



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ПРОГРЕСС»

КА «РЕСУРС-П №4»

Заместитель главного конструктора
Л.Б. Шилов

Краткое описание программы

- ✓ **Государственный Заказчик КА** - Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос».
- ✓ **Заказчики:**
 - ✓ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации;
 - ✓ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации;
 - ✓ Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;
 - ✓ Федеральное агентство по рыболовству;
 - ✓ Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды;
 - ✓ Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии.

Краткое описание СЧ ОКР «Ресурс-П-КД»

В соответствии с Государственным контрактом от 22.12.2014г. №353-С083/14/407 между Госкорпорацией «Роскосмос» и АО «РКЦ «Прогресс» ведутся работы по изготовлению КА «Ресурс-П» №4, 5.

В соответствии с Государственным контрактом от 02.12.2016г. №353-8532А/16/279 (СЧ ОКР «Ресурс-П»-КД) между Госкорпорацией «Роскосмос» и АО «РКЦ «Прогресс» ведутся работы по модернизации ЦА КА «Ресурс-П» №4 и №5 и НКПОР-РП. Работы выполняемые в рамках СЧ ОКР «Ресурс-П»-КД:

- ✓ проведение комплекса мероприятий по разработке схемотехнических решений в связи с заменой ЭКБ, используемой в составе БА СППИ, ГСА, КШМСА, ВРЛ, БССИ, БИТС 2Ц-7М, БВС;
- ✓ проведение НЭО;
- ✓ корректировка РКД на КС «Ресурс-П» (КА, НКПОР-РП);
- ✓ доработка СПО НКПОР-РП в части обеспечения автоматизации процессов калибровки ЦА;
- ✓ доработка СПО НКПОР-РП для работы с модернизированными КА «Ресурс-П» №4 и №5;
- ✓ модернизация ВРЛ в части введения входного коммутатора и обеспечения передачи данных ДЗЗ со скоростью в радиоканале 600 Мбит/с.

Ключевые сведения по КА «Ресурс-П»№4

- Космический аппарат «Ресурс-П» №4 в составе космической системы предназначен для:
 - ✓ дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в видимом и ближнем ИК диапазонах;
 - ✓ передачи данных по радиоканалу на наземные пункты приёма информации;
 - ✓ приёма, обработки и архивирования полученной информации ДЗЗ;
 - ✓ создания стандартных продуктов с учётом заявок потребителей в интересах социально-экономического развития Российской Федерации и международного сотрудничества;
 - ✓ информационного обеспечения решения задач в интересах тематических Заказчиков.
- КА «Ресурс-П» №4 должен функционировать на околокруговых солнечно-синхронных орбитах со средней высотой в диапазоне от 470 км до 480 км с наклоном плоскости орбиты $97,28^\circ$.

Область применения информации КА «Ресурс-П»



МЧС РОССИИ



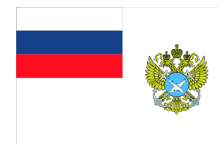
РОСГИДРОМЕТ



МИНПРИРОДЫ
РОССИИ



МИНСЕЛЬХОЗ
РОССИИ



РОСРЫБОЛОВСТВО



РОСРЕЕСТР

Экология

- Контроль загрязнения и деградации окружающей среды;
- Мониторинг водоохранных и заповедных районов;
- Мониторинг районов природных и техногенных катастроф, оценка их последствий;
- Прогнозирование чрезвычайных ситуаций.

Сельское и лесное хозяйства

- Анализ качества почв;
- Мониторинг лесных и сельскохозяйственных угодий;
- Обнаружение незаконных посевов наркосодержащих растений и контроль за их уничтожением;
- Прогнозирование урожая;
- Составление карт распределения пород деревьев;
- Оценка запасов древесины.

Разведка полезных ископаемых

- Поиск месторождений полезных ископаемых;
- Идентификация минералов;
- Прогнозные оценки обнаруженных ресурсов;
- Составление литологических карт.

Картография

- Составление географических и тематических карт;
- Построение трехмерных моделей местности.

Мониторинг районов ЧС

- Поисково-спасательные работы на море и суше;

Организация взаимодействия по проекту

Головное предприятие разработчик КА – АО «РКЦ «Прогресс».

Наименование системы	Организация-разработчик
Оптико-электронная аппаратура «Геотон-Л1»	ПАО «Красногорский завод»
Система приема и преобразования информации «Сангур-1У»	Филиал АО «РКЦ «Прогресс» – НПП «ОПТЭКС»
Гиперспектральная аппаратура	ПАО «Красногорский завод»
Бортовая аппаратура высокоскоростной радиолинии связи	АО «НИИ ТП»
Бортовая вычислительная система	ЗАО НПО «ЭЛАК»
Система управления движением	АО «РКЦ «Прогресс»
Инфракрасный построитель местной вертикали (ИКПМВ)	НПП КП «Квант»
Блок определения координат звезд БОКЗ-М60	ИКИ РАН
Силовой гироскопический комплекс 14М533	АО «НИИ КП»
Система сброса кинетического момента (ССКМ)	АО «НИИЭМ»
Блок измерителей угловой скорости волоконно-оптический (БИУС-ВОА)	НПП «Антарес»
Измеритель угловой скорости волоконно-оптический с акселерометрами (ИУС-ВОА)	НПП «Антарес»
Бортовое программное обеспечение (БПО)	АО «РКЦ «Прогресс»
Бортовая аппаратура командно-измерительной системы (БА КИС)	АО «НИИ ТП»
Бортовое синхронизирующее координатно-временное устройство (БСКВУ)	АО «РИРВ»
Бортовая информационно-телеметрическая системы (БИТС) БИТС2Ц-7М	АО «РКС»
Система трансляции команд и распределения питания (СТКРП)	АО «РКЦ «Прогресс»
Система спутниковой навигации	АО «РКЦ «Прогресс»
Система электропитания (СЭП)	АО «РКЦ «Прогресс»
Батарея фотоэлектрическая (БФ)	ПАО «Сатурн»
Аккумуляторная батарея (АБ)	ПАО «Сатурн»
Комплекс автоматики и стабилизации напряжения (КАС)	НТЦ «Полюс»
Система обеспечения теплового режима (СОТР)	АО «РКЦ «Прогресс»
Объединенная двигательная установка (ОДУ)	КБХМ

Основные характеристики КА «Ресурс-П» №4

Наименование характеристики	Значение		
Режимы съёмки	Высокодетальный	Гиперспектральный	Широкозахватный
Линейное разрешение на местности в надире, м	1,0 (ПХ), 3,0-4,0 (МС)	25,0 - 30,0	12,0 (ПХ), 23,8 (МС)
Полоса захвата, км:	38	25	97 (одним каналом), 180 (двумя каналами)
Точность (СКО) привязки снимков, м:	10-15	50-60	20-30 (ПХ), 40-50 (МС)
Средняя производительность, млн. км ² /сутки:	0,080 (в высокодетальном режиме при одном пункте приема информации)		
Скорость передачи информации, Мбит/с	150, 300, 600		
Масса, кг:	5920		
Среднесуточная мощность, Вт:	- 1130 (при $\cos\alpha \geq 0,38$ в ориентированном полете); - 365 (при $\cos\alpha \geq 0,14$ в неориентированном полете)		
Срок активного существования, лет:	5		

Линейка КА «Ресурс-П»

Основой при изготовлении КА «Ресурс-П» №4 служит опыт создания КА «Ресурс-П» №1-3.

Сравнение КА «Ресурс-П» №4 с предыдущими КА серии «Ресурс-П»:

- ✓ По сравнению с КА «Ресурс-П» №1-3 на КА «Ресурс-П» №4 увеличена скорость передачи информации с 300 Мбит/с до 600 Мбит/с, а также модернизирован комплекс широкозахватной мультиспектральной аппаратуры (аппаратура ШМСА-СР заменена на аппаратуру ШМСА-ВР);
- ✓ По сравнению с КА «Ресурс-П» №2 на КА «Ресурс-П» №4 не устанавливается бортовой радиотехнический комплекс автоматической идентификационной системы судов (БРК АИС), а также комплекс научной аппаратуры «Нуклон».

