффективность использования данного космического аппарата по целевому назначению обеспечивается не только за счет наличия нескольких видов съемочной аппаратуры. Важную роль играет наличие разнообразных режимов съемки. КА может вести съемку точечных объектов, маршрутов протяженностью до 2000 км, покрывать на одном витке площади размером до 100×300 км с разрешением по полю снимка от 1 до 2,5 м, вести стереосъемку, обеспечивать съемку маршрутов с заданным азимутом по отношению к трассе.

Специалисты считают, что «Ресурс-П» через несколько лет станет одним из наиболее эффективных российских спутников зондирования Земли.

Следует отметить, что установка гиперспектральной аппаратуры открывает совершенно новые возможности решения задач в разных областях хозяйственной деятельности. Она позволит для каждой точки изображения получить детальную информацию о спектральном составе излучения. Комплексирование изображений, получаемых одновременно гиперспектрометром и высокодетальной аппаратурой с разрешением 1 м, создает предпосылки формирования принципиально нового уровня информативности космических снимков. Появляется реальная возможность расширения пространства признаков для идентификации состояния объектов съемки за счет совмещения пространственных и спектральных характеристик наблюдаемых объектов, в том числе в динамике в процессе их жизненного цикла.

Но мало запустить спутник и проводить съемку. До сих пор трудно решается проблема повышения эффективности использования государственными

#### Сравнительные характеристики «Ресурса-П» № 1 и «Ресурса-ДК»

Характеристики	«Ресурс-П»	«Ресурс-ДК»
Высота орбиты, КА	Круговая ССО 475	Эллиптическая 360/600
Наклонение, град.	97,2	70
Разрешение в панхроматическом диапазоне, м	1 [H = 475]	1 [H = 350]
Разрешение в узких спектральных диапазонах, м	3-4	2-3 [1,6-1,8]
Полоса захвата, км	38 [H = 475]	28 [H = 350]
Полоса обзора, км	950 [H = 475]	448 [H = 350]
Спектральный диапазон, мкм	0,45-0,9	0,58-0,8
Количество спектральных диапазонов	7	4
Количество спектральных диапазонов, снимаемых одновременно	1-6	1-3
Скорость передачи данных по радиолинии, Мбит/сек	150, 300	75, 150, 300
Оперативность передачи информации (при наличии одного пункта приема), час	от РМВ до 13	от РМВ до 13
Срок активного существования, лет	5	3
Средняя производительность в высокодетальном режиме съемки в панхроматическом диапазоне, млн кв. км	0,08	0,08

ведомствами и частными заказчиками продукции «Ресурсов». Это связано с режимными ограничениями по распространению высокодетальной космической информации. В техническом плане проблема доступа потребителей к снимкам с КА «Ресурс-П» решается за счет:

- создания сети приемных пунктов в рамках развертывания системы «ЕТРИС»;
- реализации возможности «сброса» информации с борта КА на приемные пункты, расположенные в любом регионе мира (в количестве до 20);
- использования геопортала Роскосмоса.

Что касается назначения и задач, то, по требованиям заказчика, **новый спутник ДЗЗ предназначен для:**

- мониторинга природных ресурсов и окружающей среды, районов чрезвычайных ситуаций;
- получения данных для составления и обновления общегеографических, тематических и топографических карт;
- контроля загрязнения окружающей среды;
- контроля застройки территорий в интересах хозяйственной деятельности;
- информационного обеспечения для прокладки магистралей и крупных сооружений, автомобильных, железных дорог, нефте- и газопроводов, систем связи и др.

**На «Ресурс-П» установили две системы: оптико-электронную аппаратуру для съемки с разрешением 1 метр и гиперспектрометр, который располагает 96 каналами с пространственным разрешением 25-30 м**

Что же показала долгая вахта «Ресурса-ДК»? На этот вопрос мы попросили ответить первого заместителя генерального директора — генерального конструктора ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» Равиля Ахметова и главного конструктора фирмы Николая Стратилатова. Вот что они рассказали.

Одним из главных итогов работы КА «Ресурс-ДК» является отработка новых технологий анализа и обработки данных ДЗЗ, которые использованы при создании «Ресурса П».

Прежде всего это касается вопросов баллистического обеспечения и управления процессом съемки, восстановления измерительных свойств снимков, синтеза качественных цветных изображений, формирования информации о рельефе местности, оценки качества функционирования систем ДЗЗ и эффективности использования полученной от них информации.

Развиваемая в ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» технология базируется на периодической полетной калибровке аппаратуры ДЗЗ в сочетании с обработкой в наземном сегменте разнородной измерительной информации, поступающей от бортовой аппаратуры КА в режимах полетной калибровки и на участках съемки. Измерительная информация содержит данные о положении центра масс, угловой ориентации КА, элементах внутреннего ориентирования аппаратуры ДЗЗ и ряд других параметров. За счет избыточности информации с помощью специально разработанных алгоритмов совместной обработки достигается точность позиционирования КА и апостериорного восстановления углового положения визирной системы координат, превышающая прямые измерения данных параметров датчиковой аппаратурой.

На стадии летных испытаний и на начальном этапе опытной эксплуатации встал вопрос о повышении требований к точности совмещения фрагментов снимка (сканов), формируемых каждой из матриц оптико-электронного преобразователя (ОЭП) при синтезировании целостного изображения. При сохранении «безлюдной» технологии необходимо было повысить точность «сшивки» с 1-2 пикселей до 0,5 пикселя. Эта задача была решена, и в настоящее время обеспечена субпиксельная точность «сшивки» с высоким быстродействием не только фрагментов снимка, формируемых отдельными ОЭП, но и при синтезе изображений от разных ОЭП, включая спектральные.

Для структурного восстановления снимков горных районов разработана процедура сплайновой «сшивки», при которой изображения от нечетных матриц трансформируются в структурно восстановленное

изображение по данным геопривязки, а изображения четных матриц — по сплайновой модели, параметры которой рассчитываются на основе координат одноименных точек. Экспериментально установлено, что среднеквадратичная ошибка (СКО) совмещения сканов по такой технологии составляет 0,3 пикселя.

Кроме этого, создаются условия для повышения уровня автоматизации процесса выделения заданных объектов на спутниковых изображениях.

И еще. На заключительном этапе эксплуатации КА «Ресурс-ДК» ввиду сбоев в некоторых режимах съемки появились искажения изображений в виде «смаза». Величина «смаза» в направлении движения КА достигала до 100 пикселей изобра-

## Проект MEDEO обеспечит российской стороне интерфейс доступа к европейским базам геоданных, а европейским потребителям — к российским базам данных ДЗЗ

жения. В связи с этим была оперативно разработана и внедрена технология, которая позволила в НКПОР-РП в автоматическом режиме восстанавливать изображения до уровня детального разрешения, который достаточен для решения широкого класса задач.

Также в процессе проектирования КА «Ресурс-П» активно изучался вопрос о повышении эффективности использования данных от этих систем и интеграции с данными от зарубежных систем. В рамках сотрудничества Евросоюза и России ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ Прогресс» Рязанский государственный радиотехнический университет, Берлинский технический университет, немецкая фирма ECM Office и греческая фирма Aratos выиграли грант на выполнение проекта «Методы и средства двустороннего доступа к базам данных дистанционного зондирования Земли в Евросоюзе и России». Это так называемый проект MEDEO. К концу наступившего 2012 года в рамках этого проекта предполагается создать территориально-распределенную информационную систему, которая обеспечит технические решения, обеспечивающие российской стороне интерфейс доступа к европейским базам геоданных, а европейским потребителям — к российским базам данных ДЗЗ.