

## Космическая система дистанционного зондирования Земли «Ресурс-П»

*А.Н. Кирилин, Р.Н. Ахметов, Н.Р. Стратилатов, А.И. Бакланов,*

*АО «РКЦ «Прогресс», Самара, Россия*

Космическая система (КС) «Ресурс-П» создана АО «РКЦ «Прогресс» по заказу Госкорпорации «Роскосмос» в рамках Федеральной космической программы на основе существующего задела и проектных наработок по повышению целевых характеристик в следующих основных направлениях: увеличение количества узких спектральных диапазонов, обеспечение гиперспектральной, широкозахватной, площадной и стереосъёмки, обеспечение привязки снимков с точностью не хуже 15 м, увеличение срока активного существования с 3-х до 5 лет.

Космическая система «Ресурс-П» создана для высокодетального, детального широкополосного и гиперспектрального оптико-электронного наблюдения поверхности Земли и предназначена для информационного обеспечения при решении следующих задач:

- создания и обновления топографических и тематических карт;
- мониторинга районов чрезвычайных ситуаций, стихийных бедствий, аварий, техногенных катастроф, оценки их последствий, планирования восстановительных мероприятий;
- мониторинга земель сельскохозяйственного назначения;
- инвентаризации природных ресурсов и контроля хозяйственных процессов для обеспечения рациональной деятельности в различных отраслях хозяйства;
- мониторинга особо охраняемых природных территорий;
- поиска нефти, природного газа, рудных и других месторождений полезных ископаемых;
- контроля застройки территорий, получения данных для оценки местности в интересах хозяйственной деятельности;
- мониторинга окружающей среды;
- оценки ледовой обстановки;
- оценки экологической обстановки.

Получаемая информация может быть использована также в целях развития международного сотрудничества РФ в рамках глобального наблюдения Земли и решения других

актуальных задач дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

С целью максимального удовлетворения потребностей национальной экономики и в соответствии с Федеральной космической программой акционерным обществом «РКЦ «Прогресс» был изготовлен и запущен 25 июня 2013 года с космодрома Байконур космический аппарат «Ресурс-П» №1 (рисунок 1). В течение первых трёх месяцев после запуска аппарата была выполнена в полном объёме программа лётных испытаний, и Приказом №192 от 4 октября 2013 года Госкорпорации «Роскосмос» он принят в штатную эксплуатацию с 1 октября 2013 года.

Запуск космического аппарата «Ресурс-П» №2 (рисунок 2) состоялся 26 декабря 2014 года. По завершению лётных испытаний космический аппарат «Ресурс-П» №2 принят в эксплуатацию с 1 июня 2015 года Приказом №99 от 1 июня 2015 года Госкорпорации «Роскосмос». Основные тактико-технические характеристики космического аппарата «Ресурс-П» №2 соответствуют КА «Ресурс-П» №1. В целях расширения функциональных возможностей КА «Ресурс-П» №1 на КА «Ресурс-П» №2 дополнительно установлена следующая научная аппаратура:

- комплекс научной аппаратуры «Нуклон»;
- бортовой радиотехнический комплекс автоматической идентификационной системы судов.

После проведения зачётных испытаний КС «Ресурс-П» в составе двух КА (№1 и №2) была принята в штатную эксплуатацию 10 ноября 2015г.

13 марта 2016г. на орбиту был выведен КА ДЗЗ «Ресурс-П» №3 (рисунок 1). В настоящее время осуществляется ввод в эксплуатацию КА «Ресурс-П» №3 для перехода к лётным испытаниям космической системы в составе трёх КА. Космический аппарат «Ресурс-П» №3 уже обеспечивает снимками (высокого качества) по заявкам потребителей.



Рисунок 1.



Рисунок 2.

Космические аппараты серии «Ресурс-П» обладают качественно новыми возможностями, в том числе по номенклатуре используемой целевой аппаратуры. Одним из основных принципов формирования облика КА серии «Ресурс-П» стало использование технических решений, наработанных при создании космического комплекса (КК) «Ресурс-ДК1». Были не только сохранены, но и улучшены возмож-

ности КА «Ресурс-ДК1» по ширине полосы захвата и уровню разрешения в панхроматическом и спектральных диапазонах. Полоса захвата высокодетальной съёмки составляет величину 38,6 км, а полоса обзора до 950 км. Кроме того, улучшены потребительские свойства и точность координатной привязки изображений, повышены динамические характеристики КА.

