

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

УДК 551.5

КОСМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «РЕСУРС-АРКТИКА» С КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ «РЕСУРС-О1» № 5

Л.А. Макриденко, С.Н. Волков, А.В. Горбунов, В.П. Ходненко

В 1993 – 1995 гг. ВНИИЭМ совместно с другими организациями выполнил в рамках НИР работы по созданию космического гидрометеорологического комплекса, способного давать оперативные данные не только о ледовой обстановке и метеоусловиях в полярных районах Земли, но и состоянии морской поверхности. Показано, что космический комплекс «Ресурс-Арктика» может достаточно эффективно использоваться для решения океанографических и народнохозяйственных задач изучения поверхности Мирового океана в целом, в том числе и в районах Арктики и Антарктики. Рассмотрены целевое назначение, задачи и принципы построения космического комплекса с космическим аппаратом «Ресурс-О1» № 5. Даны основы баллистического построения КА, приведены его основные характеристики, а также параметры бортового информационного комплекса и служебных систем. Отличительной особенностью КА «Ресурс-О1» №5 является срок активного существования бортовой аппаратуры и КА в целом не менее трёх лет с последующим доведением его до 5 – 7 лет. Космический комплекс должен был стать неотъемлемой составной частью Единой космической гидрометеорологической системы «Планета-О», в состав которой входили в то время как среднеорбитальные КА типа «Метеор», так и геостационарный КА «Электро».

Ключевые слова: космический комплекс, космический аппарат, бортовой радиолокационный комплекс, многозональное сканирующее устройство, модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы, бортовая информационная система, система сбора и передачи данных, аппаратура спутниковой навигации.

С 1983 г. наряду с гидрометеорологическими и природноресурсными КА начали функционировать разработанные КБ «Южное» КА «Океан-О1», предназначенные для определения ледовой обстановки и состояния поверхности Мирового океана. В ходе эксплуатации этих аппаратов были выявлены как положительные решения, так и недостатки, которые необходимо было учесть при создании перспективных океанографических КА.

Исследования показали, что наиболее эффективным средством наблюдения ледовой обстановки и гидрометеорологических условий в Мировом океане, включая полярные районы земного шара, являются КА с установленной на борту аппаратурой, работающей в радио-, видимом и ИК-диапазонах спектра. Подтвердилась эффективность радиолокационной системы (РЛС) как основной аппаратуры для решения морских и ледовых задач. Наиболее полной представляется совмещённая информация от РЛС и радиометров видимого и ИК-диапазонов, получаемая синхронно для заданных участков поверхности Земли.

Однако КА «Океан-О1» имел ряд существенных недостатков: низкое разрешение, нестабильные характеристики в отношении привязки к местности и геометрических характеристик изображения РЛС бокового обзора (БО), очень малый срок службы и недостаточная надёжность РЛС БО и КА в целом.

Эти недостатки необходимо было учесть при разработке и эксплуатации перспективного целевого комплекса.

В 1993 – 1995 гг. ВНИИЭМ, совместно с РНИИКП, НИИТП, НПО «Планета» и другими организациями, по контракту и ТЗ РКА выполнил научно-исследовательскую работу «Комплексные исследования по определению принципов построения космической системы и технического облика КА оперативного наблюдения».

Результаты проведённых в рамках НИР «Арктика» работ показали необходимость и экономическую эффективность создания до конца двадцатого столетия на базе существующего задела космического гидрометеорологического комплекса, способного давать оперативные данные не только о ледовой обстановке и метеоусловиях в полярных районах Земли, но и состоянии морской поверхности.

Кроме того, проработки показали, что КА, оснащённый указанной аппаратурой, может весьма эффективно использоваться для решения океанографических и народнохозяйственных задач изучения поверхности Мирового океана в целом, в том числе и в районах Арктики и Антарктики.

Была подтверждена целесообразность решения с помощью одного космического аппарата, получившего название «Ресурс-Арктика», как указанных выше задач, так и задач изучения природных ресурсов Земли, экологического мониторинга и контроля чрезвычайных ситуаций. Этот комплекс задач мог быть решён на основе уже отработанных радиометров – модернизированного высокого и среднего разрешения, а также специальных режимов

бортового радиолокационного комплекса с синтезированной аппаратурой.