КА «Ресурс-П» №1,№3



КА «Ресурс-П» №2

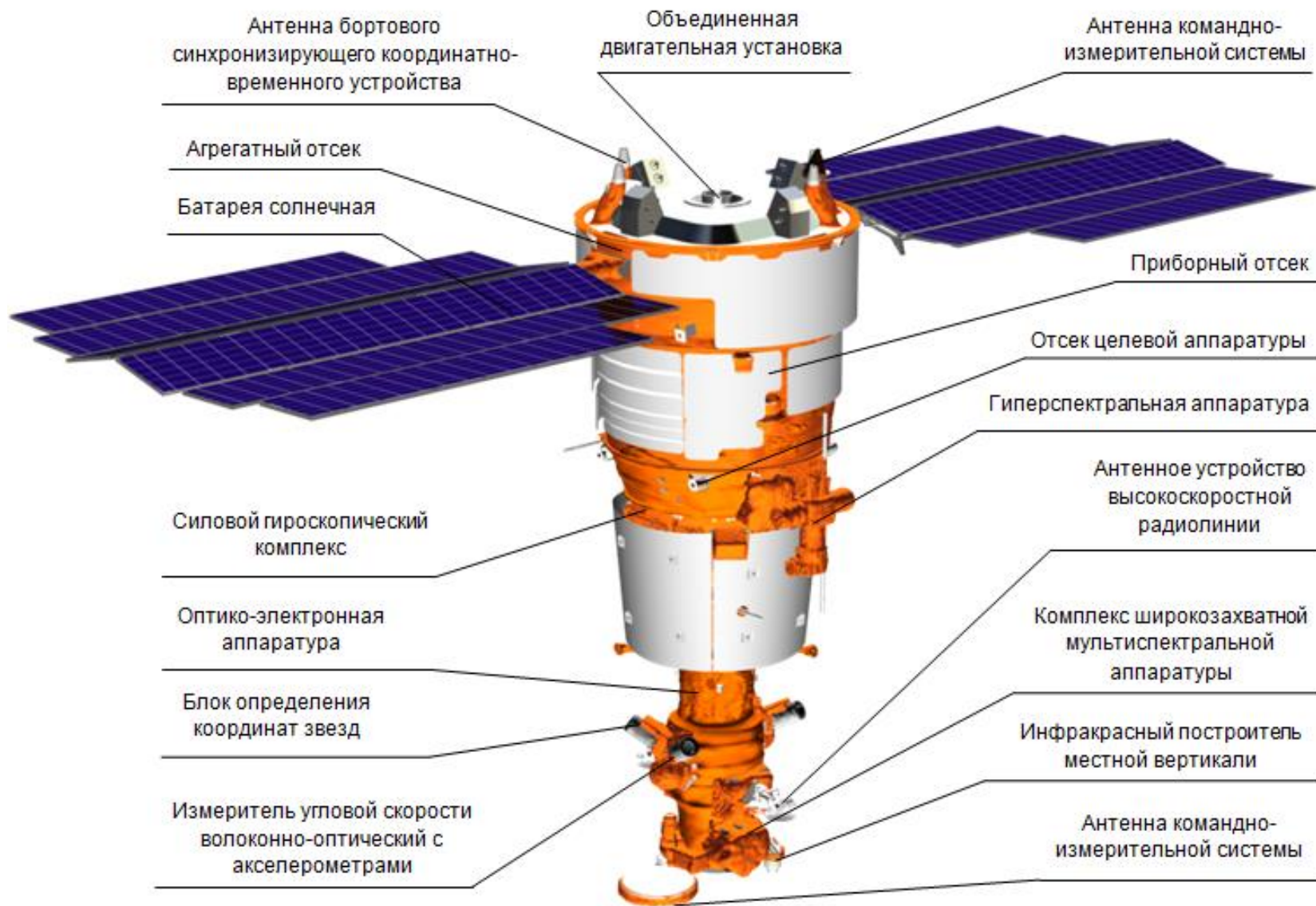


КА «Ресурс-П» №4,№5



	КА «Ресурс-П» №1	КА «Ресурс-П» №2	КА «Ресурс-П» №3
Дата запуска	25 июня 2013г.	26 декабря 2014г.	13 марта 2016г.

Внешний вид КА «Ресурс-П» №4



Конфигурация РН, ГО

Запуск КА «Ресурс-П» осуществляется ракетой-носителем «Союз-2» этапа 1Б.



Основные характеристики РН

Количество ступеней, шт	3
Стартовая масса РН, т	310
Полигон запуска	Байконур
Длина РН, м	43,4
Диаметр головного обтекателя, м	3,3

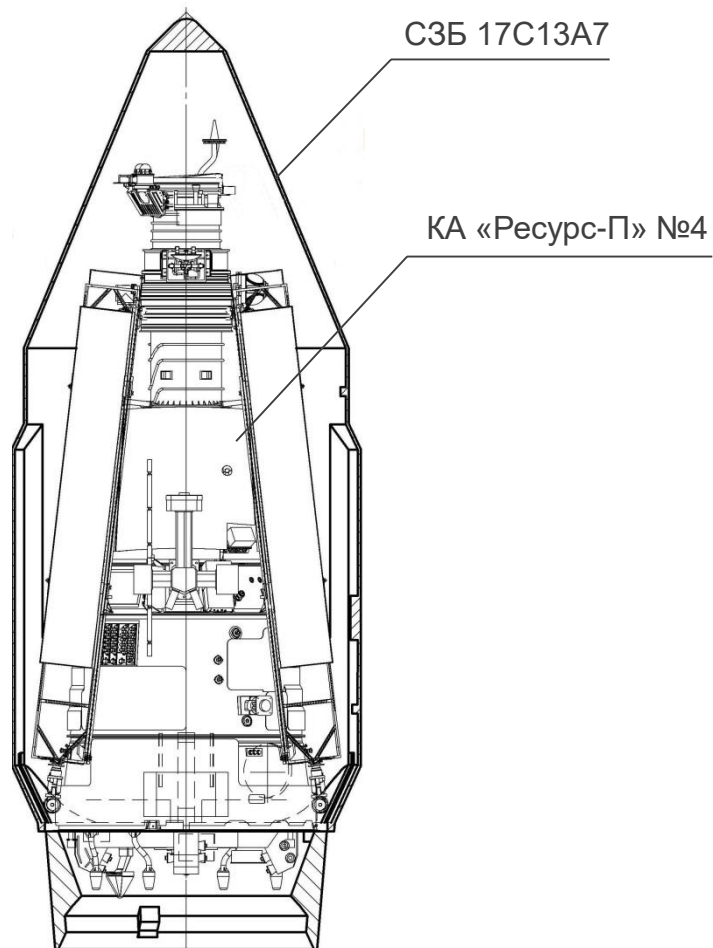
Энергетические возможности РН при выведении КА

СК	Наклонение, ...°	Минимальная высота, км	Максимальная высота, км	Выводимая масса ПГ, кг
17П32-6	97,276	260	475	6120

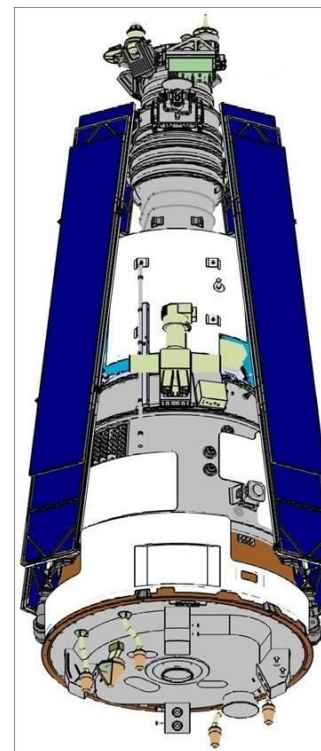
Надёжность: 0,9763.