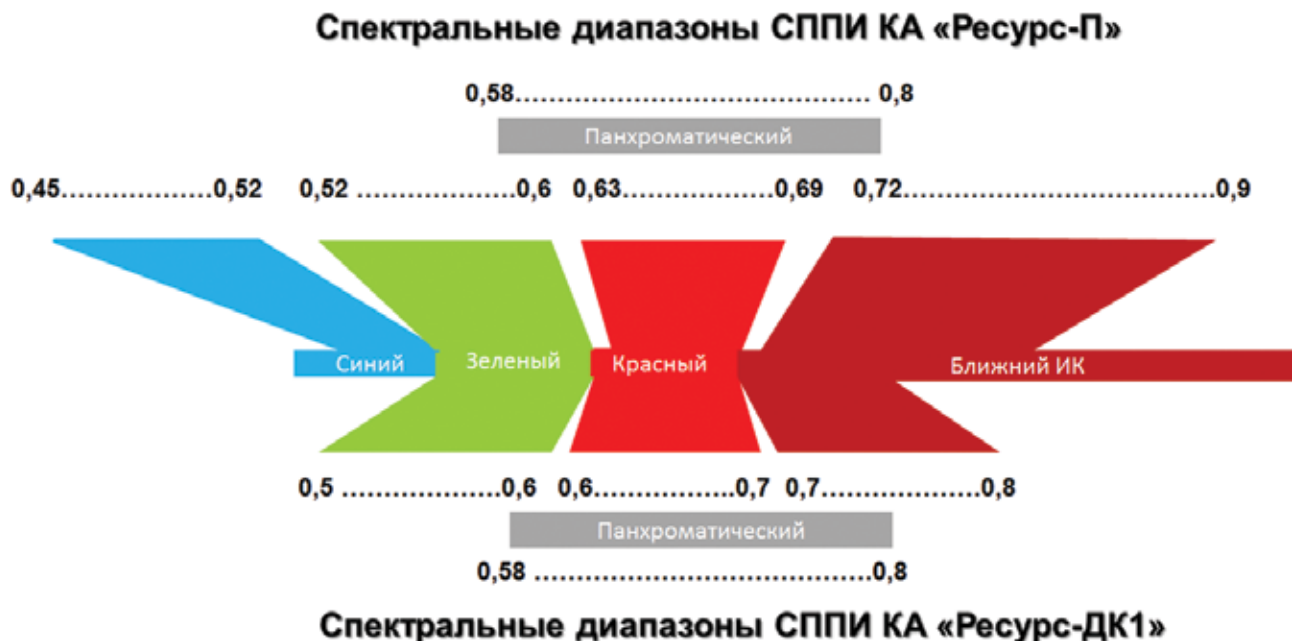


Рисунок 3 – Сравнение спектральных диапазонов КА «Ресурс-П» с КА «Ресурс-ДК1»

Созданные в рамках работ по созданию космической системы КА «Ресурс-П» №1, №2 и №3 являются уникальными для своего класса, поскольку в отличие от узкоспециализированных аналогов, спроектированных из расчёта реализации одной конкретной задачи, космические аппараты «Ресурс-П» являются многоцелевыми аппаратами, что обеспечивается за счёт применения нескольких типов съёмочной аппаратуры.

На КА установлена оптико-электронная аппаратура «Геотон-Л1», которая позволяет получать высокодетальные снимки с разрешением не хуже 1 м в панхроматическом диапазоне и не хуже 3-4 м в узких спектральных диапазонах. В состав целевой аппаратуры КА серии «Ресурс-П» также входят: гиперспектральная съёмочная аппаратура (ГСА), разработки ПАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева» и комплекс широкозахватной мультиспектральной аппаратуры (КШМСА), разработанного филиалом АО «РКЦ «Прогресс» - НПП «ОПТЭК».

Полоса захвата ГСА составляет 30 км, число спектральных диапазонов – 130, разрешение – около 30 м. КШМСА позволяет вести широкозахватное наблюдение с разрешением 12 м в

полосе захвата не менее 100 км и с разрешением 60 км в полосе захвата не менее 450 км.

Использование результатов обработки материалов высокодетальной космической съёмки Земли с КА «Ресурс-П» широко используется для решения различных задач наблюдения Земли в интересах тематических заказчиков.