Заметное расширение круга решаемых космическим комплексом задач предполагало существенное сокращение общего финансирования на разработку, изготовление и эксплуатацию КА ДЗЗ.

Такой космический комплекс, наряду с острой необходимостью для России, мог стать весомым вкладом во взаимодействие с зарубежными странами в рамках международного сотрудничества.

В качестве системы передачи информации с КА для всех гидрометеорологических потребителей планировалось использовать систему с радиолинией в международном диапазоне частот 1,7 ГГц при скорости передачи 665,4 Кбит/с и структуру сигналов, совпадающую со структурой режима HRPT американского КА «NOAA».

Для потребителей природоресурсной и экологической информации предполагалось по-прежнему использовать диапазон частот 8,2 ГГц с информативностью 15,36 и 61,44 Мбит/с.

Результаты проработок и исследований показали, что при наличии необходимого финансирования, возможно создание и ввод в действие в 1999 – 2000 гг. космического комплекса с КА «Ресурс-О» на базе соответствующих заделов.

С учётом острой необходимости создания отечественного КК оперативного наблюдения морской поверхности, метеорологических условий в Мировом океане, ледовой обстановки в полярных районах Земли, наряду с получением информации для ИПРЗ и экологического мониторинга, работа по этому комплексу была включена в Федеральную космическую программу России по космическим системам, комплексам и средствам научного и народнохозяйственного назначения.

Назначение и задачи космического комплекса

Космический комплекс «Ресурс-Арктика» предназначался для оперативного всепогодного наблюдения Мирового океана, ледовой обстановки в полярных районах, изучения природных ресурсов Земли и экологического мониторинга [1].

При оперативном всепогодном наблюдении Мирового океана космический комплекс должен давать информацию в СВЧ, оптических и ИК-диапазонах для определения следующих характеристик:

– параметров волнений морской поверхности и приводного ветра для обслуживания мореплавания, рыболовных судов, учёта при планировании гидротехнических работ в береговой зоне и прогнозирования погоды;

– расположения границ облаков для использования в синоптическом анализе и прогнозе погоды;

– данных о состоянии и динамике температурного поля поверхности океана с целью прогноза опасных гидрометеорологических явлений, долгосрочного прогнозирования погоды и обеспечения долговременного климатического мониторинга.

При наблюдении ледовой обстановки в полярных районах Земли космический комплекс должен обеспечивать получение данных для анализа и прогноза ледовой обстановки на трассах движения судов по Северному морскому пути и другим водным бассейнам, включая:

– пространственное строение ледового покрова (границы распространения дрейфующего льда, кромки припая, сплочённость и раздробленность льда, ледяные поля, стационарные полыньи, протяжённые каналы и крупные разводья);

– физическое состояние ледяного покрова (разрушенность, возраст, заснеженность, торосистость).

Для изучения природных ресурсов Земли КК должен обеспечить оперативное получение многоспектральной информации высокого и среднего разрешения для решения широкого круга задач в интересах различных отраслей народного хозяйства и научных исследований, а именно:

– экологический мониторинг природно-территориальных комплексов;

– изучение состояния почвы и растительного покрова;

– гидрология;

– геологические исследования;

– мониторинг антропогенных воздействий на природную среду и т. д.

Также, с помощью КК, могут решаться задачи информационного обеспечения при чрезвычайных ситуациях.

Важнейшей особенностью рассматриваемого КА является то, что в нём объединяются функции, выполняемые двумя КА («Ресурс-О» и «Океан-О»), причём на современном, отвечающем мировым стандартам, уровне. При этом весьма значительно снижаются общие затраты на разработку, изготовление, запуски и эксплуатацию КА.

В условиях, когда основная часть территории нашего государства, включая Северный морской путь, расположена севернее 45 град. с. ш., и находится в течение значительной части времени года при недостаточной освещённости и с преобладанием облачности, КА способен обеспечивать оперативное, всепогодное получение информации.

Решение поставленных задач наблюдения Мирового океана и ледовой обстановки в полярных районах может быть реализовано КА, при наличии на его борту всепогодного радиолокационного комплекса (БРЛК), получающего информацию в СВЧ-диапазоне с полосой захвата не менее 450 км и работающего синхронно с БРЛК сканирующего радиометра в видимом и ИК-диапазонах спектра с полосой захвата не менее 1800 км.