Конфигурация по конкретному запуску

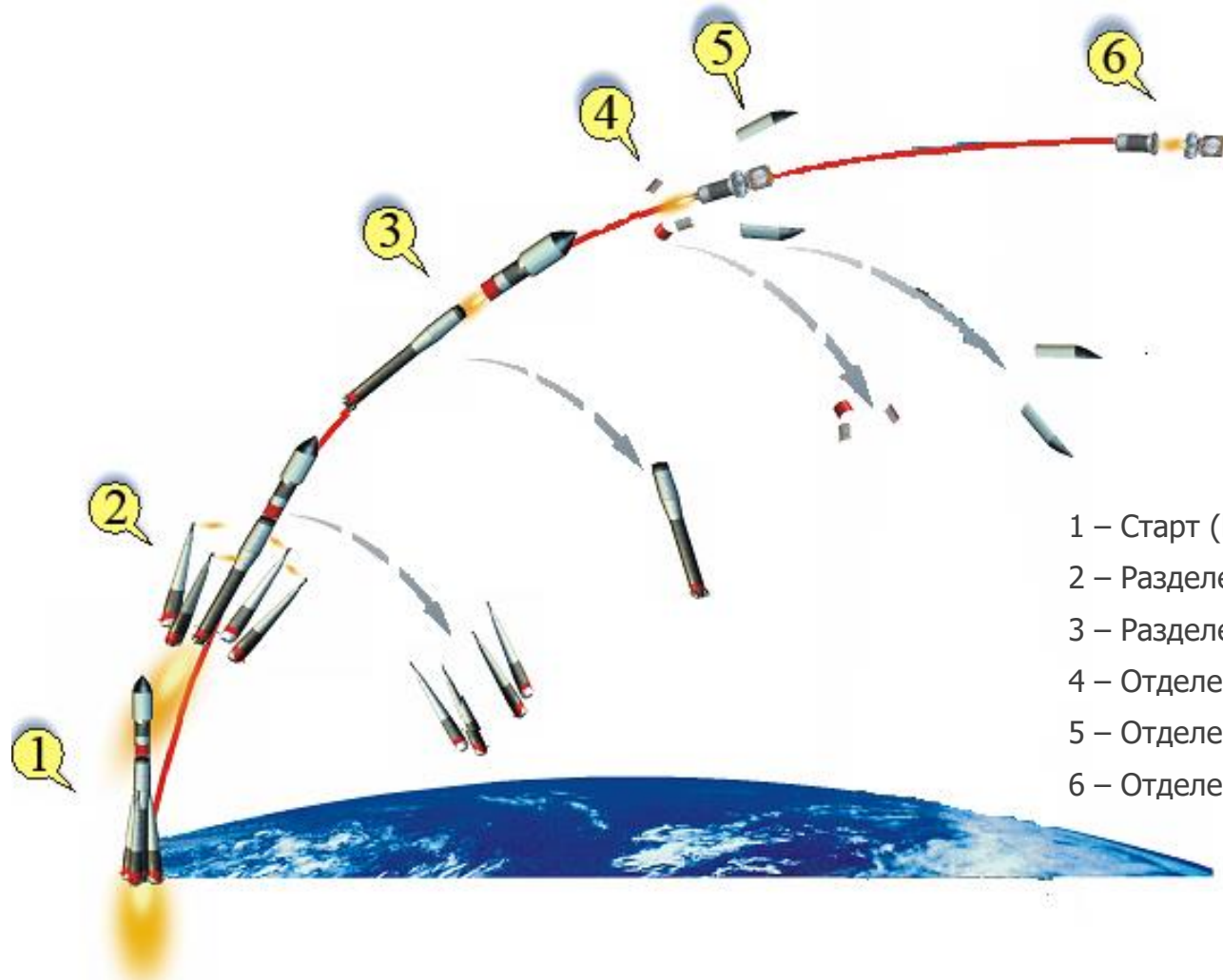
Для выведения КА «Ресурс-П» №4 используется СЗБ 17С13А7 (с головным обтекателем диаметром 3,3 м).



Вид размещения КА под обтекателем:



Вывод КА на орбиту



1 – Старт (КП)	00,00 с
2 – Разделение первой и второй ступеней	116,33 с
3 – Разделение второй и третьей ступеней	287,18 с
4 – Отделение хвостового отсека	288,26 с
5 – Отделение створок головного обтекателя	289,50 с
6 – Отделение космического аппарата	559,28 с

Довыведение, параметры рабочей орбиты КА

КА выводится РН на ОВ с номинальными параметрами:

-наклонение плоскости орбиты к плоскости экватора, i	$97,276^\circ \pm 2'$;
-минимальная высота, h	260 ± 2 км;
-максимальная высота, H	475 км ± 5 км;
-период обращения, T_Ω	$91,61$ мин ± 3 с.

Минимально возможное время баллистического существования КА на ОВ – не менее восьми суток.

В пятые сутки полета на 54 и 62 витках проводится двухимпульсный маневр перехода на солнечносинхронную околокруговую рабочую орбиту с получением на 63 витке параметров:

-наклонение плоскости орбиты к плоскости экватора, i	$97,276^\circ$;
-средний период обращения, T_Ω	$93,97$ мин;
-точность маневра по изменению периода обращения	± 2 с
-минимальная высота орбиты, h	468 км;
-средняя высота РО	$470-477,5$ км;

При уменьшении периода обращения до $93,823$ мин проводятся одно-двухимпульсные маневры поддержания параметров РО. Величина импульса может составлять от 3 до 5 м/с.

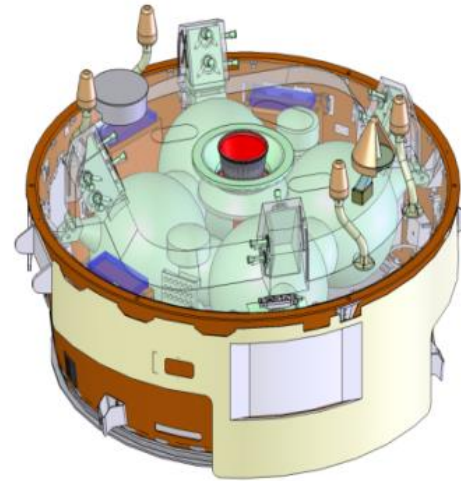
Средний интервал поддержания параметров РО, в зависимости от уровня солнечной активности, составляет от 4 до 7 месяцев.

Средняя высота рабочей орбиты изменяется на интервале поддержания параметров РО в диапазоне от 470 до 477,5 км.

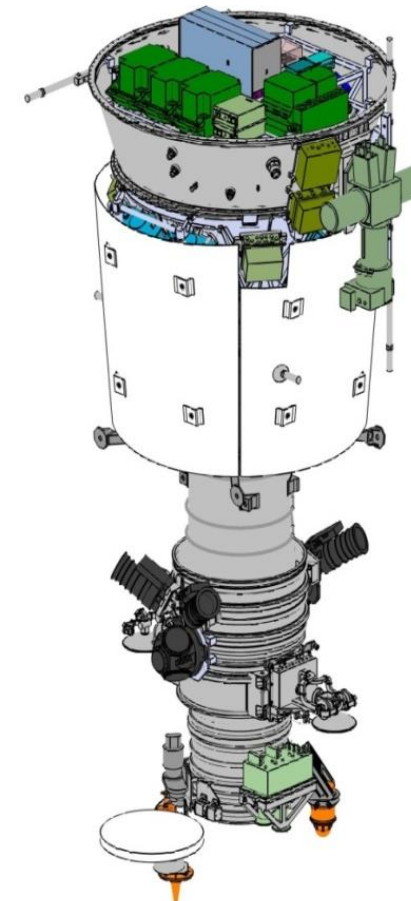
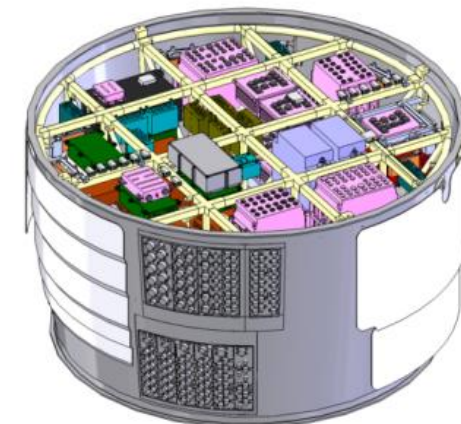
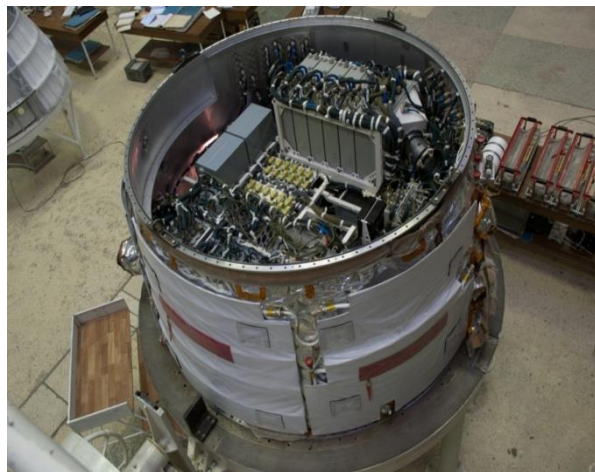
В конце срока активного существования проводится маневр торможения для затопления КА в акватории Мирового океана.