Информация с КА серии «Ресурс-П» показала значительную востребованность при ликвидации пожаров и наводнений на территории России, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке. Мониторинг критических районов выполнялся как КШМСА, так и аппаратурой «Геотон-Л1» в ежесуточном режиме. Снимки с КА «Ресурс-П» показали свою высокую востребованность и на международной арене.

Материалы космической съёмки, не уступающая по своим потребительским свойствам иностранным аналогам, имеют привлекательную для негосударственных потребителей стоимость и выгодные условия коммерческой поставки.

На приведенных далее иллюстрациях показаны образцы фотоинформации, полученные со снимков КА серии «Ресурс-П».





Рисунок 4 – Снимок с космического аппарата «Ресурс-П» №1 оптико-электронной аппаратурой «Геотон-Л1»



Рисунок 5 - Снимок с космического аппарата «Ресурс-П» №2 широкозахватной мультиспектральной аппаратурой - высокого разрешения (ШМСА-ВР)



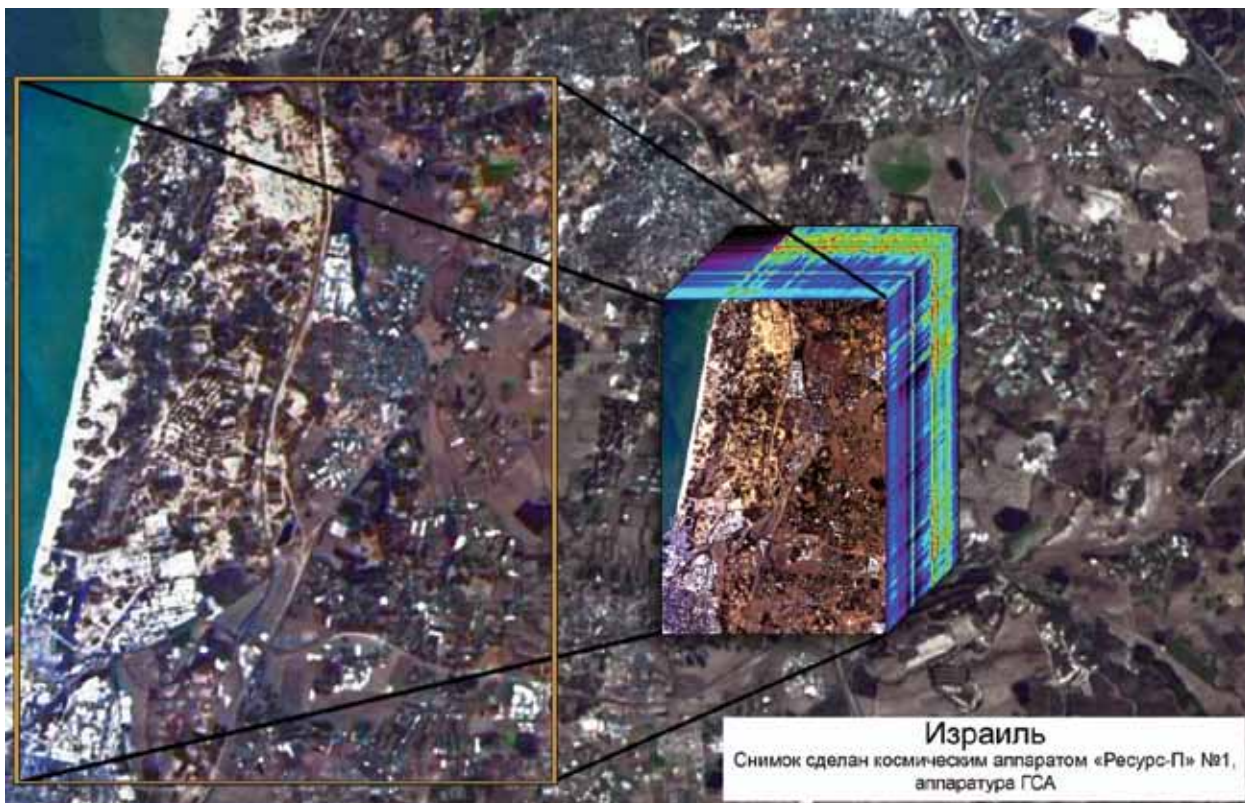


Рисунок 6 - Снимок с космического аппарата «Ресурс-П» №1 гиперспектральной аппаратурой