Решение задач ИПРЗ и экологического мониторинга хорошо реализуется апробированными многоспектральными сканирующими устройствами высокого и среднего разрешения в модернизированном исполнении.

Имеется достаточно разветвлённая сеть наземных пунктов (больших и малых), обеспечивающих приём и обработку информации как в России, так и за рубежом.

Оперативное же управление КА возможно только при создании и введении в состав КК специализированного наземного комплекса управления КА гидрометеорологического и природно-ресурсного назначения, практически совмещённого с имеющимися основными центрами приёма и обработки целевой информации.

Для создания в заданные сроки (1998 – 2000 гг.) предлагались следующие оптимальные принципы построения КК и его состав:

- усовершенствованный КА «Ресурс-О» создаётся на базе отработанных в реальных условиях конструкций, систем и аппаратуры КА типа «Ресурс-О1»;
- специализированный НКУ используется при эксплуатации КА;
- при выведении КА на орбиту и в нештатных ситуациях используется НКУ МО РФ;
- для работы с КА на ТК и СК на полигоне используются отработанные испытательные комплексы.

В части баллистического построения КА в качестве опорной выбрана широтно-стабилизированная по высоте орбита, имеющая двухнедельную периодичность прохождения трасс по одним и тем же районам земной поверхности со средней высотой 690 км.

Максимальные ошибки выведения КА на рассматриваемую орбиту ракетой-носителем «Зенит» находятся в пределах:

- по периоду обращения – до ± 2 угл. мин;
- по эксцентриситету – до 0,002;
- по аргументу перигея – до 0,5 угл. град, что позволяет выводить и эксплуатировать КА без проведения начальной и штатной коррекции.

Космический аппарат

Проведённые проработки и практика создания КА показали, что разработать конструктивно-компоновочную схему КА в сравнительно короткие сроки возможно на базе конструкций и схем, проверенных в реальных условиях и положительно зарекомендовавших себя КА «Метеор-3» и «Ресурс-О1». Общий вид КА «Ресурс-О1» № 5 представлен на рис. 1.

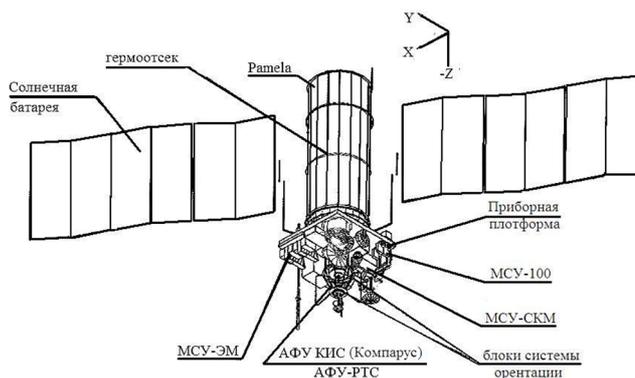


Рис. 1. Общий вид КА «Ресурс-О1» № 5»

Основными элементами конструкции являются:

- гермоотсек, внутри которого на двух рамах размещается служебная аппаратура и блоки научной аппаратуры;
- унифицированная платформа, на которой размещается система ориентации КА;
- аппаратура, работающая в видимом и ИК-диапазонах спектра, звёздные датчики, антенны, включая антенну БРЛК;
- малый гермоотсек, расположенный на платформе;
- солнечные батареи, состоящие из трёх раскрывающихся створок с двух сторон от корпуса, с общим электромеханическим приводом и системой наведения на Солнце. Привод СБ устанавливается на днище гермоотсека под платформой, а к приводу через траверсу крепятся СБ;
- антенны БРЛК;
- траверса.

Уникальной особенностью конструкции является то, что корпус КА будет состоять как бы из трёх частей:

- нижней частью будет являться БРЛК «Северинин»;
- средней частью будет непосредственно корпус КА;
- верхней частью будет являться спектрометр PAMELA.