Конструктивно-компоновочная схема

Общий вид агрегатного отсека



Общий вид приборного отсека



Общий вид отсека целевой аппаратуры



Бортовой комплекс управления

Бортовой комплекс управления КА «Ресурс-П» представляет собой совокупность бортовых систем с соответствующим информационным и программным обеспечением, решающую задачи управления бортовыми системами и приборами в целях выполнения КА его основного целевого назначения.

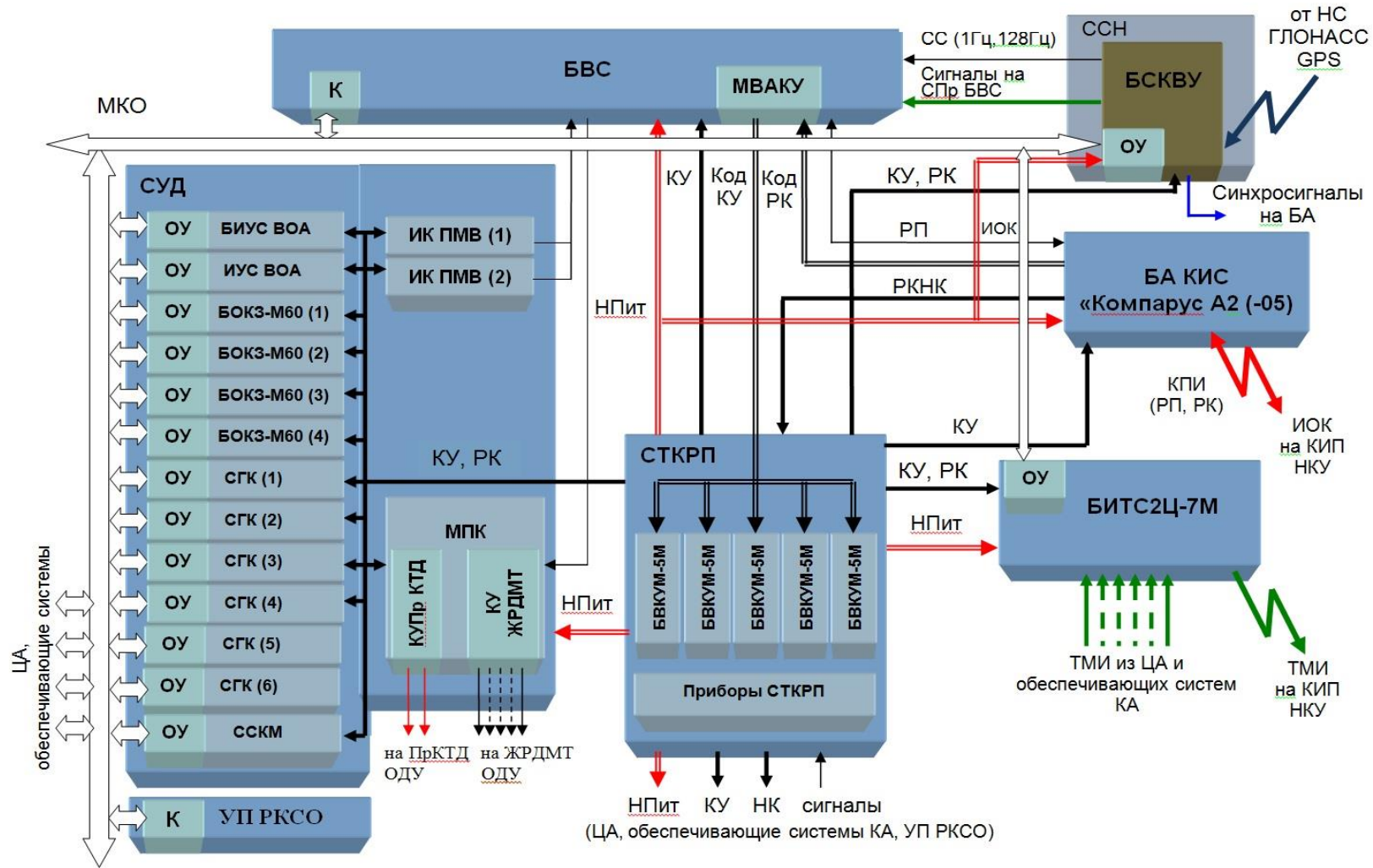
Основные задачи, решаемые БКУ:

- организация функционирования БКУ КА в соответствии с полученной из наземного комплекса управления и специального центра рабочей программой, а также измеренными, рассчитанными и прогнозируемыми на борту КА параметрами в целях выполнения задачи полета КА;
- обеспечение приведения КА в нормально-ориентированное положение;
- определение углов наведения оси ЦА с целью выполнения заданной программы целевых работ;
- управление движением относительно центра масс КА;
- управление движением центра масс КА в целях изменения или коррекции параметров орбиты;
- получение на борту КА навигационной информации средствами спутниковой навигации, реализованной на базе бортового синхронизирующего координатно-временного устройства (БСКВУ);
- управление комплексом целевой аппаратуры путем планирования работы целевой аппаратуры в соответствии с заданной в составе рабочей программы информацией, с учетом реального состояния бортовой аппаратуры, расчет и пересылка исходных данных, формирование и выдача управляющих воздействий в аппаратуру «Геотон-Л1», «Сангур-1У», БА ВРЛ;
- контроль состояния БА КА и формирование контрольной информации;
- управление при возникновении неисправностей;
- реализация резервного контура системы ориентации (РКСО).

Бортовой комплекс управления

Наименование системы	Организация-разработчик	Преимственность
БВС «Салют-5М»	ЗАО НПО «ЭЛАК»	Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 с доработкой в части введения дополнительного блока ВИП-5М.1
БА КИС «Компарус»	АО «НИИ ТП»	Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3
БИТС2Ц-7М	АО «Российские космические системы»	Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 с доработкой в части замены ЭКБ
СУД:		Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 с доработкой прибора ИУС ВОА
ИУС ВОА	НПП «Антарес»	
БИУС ВОА	НПП «Антарес»	
ИКПМВ	НПП КП «Квант»	
ССКМ	АО «НИИ ЭМ»	
БОКЗ-М60	ИКИ РАН	
СГК 14М533	АО «НИИ командных приборов»	
БСКВУ	АО «РИРВ»	Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 с доработкой в части замены ЭКБ для обеспечения сбоеустойчивости к ТЗЧ и ВЭП КП
СТКРП	АО «РКЦ «Прогресс»	Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3
ССН	АО «РКЦ «Прогресс»	Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3

Структурная схема бортового комплекса управления



Бортовая вычислительная система «САЛЮТ-5М»

Бортовая вычислительная система (БВС) выполняет роль центрального управляющего звена БКУ КА и совместно с размещенным в ней бортовым программным обеспечением БКУ решает задачи управления системами КА, контроля за функционированием систем КА и КА в целом, а также задачи бортового навигационно-баллистического обеспечения КА (разработчик - ЗАО НПО «ЭЛАК»).

Наименование характеристик	Значение
объем ОЗУ + объем ДОЗУ-К	254 Кбайт
объем ПЗУк + ПЗУс	528 Кбайт
быстродействие в режиме с фиксированной запятой	не менее 750 тыс. коротких операций в секунду
быстродействие в режиме с плавающей запятой	33 тыс. коротких операций в секунду

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 с доработкой в части введения дополнительного блока ВИП-5М.1.