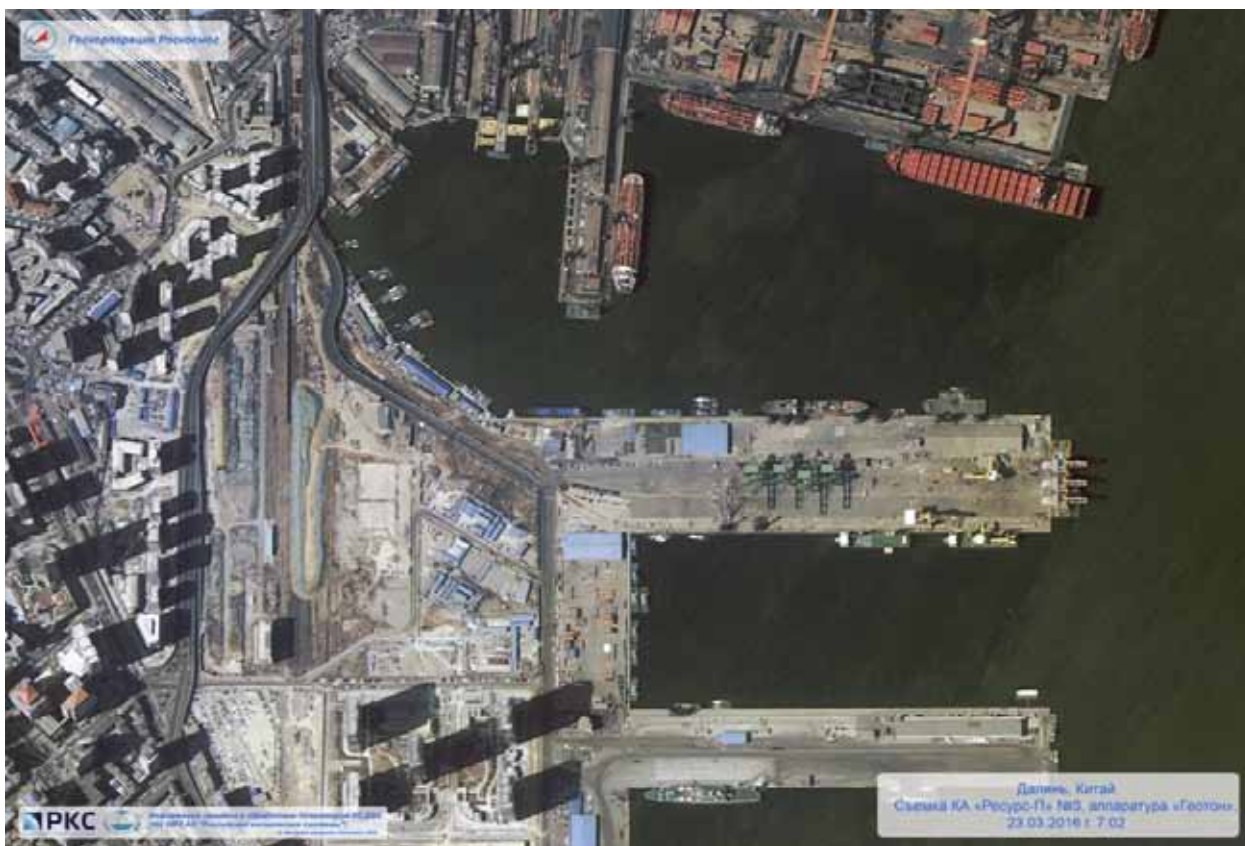


Рисунок 7 - Снимок с космического аппарата «Ресурс-П» №3 оптико-электронной аппаратурой «Геотон-Л1»

Космические аппараты серии «Ресурс-П» занимают достойное место в мировой группировке космических средств ДЗЗ, не уступая по своим основным тактико-техническим характеристикам и характеристикам целевой информации место зарубежным КА. Эффективность использования КА «Ресурс-П» для решения

широкого круга социально-экономических задач обеспечивается возможностью комплексного наблюдения поверхности Земли.

В таблице 1 приведены сравнительные технические характеристики КА «Ресурс-П» с их зарубежными аналогами.

Таблица 1 - Сравнение КА «Ресурс-П» с зарубежными аналогами.