Основные характеристики КА «Ресурс-О1» № 5

Параметры орбиты:

– тип	Околокруговая, солнечно-синхронная
– средняя высота, км	690
– наклонение, град	98,50
– драконический период обращения, мин	98,30
– большая полуось	7061
– эксцентриситет	0,0012
– аргумент перигея, град	67
Ориентация и стабилизация КА:	
– тип стабилизации	Маховичная, по трём осям
– точность угловой ориентации при неподвижном приводе СБ (без ОЗД – оптического звездного датчика), угл. мин	Не хуже 7
– точность стабилизации угловых скоростей при неподвижном приводе СБ (без ОЗД), град/с	Не хуже 0,003
– потребляемая мощность в установившемся режиме, Вт	Не более 20
– масса, кг	Не более 200
– точность географической привязки информации, км	Не хуже 3
Электрическая мощность, вырабатываемая СБ:	
– в начале эксплуатации, Вт	Не менее 3200
– в конце эксплуатации (через 3 года), Вт	Не менее 2700
Масса СЭС, кг	Не более 320
Масса КА, кг	3500
Масса полезной нагрузки, кг	1450
Информативность, Мбит/с	61,44
Срок активного существования, лет	3 – 5
Ракета-носитель	Зенит

Исходя из поставленных задач, на борту КА «Ресурс-О1» №5 должен быть установлен комплекс информационной аппаратуры, работающей в радио-, видимом и ИК-диапазонах спектра, в составе:

- бортовой радиолокационный комплекс (БРЛК);
- многозональное сканирующее устройство среднего разрешения с плоскостной разверткой (МСУ-С2);
- многозональное сканирующее устройство среднего разрешения с конической разверткой (МСУ-СКМ);
- многозональное сканирующее устройство высокого разрешения (МСУ-ЭМ);

– модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы – микроволновый радиометр МТВЗА;

- бортовая информационная система (БИС-А);
- система сбора и передачи данных (ССПД);
- аппаратура спутниковой навигации (АСН).

Кроме того, в соответствии с проектами контрактов на борт могла устанавливаться зарубежная аппаратура в составе:

- магнитный спектрометр PAMELA (Италия);
- двунаправленная система связи IRIS (Бельгия – Германия).

Требования заказчиков в части определения положения аппарата на орбите и к географической привязке получаемых снимков для перспективных космических систем привели к необходимости ввода в состав бортовых систем аппаратуры спутниковой навигации.

Одной из основных информационных систем КА «Ресурс-О1» № 5 являлся бортовой радиолокационный комплекс.

БРЛК «Северянин» представлял собой когерентный радиолокатор обзора земной поверхности, использующий принципы синтеза апертуры. Передающее устройство БРЛК генерирует зондирующие СВЧ-импульсы, которые через антенное устройство (АУ) излучаются в окружающее пространство, отражаются от земной поверхности и с помощью антенны принимаются высокочувствительным приёмным устройством. После преобразования полученного сигнала в цифровую форму он поступает в бортовой комплекс обработки (БКО), где происходит синтез радиолокационного изображения (РЛИ), и, далее, в радиолинию передачи данных. БРЛК «Северянин» позволит осуществлять круглосуточное и всепогодное наблюдение поверхности Земли.

Необходимо отметить, что совмещение радиолокационной информации с информацией других каналов, фиксирующих излучение Земли в различных диапазонах (СВЧ, оптический и др.), позволяет повысить качество дешифровки снимков.

Однако это возможно только при благоприятных погодных условиях в районе съёмки. В остальных условиях приходится рассчитывать только на информацию радиолокатора, обладающего свойством всепогодности.

БРЛК в части наблюдения морской поверхности должен был обеспечить решение следующих задач:

- изучение морских ресурсов (гидрологические характеристики, промысловая обстановка);
- контроль загрязнений морской поверхности нефтепродуктами;

- мониторинг судоходства в акваториях;
- мониторинг чрезвычайных ситуаций;
- мониторинг циклонов с интенсивными осадками и штормовыми ветрами.

Основные характеристики БРЛК «Северянин»

Средняя высота полета, км	690
Угол наклона, град	98
Угол падения луча, град	20 – 45
Длина волны, см	3,5
Поляризация	Верт – верт
Размер антенны, м	12 × 1
Управление лучом антенны	есть
Средняя мощность зондирующего сигнала, Вт	200
Потребляемая мощность не более, Вт	1500
Разрешение радиолокационного изображения, км	0,13 × 0,13 или 0,3 × 0,3 и 1,0 × 1,0
Ширина полосы захвата, км	> 450
Время доставки информации потребителю, ч	Непосредственная передача
Совмещение с другими источниками информации	есть
Общая масса, кг	350

Радиолокационное наблюдение суши в части решения народнохозяйственных задач также имеет существенное значение, обеспечивая:

- обнаружение механических смещений природных и техногенных объектов;
- районирование и картографирование территории лесного фонда;
- оценку предпожарной обстановки и анализ послепожарной ситуации лесов;
- регистрацию существенных текущих изменений в лесном фонде, вызываемых пожарами и антропогенной деятельностью;
- картографирование лесов.