Система управления движением

Наименование блока	Количество
Блок определения координат звезд – БОКЗ-М60	4
Силовой гироскопический комплекс – СГК	6
Инфракрасный построитель местной вертикали – ИКПМВ	3
Измеритель угловой скорости волоконно-оптический с акселерометрами – ИУС-ВОА	1
Блок измерителей угловой скорости волоконно-оптический с акселерометрами – БИУС-ВОА	1
Система сброса кинетического момента - ССКМ	1
Многофункциональный программируемый контроллер - МПК	1
Бортовое программное обеспечение (БПО) СУД	
Примечание – Функционально в состав СУД входят бортовая вычислительная система (БВС), бортовая цифровая вычислительная машина (БЦВМ-С), приводы камеры сгорания корректирующе-тормозного двигателя (КТД) и жидкостные ракетные двигатели малой тяги (ЖРДМТ1, ЖРДМТ2)	

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» № 3 с доработкой прибора ИУС ВОА.

Система управления движением

Технические характеристики

СУД предназначена для выполнения следующих функциональных задач:

- приведение КА в ориентированное в орбитальной СК положение;
- построение приборной инерциальной системы координат текущей эпохи;
- отработка заданного (программного) углового движения;
- управление движением центра масс КА с целью изменения параметров орбиты.

Наименование характеристик	Значение
Модуль угловой скорости при отработке углового движения	2 °/с
Модуль ускорения при отработке углового движения	0,15 °/с ²
Погрешность (P = 0,96) отработки углового движения:	
при наблюдении маршрута с угловой скоростью КА	до 1,2 °/с
по углу по всем каналам	±2'
по угловой скорости по всем каналам	0,005 °/с
при наблюдении маршрута с угловой скоростью КА	свыше 1,2 °/с
по углу по каналу рыскания	±5'
тангажа, крена	± 7'
по угловой скорости по всем каналам	0,005 °/с

Бортовая аппаратура командно-измерительной системы «КОМПАРУС»

Бортовая аппаратура командно-измерительной системы (БА КИС) решает задачи обмена между КА и НКУ командно-программной информацией и информацией оперативного контроля (ИОК), обеспечения траекторных измерений параметров орбитального движения КА, управления бортовым аппаратным комплексом (**разработчик – АО «НИИ ТП»**).

Основные характеристики	Значения
Длительность сеанса связи	3,5 мин
Объем информации принимаемой в сеансе	до 10000 бит
Объем информации передаваемой в сеансе	до 50000 бит
Количество принимаемых разовых команд	20
Скорость передачи информации по прямому каналу	750 бит/с
вероятность появления ошибки	$1 \cdot 10^{-6}$ в пересчете на 1 бит
Скорость передачи информации по обратному каналу	375 бит/с
вероятность появления ошибки	$1 \cdot 10^{-6}$ в пересчете на 1 бит

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 без доработок.

Бортовое синхронизирующее координатно-временное устройство

Бортовое синхронизирующее координатно-временное устройство (БСКВУ) предназначено для решения следующих задач:

- формирование и хранение шкалы времени (ШВ) БСКВУ;
- выдача потребителям высокостабильных синхронизирующих сигналов, привязанных к ШВ БСКВУ и оцифровки секундных интервалов времени ШВ БСКВУ;
- определение и выдача в БВС по результатам навигационных измерений относительно навигационных спутников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS параметров движения центра масс (ПДЦМ) КА в геоцентрической системе координат ПЗ-90.02 (разработчик – АО «РИРВ»).

Наименование характеристик	Значение
формирование ШВ с погрешностью (1σ)	1мкс относительно шкалы UTC(SU) + 3ч
погрешность (3σ) определения ПДЦМ	30м и 3см/с при работе на частотах L_1, L_2

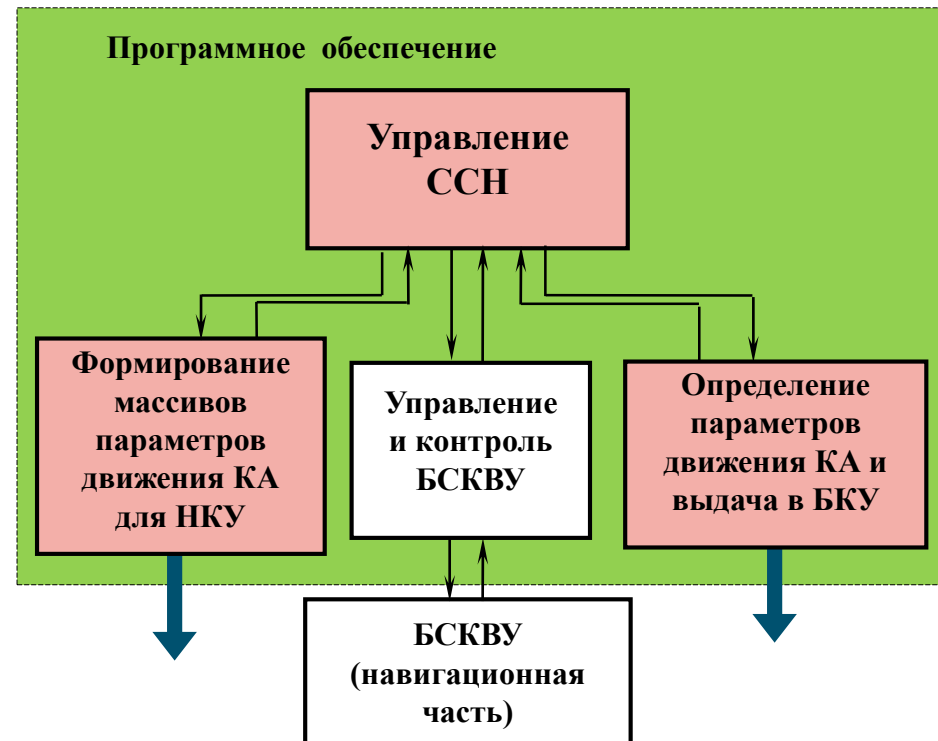
Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 с доработкой в части замены ЭКБ для обеспечения сбоеустойчивости к ТЗЧ и ВЭП КП

Спутниковая система навигации

Навигационное обеспечение КА строится на основе использования системы спутниковой навигации, работающей по навигационному полю космической навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС и по совместному навигационному полю спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS (разработчик – АО «РКЦ «Прогресс»).

Наименование характеристик	Значение
Ошибки прогнозирования параметров движения КА, определяемых ССН, на интервале 1 витка не превышают ($P=0,997$), км: - по высоте - вдоль орбиты - в боковом направлении	0,2 0,8 0,2

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 без доработок.



Бортовая система телеметрических измерений

Состав бортовой системы телеметрических измерений:

- бортовая информационно- телеметрическая система БИТС2Ц-7М;
- датчиковая и преобразовательная аппаратура.

Бортовая информационно-телеметрическая система БИТС2Ц-7М.

Система обеспечивает программно-управляемый сбор, преобразование, запоминание и передачу на наземные приемно-регистрирующие станции информации для анализа работы и состояния бортовых систем, агрегатов и элементов конструкции, выдачу текущей информации по адресным запросам в орбитальном полете и при проведении наземных испытаний (разработчик – АО «РИРВ»).

Наименование характеристик	Значение
Количество измерительных входов:	
аналоговые:	256
цифровые:	1792
температурные:	256
Информативность передачи телеметрической информации, бит/с	256 000
Время записи в запоминающее устройство (при информативности 256 000 бит/с), мин	44

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 с доработкой в части замены ЭКБ.

Система трансляции команд и распределения питания

Система трансляции команд и распределения питания (СТКРП) предназначена для обеспечения управления системами КА при подготовке к работе, в процессе испытаний и при штатной работе и выполняет следующие функциональные задачи:

- принимает, транслирует и размножает команды управления от БВС и БЦВМ-С, разовые команды РКНК, матричные разовые команды, поступающие от БА КИС и команды взаимного управления, поступающие от БА;
- принимает, транслирует и размножает команды, поступающие с АИК-0;
- принимает, транслирует и размножает стартовые команды с ПУСа при подготовке изделия на СК;
- передает технологическую информацию на АИК-0;
- формирует, размножает и транслирует команду «КО» на системы по факту срабатывания датчиков «КО»;
- вводит и снимает необходимые блокировки для управления и безопасности ОДУ и пиросредств;
- формирует и выдает ТМ-информацию, характеризующую работоспособность СТКРП;
- вводит и снимает блокировку прохождения команд на отключение питания БВС, МРК «Выкл МВАКУ» и «Откл БСКВУ» (разработчик – АО «РКЦ «Прогресс»).