Параметр	«Ресурс-П» (Россия)	Ikonos-2 (США)	GeoEye-1 (США)	Pleiades-1A,1B (Франция)	Kompsat-3 (Корея)	World-View-3 (США)
Год запуска	№1 – 2013 №2 – 2014 №3 - 2016	1999	2008	1А – 2011 1В – 2012	2012	2014
Разрешение, м - ПХ-канал - МС-канал	0,7* 2,1*	0,8* 3,2*	0,41 1,65	0,7* 2,8*	0,7 2,8	0,34 1,24
Полоса захвата - километров - пикселей (ПХ)	38,6 ~54300	11 -	15 ~36600	20 -	16,8 -	13,2 -
Кол-во спектральных каналов (МС-канал)	7	4	4	4	4	16
Наличие гиперспектральной аппаратуры	Есть	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Наличие широкозахватной аппаратуры	Есть	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Точность геодезической привязки (без опорных точек), СКО	<15	10	2-6	<10	-	4

Сравнительный анализ приведённых в таблице 1 характеристик показывает, что космические аппараты (несмотря на то, что являются продуктами различных периодов космического приборостроения) по совокупности тактико-технических характеристик, определяющих потребительские свойства предоставляемых материалов наблюдения, относятся к одному и тому же классу приборов исследования земной поверхности.

Установленная на КА серии «Ресурс-П» высокодетальная целевая аппаратура «Геотон-Л1» обеспечивает получение материалов наблюдения с величиной линейного разрешения на уровне лучших зарубежных систем, незначи-

тельно уступая лишь американским аналогам, по полосе захвата и по количеству спектральных диапазонов превосходит большинство зарубежных аналогов в 1,5-2 раза.

Космическая система «Ресурс-П» в отличие от зарубежных аналогов оборудована гиперспектральной аппаратурой наблюдения, обеспечивающей съёмку земной поверхности более чем в 100 отдельных спектральных каналах. Указанная аппаратура позволяет получать принципиально новые материалы наблюдения, пригодные для решения новых задач ДЗЗ. Подводя итог, можно сказать, что высокая степень детализации снимков, широкая полоса съёмки, точность координатной привязки, а также на-

личие гиперспектральной аппаратуры наблюдения, ставят КС ДЗЗ «Ресурс-П» в один ряд с передовыми системами наблюдения из космоса. В настоящее время коммерческими группировками КА с подобными характеристиками по разрешению и производительности обладают США (GeoEye, WorldView), Франция (Pleiades). Другие государства располагают единичными КА высокодетального наблюдения.

Помимо трёх космических аппаратов, ключевыми элементами космической системы «Ресурс-П», являются наземный комплекс управления и наземный комплекс планирования целевого применения, приёма, обработки и распространения информации дистанционного зондирования Земли.

Созданный наземный комплекс управления в сочетании с высоким уровнем автономности функционирования КА «Ресурс-П» позволяет обеспечить одновременное управление ими минимальным количеством операторов Центра управления полётом с автоматизацией всех задач управления полётом КА одновременно функционирующих на орбитах в течение всего срока активного существования КА, в том числе в случаях возможных возникновений нештатной ситуации на любом из них.

Наземный комплекс планирования целевого

применения, приёма, обработки и распространения информации дистанционного зондирования Земли, получаемой с космических аппаратов «Ресурс-П», обеспечивает оперативное получение результатов съёмки вплоть до реального масштаба времени, формирование геоинформационных продуктов.

Космические аппараты серии «Ресурс-П» на протяжении нескольких лет успешно функционируют, обеспечивая данными ДЗЗ высокого качества, как российских, так и зарубежных потребителей, которыми являются десятки федеральных и региональных органов исполнительной власти, представляющих различные отрасли экономики (сельское хозяйство, лесное хозяйство, водное хозяйство, энергетика, картография и т.д.). На момент середины 2016 г. высокодетальной аппаратурой «Геотон-Л1» КА серии «Ресурс-П» отснято более 150 млн. км<sup>2</sup>. Стоит отметить, что отечественным государственным потребителям данные дистанционного зондирования Земли с КА «Ресурс-П» предоставляются на бесплатной основе.

В настоящее время в соответствии с Федеральной космической программой на 2016-2025 гг. ведутся работы по изготовлению КА «Ресурс-П» №4 и №5, запуск которых планируется в ближайшие 2-3 года.