Особенно ценными могут оказаться радиолокационные измерения при авариях и катастрофах в условиях плотной облачности.

Радиолокационные изображения среднего разрешения в совокупности с информацией от других источников могут быть использованы при поиске полезных ископаемых.

Многоспектральное сканирующее устройство среднего разрешения МСУ-С2, одной из функций которого являлось сопровождение БРЛК, предназначалась для получения информации в интересах гидрометеорологии, наблюдения Мирового океана, суши и других задач.

Основные характеристики МСУ-С2 представлены в табл. 1.

Установка на КА «Ресурс-01» № 5 приборов МСУ-СКМ должна обеспечить различные наклоны их осей визирования относительно направления полёта КА (наблюдение в переднюю и заднюю полусферы), что должно позволить реализовывать спектрально-угловые методы наблюдения морских поверхностей.

Характеристики сканирующего устройства высокого разрешения представлены в табл. 2.

Таблица 1

Характеристики сканирующих устройств среднего разрешения

Параметр	МСУ-СКМ*	МСУ-С2
Полоса захвата, км	600	1800 – 2000
Количество спектральных зон	6	4
Номинальное значение спектральных зон, мкм	0,5 – 1,0 3,5 – 4,2 10,4 – 12,6	0,5 – 0,7 0,8 – 1,0 10,4 – 11,3 11,5 – 12,6
Разрешение на местности, м	170 (0,5 – 1,0 мкм) 350 (3,5 – 4,1 мкм) (10,4 – 12,6 мкм)	350 (0,5 – 1,0 мкм) 700 (10,4 – 12,6 мкм)

Примечание: * – остальные характеристики МСУ-СКМ те же, что и для КА «Ресурс-01» № 4.

Таблица 2

Характеристики сканирующего устройства высокого разрешения МСУ-ЭМ*

Полоса обзора, км	430
Полоса захвата, км	51
Разрешение на местности, м	26
Число спектральных каналов	3
Спектральный диапазон, мкм	0,5 – 0,9

Примечание: * – остальные характеристики те же, что и для КА «Ресурс-01» № 4.

Кроме того, планировалось проведение дальнейшей модернизации приборов [2]:

1. МСУ-СКМ в направлении:
 - увеличения отношения сигнал/шум в спектральном диапазоне 0,5 – 1,0 мкм;

– введения спектрального диапазона 1,5 – 1,7 мкм с разрешением 300 м, что позволяло расширить функциональные возможности прибора;

– увеличения разрешения в тепловых спектральных каналах (3,5 – 4,1 мкм и 10,5 – 12,5 мкм) до 300 м;

– адаптации спектральных диапазонов видимых каналов (0,5 – 1 мкм). При этом предполагалось использовать оптимальные спектральные диапазоны 0,37 – 0,45 мкм, 0,44 – 0,51 мкм, 0,55 – 0,62 мкм, 0,62 – 0,72 мкм, позволяющие определить тип морской воды при сохранении круга решаемых задач и обеспечении преимущества измерений от приборов МСУ-СК.

2. МСУ-ЭМ в направлении:

– разработки блока управления поворотным зеркалом с целью повышения оперативности переадресации МСУ-ЭМ во время съёмки;

– доработки оптико-механического узла для получения изображения с повышенным пространственным разрешением для решения ряда важнейших народнохозяйственных и научных задач.

Многозональные сканирующие устройства должны обеспечить наблюдения динамики метеоявлений, в том числе:

- ураганов, тайфунов, зон осадков;
- полей приводного ветра, внутренних гравитационных волн в атмосфере;
- зон взаимодействия течений и вихрей;
- процессов весеннего прогрева и осеннего выхолаживания вод.