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 без доработок.

Обеспечивающие системы

В состав обеспечивающих систем КА «Ресурс-П» №4 входят:

- система электропитания (СЭП);
- система обеспечения теплового режима (СОТР);
- объединенная двигательная установка;
- блок потенциометров обратной связи;
- датчиковая аппаратура «Штиль»;
- фильтр антистатический.

Система электропитания

Система электропитания (СЭП) предназначена для производства электроэнергии постоянного тока и обеспечения бортовой аппаратуры (БА) КА через систему трансляции команд и распределения питания (СТКРП) электроэнергией постоянного тока при наземной подготовке и штатной эксплуатации (**разработчик – АО «РКЦ «Прогресс»**).

В состав СЭП входят:

- батарея фотоэлектрическая (БФ) – **разработчик ПАО «Сатурн»**;
- аккумуляторная батарея (АБ) – **разработчик ПАО «Сатурн»**;
- комплекс автоматики и стабилизации напряжения (КАС) – **разработчик НТЦ «Полюс»**;
- привод солнечной батареей (БС) – **разработчик АО «РКЦ «Прогресс»**.

Основные характеристики	
Среднесуточная выходная мощность в ориентированном полете при среднесуточном $\cos \alpha \geq 0,38$ на конец 5-го года активного существования, Вт	1130
Глубина разряда АБ без ограничения по количеству разрядных циклов, А·ч	120
Напряжение на выходных соединителях при токовых нагрузках в установившемся режиме не более 175 А, В	от 27,5 до 29,5
при токовых нагрузках в переходных режимах не более 220 А, В	от 25,5 до 31,35
Площадь БФ под наклейку фотопреобразователей, м ²	36

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 без доработок.

Система обеспечения теплового режима

Принцип действия СТР КА «Ресурс-П» заключается в отводе тепловой энергии от бортовой аппаратуры в воздух отсеков или в теплоноситель СТР, перераспределении по элементам КА с помощью теплообменных устройств, транспортировании избыточной тепловой энергии на радиатор-охладитель и излучении с его поверхности в космическое пространство (**разработчик – АО «РКЦ «Прогресс»**).

В состав СОТР входят:

- система терморегулирования;
- пассивные средства обеспечения теплового режима (теплоизоляция, терморегулирующие покрытия, термосопротивления).

Основные температурные требования, обеспечиваемые СОТР

Средняя по внутренним поверхностям температура светозащитного устройства и корпуса ОЭА «Геотон-Л1» – в диапазоне $T_n \pm 2$ °С, где T_n – от плюс 18,5 до плюс 21,5 °С;

Температура воздуха в специальном отсеке: вокруг блока формирования изображения ОЭА «Геотон-Л1» и ОЭП СППИ – от плюс 15 до плюс 25 °С;

Температура воздуха в герметичных отсеках – от 0 до плюс 40 °С;

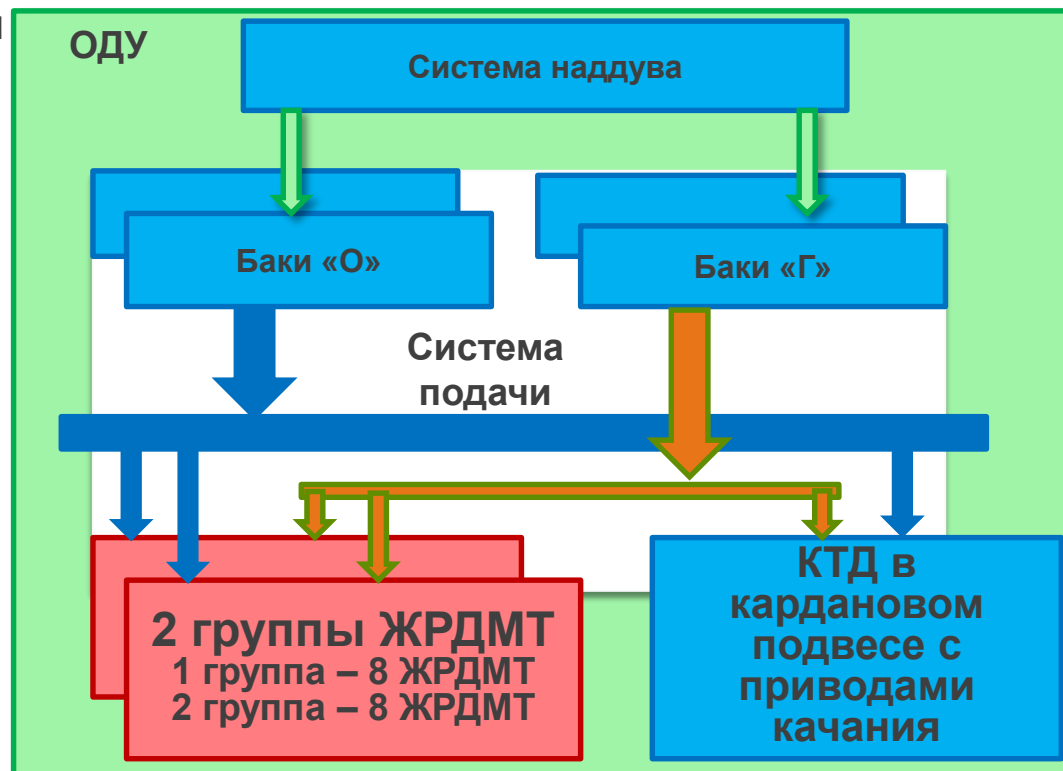
Температура термоплат в местах установки аккумуляторных батарей (АБ) – от минус 5 до плюс 25 °С.

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 без доработок.

Объединенная двигательная установка

Объединенная двигательная установка предназначена для создания по командам системы управления КА импульсов реактивных тяг, обеспечивающих изменение параметров движения центра масс КА при коррекциях его орбит и управление угловым движением КА относительно центра масс при ориентации и стабилизации (разработчик – «КБхиммаш» – филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»).

Основные характеристики	Значение
Компоненты топлива: окислитель	АТИН
горючее	НДМГ
Тяга КТД, Н	2943
Тяга ЖРД МТ1, Н	25,4
Тяга ЖРД МТ2, Н	25,4
Сухая масса ОДУ, кг	355
Масса компонентов топлива, кг	900



Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 без доработок.

Целевая аппаратура КА «Ресурс-П»

В состав целевой аппаратуры КА «Ресурс-П» входит:

- оптико-электронная аппаратура (ОЭА) «Геотон-Л1» с системой приема и преобразования информации (СППИ) «Сангур-1У»;
- комплекс широкозахватной мультиспектральной аппаратуры (КШМСА) высокого разрешения;
- гиперспектральная аппаратура (ГСА);
- бортовая аппаратура системы высокоскоростной радиолинии связи (БА ВРЛ);
- бортовая аппаратура системы сбора служебной информации (БА СССИ);

Оптико-электронная аппаратура «ГЕОТОН-Л1» с системой приёма и преобразования информации «САНГУР У1»



Оптико-электронная аппаратура высокодетального разрешения «Геотон-Л1» разрабатывается АО «Красногорский завод имени С.А. Зверева».