Помимо задач гидрометеорологии аппаратура МСУ-С2 могла дать следующую информацию:

- положение зон цветения планктона;
- оценку теплозапаса вод;
- характеристики переноса вод в крупных океанических потоках;
- оценку состояния стоков рек;
- тепло-водозапасов акваторий;
- картографирование вегетационного состояния растительности;

- оценку экологической обстановки;
- оценку ледовой обстановки.

Многозональные сканирующие устройства МСУ-СКМ и МСУ-ЭМ должны были решать следующие задачи:

- контроль площадей, занимаемых антропогенными объектами;
- наблюдение экологического состояния антропогенных объектов и их воздействия на окружающую среду;
- инвентаризацию сельхозугодий и слежение за изменением их площадей;

– контроль состояния сельскохозяйственной растительности;

– контроль эрозионных процессов и влажности почв;

– контроль площадей, занимаемых лесами и их состояния;

– выявление очагов возгорания;

– обнаружение загрязнения водоёмов и акваторий;

– составление прогнозов для рыболовного промысла.

Экспериментальное широкозахватное многозональное сканирующее устройство МСУ-МК предназначалось для контроля экологического состояния акваторий Мирового океана и обнаружения районов с повышенной биологической и динамической активностью, и имело характеристики (при угле наклона визирной оси около 20°), представленные в табл. 3.

Таблица 3

Характеристики экспериментального широкозахватного многозонального сканирующего устройства МСУ-МК

Полоса захвата, км	690
Количество спектральных зон	9
Номинальные значения спектральных зон, мкм	0,43 – 0,48; 1,57 – 1,78 0,53 – 0,59; 3,55 – 3,99 0,63 – 0,69; 10,3 – 11,3 0,70 – 0,75 11,5 – 12,5 0,8 – 0,9;
Разрешение на местности, км	0,65

Таблица 4

Характеристики радиометра МТВЗА

Полоса захвата, км	1800 – 2000
Количество каналов	26
Номинальные значения частоты каналов, ГГц	18,7; 33; 36,5; 42; 48; 91,65 (две поляризации) 22,2; 52 – 57; 183,31 (одна поляризация)
Пространственное разрешение, км	6 – 37

Модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы (микроволновый радиометр МТВЗА), предназначенный для регистрации излучения атмосферы и океана имел характеристики, представленные в табл. 4.

МТВЗА, по данным дистанционного зондирования Земли, должен обеспечить определение температуры поверхности океана, скорости приводно-

го ветра, интегральной влажности атмосферы и запасов влаги облаков.

На КА «Ресурс-О1» № 5 должна быть установлена аппаратура спутниковой навигации (АСН), работающая по навигационным полям систем ГЛОНАСС и GPS, которая могла обеспечить точную привязку данных информационной аппаратуры к географическим координатам Земли.

Предельные погрешности навигационных характеристик АСН с учётом влияния ионосферы:

- по координатам – не более 100 м;
- по скорости – не более 25 см/с.

Бортовая информационная система БИС-А помимо функций, выполняемых БИСУ-ПР на КА «Ресурс-О1» № 4, должна обеспечить:

- формирование потока цифровой информации в структуре стандарта HRPT со скоростью 665,4 кбит/с и непосредственную передачу его через передающее устройство в диапазоне частот 1,7 ГГц на малые пункты приёма информации (МППИ);

- передачу информации в режиме непосредственной передачи (НП), воспроизведения информации (ВИ) или в режиме НП + ВИ на несущей частоте 8192 МГц со скоростью 15,36 Мбит/с;

- запоминание информации, поступающей со скоростью до 61,44 Мбит/с в течение 10 мин и последующее воспроизведение записанной на бортовой запоминающей установке (БЗУ) информации с передачей её по радиолинии в диапазоне частот 8,2 ГГц со скоростью 61,44 Мбит/с.

Предусматривается также запоминание информации на второе БЗУ и воспроизведение с него со скоростью 665,4 Кбит/с по ДМ-радиолинии (1,7 ГГц);

- ёмкость БЗУ – 30 Гбит для СМ-радиолинии и 10 Гбит для ДМ-радиолинии.

В состав БИС-А должны входить бортовые запоминающие устройства на жёстких магнитных дисках. Мощность передатчика – не менее 10 Вт.