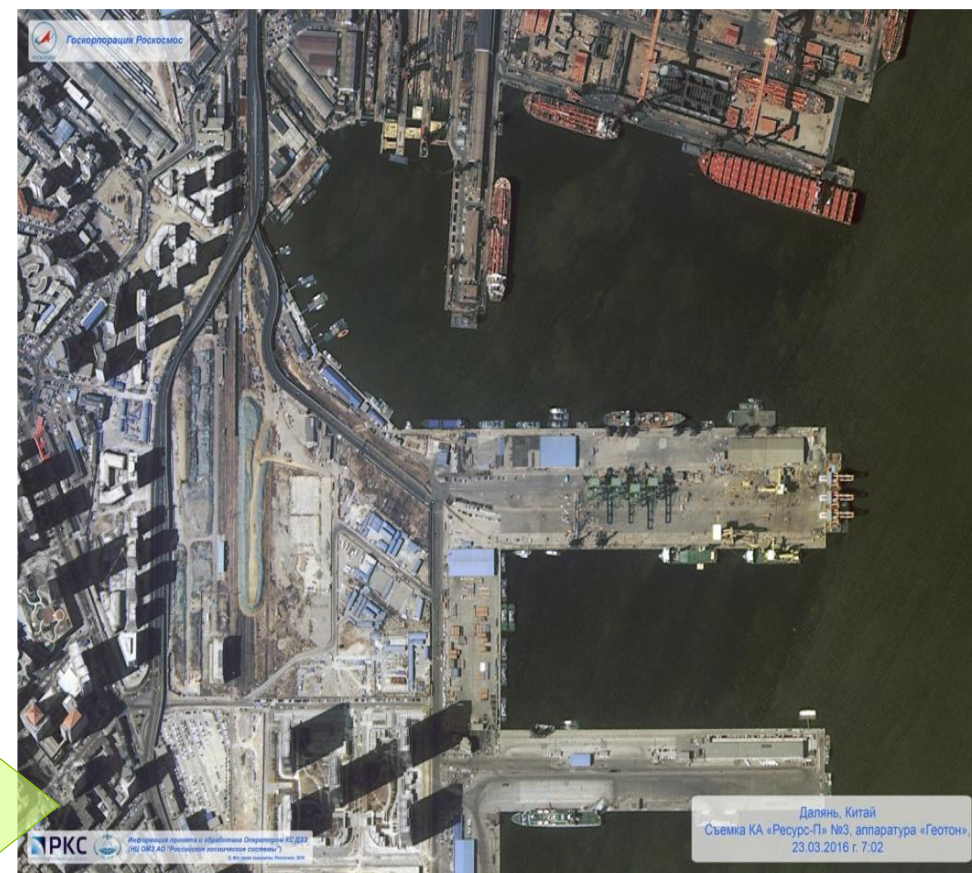
Наименование характеристики	Значение
Диаметр входного зрачка, мм	500
Фокусное расстояние, мм	4000
Линейное поле зрения в пространстве изображения, °	6
Разрешение на местности в надире, м: - в панхроматическом диапазоне (проекция пикселя) - в узких спектральных диапазонах	0,7-1,0 3,0-4,0
Ширина полосы захвата в надире, км Ширина полосы обзора, км	38,6 950
Спектральные диапазоны, мкм - панхроматический - узкие спектральные диапазоны	0,58÷0,80; 0,45÷0,52; 0,52÷0,60; 0,61÷0,68; 0,67÷0,70; 0,70÷0,73; 0,72÷0,80; 0,80÷0,90
Количество спектральных диапазонов	8
Масса, кг	310

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 с доработкой СППИ в части замены ЭКБ.

Образцы снимков ОЭА «ГЕОТОН-Л1»



РФ, г. Москва
КА «Ресурс-П» №2; панхроматический режим наблюдения



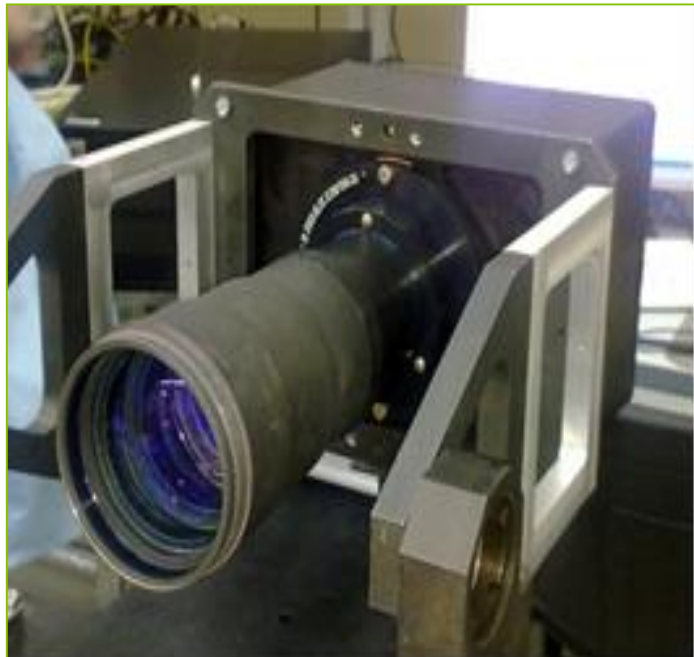
Китай, г. Далянь
КА «Ресурс-П» №3; цветосинтезированное изображение

Далянь, Китай
Съемка КА «Ресурс-П» №3, аппаратура «Геотон»,
23.03.2016 г. 7:02

Комплекс широкозахватной мультиспектральной аппаратуры

Комплекс широкозахватной мультиспектральной аппаратуры (КШМСА) КА «Ресурс-П» №4 разрабатывается филиалом АО «РКЦ «Прогресс» – НПП «ОПТЭКС» и состоит из двух ШМСА-ВР.

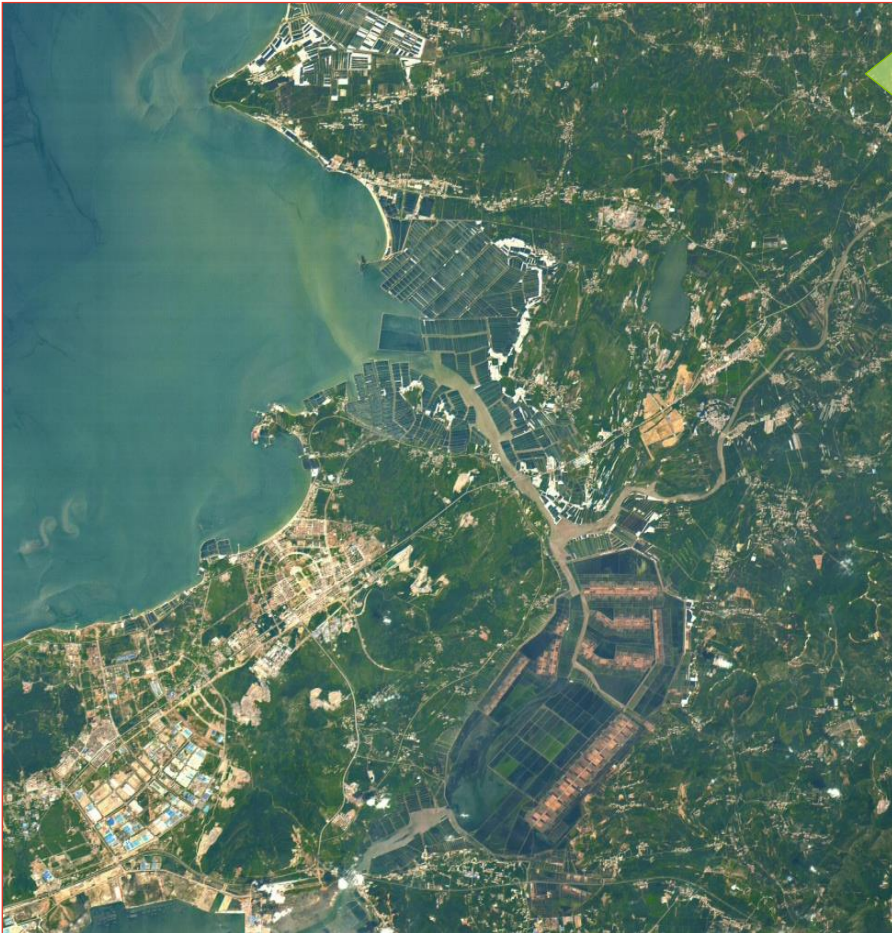
ШМСА-ВР



Наименование характеристики	ШМСА-ВР	
	Панхром. канал	Мультиспектр. канал
Полоса захвата, км	97,2	
Разрешающая способность комплекса (проекция пикселя), м	11,9	23,8
Спектральные диапазоны, мкм	0,43÷0,70	0,43÷0,51 0,51÷0,58 0,60÷0,70 0,70÷0,90 0,80÷0,90
Фокусное расстояние объектива, мм	200	
Размер фоточувствительного элемента ОЭП, мкм ²	5×5	10×10
Количество фоточувствительных элементов в строке ОЭП	8160	4080
Разрядность аналого-цифрового преобразователя, бит/пиксель	12	

Заимствуется с КА «Ресурс-П» №3 с доработкой в части замены аппаратуры ШМСА-СР на аппаратуру ШМСА-ВР.

Образцы снимков КШМСА



Китай, г. Люйшунь (Порт-Артур)
КА «Ресурс-П» №1 (ШМСА-ВР)



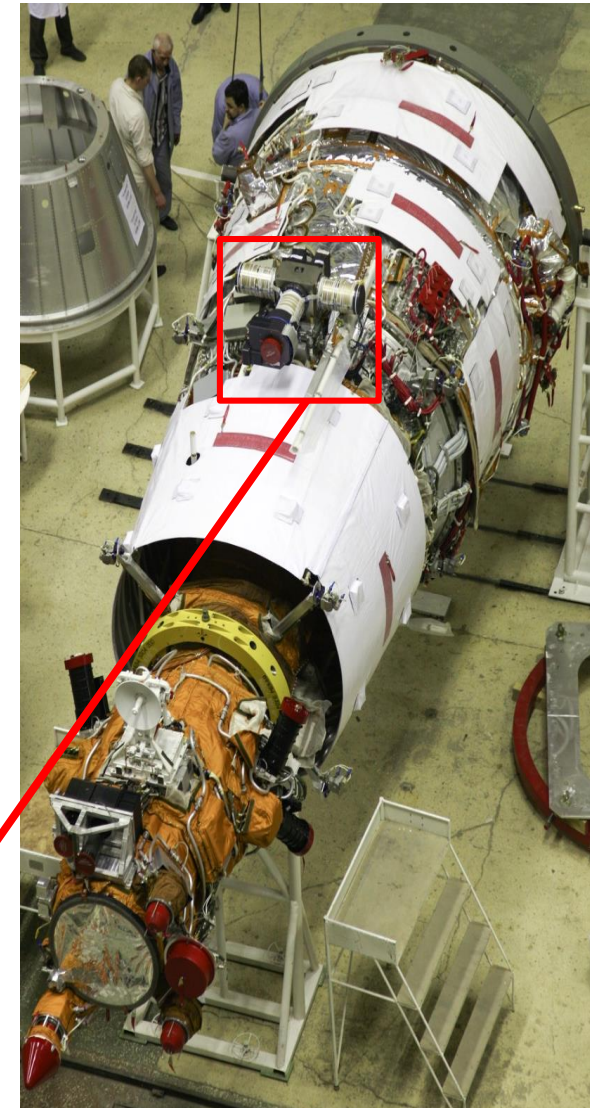
Италия, о. Сицилия
КА «Ресурс-П» №1 (ШМСА-ВР)

Гиперспектральная аппаратура

Гиперспектральная аппаратура КА «Ресурс-П» разрабатывается ПАО «Красногорский завод имени С.А.Зверева» совместно с филиалом АО «РКЦ «Прогресс» – НПП «ОПТЭК».

Основные характеристики	Значение
Количество спектральных каналов	96 (до 216)
Спектральное разрешение, нм	от 5 до 10
Полоса захвата (в надире), км	30
Пространственное разрешение в надире, м	25-30
Отношение сигнал/шум при значении сигнала, близкому к сигналу насыщения	не менее 200
Разрядность АЦП, бит/пиксель	14

Заимствуется с изделия «Ресурс-П» №3 с доработкой в части замены ЭКБ.



Образцы снимков ГСА



Китай, Шанхай
КА «Ресурс-П» №1; синтез в естественных цветах

ОАЭ, г. Абу-Даби
КА «Ресурс-П» №1



Система высокоскоростной радиолинии Система сбора служебной информации

БА высокоскоростной радиолинии (ВРЛ) обеспечивает передачу информации с КА на наземный пункт приема информации (разработчик – АО «НИИ ТП»).

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот, ГГц	от 8,025 до 8,4
Скорость передачи информации, Мбит/с	150; 300; 600
Угол места вхождения в связь, °	не менее 5
Вероятность вхождения в связь	не хуже 0,98
Вероятность появления ошибки на бит принятой информации	не более 10^{-7}
Общая емкость памяти бортового запоминающего устройства (ЗУ), Гбит	не менее 3072
Телесный угол обеспечения связи в нижней полусфере, °	260
Количество каналов приема информации от бортовой аппаратуры	16
Скорость записи информации в ЗУ в каждом канале, Мбит/с	до 960

Заимствуется с КА «Ресурс-П» №3 с доработкой в части введения входного коммутатора и обеспечения скорости передачи данных 600 Мбит/с.

Система сбора служебной информации (СССИ) обеспечивает выполнение следующих функциональных задач:

- прием от бортовых систем КА служебной информации (СИ) и запись ее в бортовое запоминающее устройство БССИ (ЗУ БССИ);
- преобразование накопленной СИ к виду, пригодному для выдачи в БА ВРЛ;
- хранение в ЗУ БССИ объема СИ по последним 10 виткам;
- выдачу в БА ВРЛ для последующей передачи на Землю;
- прием от НА ВРЛ массивов СИ, ее восстановление и выдачу наземным потребителям

(разработчик – АО «НИИ ТП»).

Наименование характеристик	Значение
Выдача накопленной информации в БА ВРЛ с вероятностью ошибки бита информации	не более 10^{-7}
Емкость запоминающего устройства, МБ	не менее 128

Заимствуется с КА «Ресурс-П» №3 с доработкой в части замены ЭКБ

Наземная отработка КА «Ресурс-П» №4

На этапах наземной отработки КА «Ресурс-П» №1 и №2 и их СЧ были успешно завершены:

- **макетно-конструкторские испытания КА** (отработочные испытания);
- испытания на **жесткость и статическую прочность** установок приборов (отработочные специальные испытания);
- испытания радиоэлектронных систем КА на **электромагнитную совместимость** (отработочные специальные испытания);
- испытания БА на **стойкость к магнитному полю** (отработочные специальные испытания);
- **вентиляционные испытания** приборного отсека и отсека целевой аппаратуры (отработочные специальные испытания);
- **гидравлические испытания** СТР КА (отработочные специальные испытания);
- отработка **прохождения сигналов** мультиплексных каналов обмена БВС (отработочные специальные испытания);
- **отладка испытательного программного обеспечения** (отработочные специальные испытания);
- **отладка бортового программного обеспечения БКУ** КА на наземном комплексе отладки (отработочные специальные испытания);
- **отработка характеристик сквозного информационного тракта** передачи информации (отработочные специальные испытания);
- **отработка параметров АФУ** (диаграмма направленности и КСВ).

На этапе наземной отработки КА «Ресурс-П» №4 и его СЧ:

- автономные испытания модернизированных СЧ КА: БА СППИ, ГСА, КШМСА, ВРЛ, БССИ, БИТС 2Ц-7М, БВС (отработочные испытания);
- электрорадиотехнические испытания КА «Ресурс-П» (отработочные испытания);
- приемо-сдаточные испытания КА (испытания КА на КИС с ОТК и ПЗ).

Подготовка КА к запуску

Подготовка КА «Ресурс-П» №4 в эксплуатирующей организации состоит из следующих этапов:

- Транспортировка КА в ЭО
- Электрические испытания КА на ТК КА
- Заправка СТР КА. Испытания КА в ВК
- Заправка КА на ЗНС
- Заключительные операции с КА на ТК КА
- Сборка КГЧ
- Работы с КА в составе РКН на ТК РКН
- Работы с КА в составе РКН на СК
- Пуск

Технологический график предусмотрен действующей эксплуатационной документацией и полностью отработан на этапах подготовки к запуску КА «Ресурс-П» №1-3.

Заключение

В настоящее время космический аппарат «Ресурс-П» №4 находится на завершающем этапе сборки. Ожидается поставка следующей бортовой аппаратуры:

- БСКВУ – бортовое синхронизирующее координатно-временное устройство;
- БССИ - бортовая система сбора служебной информации;
- БА ВРЛ – бортовая аппаратура высокоскоростной радиолинии.

После поставки недостающей бортовой аппаратуры и последующего её монтажа на изделие, состоятся завершающие электрические испытания (ЭРТИ) космического аппарата.

Планируемая дата запуска – 1-кв. 2021 года.