В соответствии с программой «Российско-Итальянская миссия» на КА «Ресурс-О1» № 5 предполагалась установка магнитного спектрометра PAMELA, разрабатываемого Национальным институтом ядерной физики (Италия). Спектрометр предназначался для проведения исследований, направленных на поиск и изучение антиматерии, ядерной и электронной компоненты в первичном космическом излучении.

Для сбора-передачи экологической информации от наземных средств должна была быть установлена радиотехническая система ИРИС (Германия – Бельгия). Этот ретранслятор должен был использо-

ваться для обслуживания пользователей на коммерческой основе. Два раза в сутки ретранслятор системы ИРИС должен был принимать и передавать на терминалы пользователя, адресованные им сообщения.

Характеристики информационной радиолинии системы ИРИС

Диапазон*, ГГц	8,2
Информативность, Мбит/с	15,68/61,4
Режим	ЗУ – НП**

* Вся информация должна передаваться по этой радиолинии. Предполагалось также использование радиолинии в диапазоне частот 1,7 ГГц.

** Получение информации в режимах НП и ЗУ должно осуществляться в режиме мониторинга или по заявкам потребителей.

Необходимо отметить, что уникальной чертой КА серии «Ресурс-О1» являлась возможность получения детальной информации по обширной территории за счёт одновременной работы камер среднего и высокого разрешения МСУ-СК и МСУ-Э, т. е. получение изображений одновременно в различных диапазонах спектра при различном разрешении на местности.

Во всех режимах работы передача видеoinформации со сканирующих устройств должна сопровождаться передачей вспомогательной ТМ-информации, которая может использоваться как для оперативного контроля некоторых параметров аппаратуры бортового измерительного комплекса, так и для пространственной привязки, геометрической и фотометрической коррекции видеoinформации при её вторичной обработке на средствах потребителей.

Приём и регистрация данных ДЗ, передаваемых КА «Ресурс-О1», должны осуществляться в Главном (г. Обнинск) и региональных (гг. Новосибирск и Хабаровск) центрах приёма, регистрации и первичной обработки данных Росгидромета, а также на АППИ и пункты приёма, расположенные в других государствах (Швеция, Италия, Германия).

Спутники серии «Ресурс-О1», наряду с КА «Ресурс-Ф», «Океан-О1», «Метеор» и «Электро», должны были войти в орбитальную группировку российской космической системы «Дистанционное зондирование Земли».

Выводы

1. Космический комплекс с КА «Ресурс-Арктика» разрабатывался как элемент долгосрочной космической программы дистанционного зон-

дирования Земли Российской Федерации, и должен был быть эффективным средством получения оперативной информации для наблюдения ледовой обстановки, морской поверхности, обеспечения круглогодичного судоходства в полярных районах и изучения природных ресурсов Земли.

2. Был проанализирован положительный опыт по созданию и эксплуатации оперативных комплексов ДЗЗ «Метеор-Природа», «Ресурс-О1» и «Океан-О1».

Учтены недостатки этих систем, исследованы пути усовершенствования и модернизации информационных и служебных систем для решения специфических задач в рамках ОКР «Ресурс-Арктика».

3. Оперативность создания и ввода в эксплуатацию КК «Ресурс-Арктика» в ближайшие годы означала, прежде всего, максимальное использование освоенных технологий, отработанных конструкций, бортовых систем и приборов, космических платформ и наземных комплексов и позволяла сохранить профессионально действующую операцию по КК ДЗЗ.

4. В существующих условиях важную роль играла чёткая ориентация разработчиков и производителей КА и бортовых систем на резко укороченный цикл лётных испытаний КА, что требует особой тщательности моделирования, большего объёма

наземных испытаний и отработок лётных образцов.

5. Отличительной особенностью КА «Ресурс-О1» № 5 является срок активного существования бортовой аппаратуры и КА в целом не менее трёх лет с последующим доведением его до 5 – 7 лет.

6. Оценки показали, что экономия средств от использования КК «Ресурс-Арктика» только в области определения ледовой обстановки должна была составить ~ 19,5 – 55,0 млрд. руб. на один КА (в ценах середины 90-х годов).

7. КК оперативного наблюдения за ледовой обстановкой, состоянием морской поверхности и получения информации для ИПРЗ должен был быть неотъемлемой составной частью Единой космической гидрометеорологической системы «Планета-О», в состав которой входили в то время как среднеорбитальные КА типа «Метеор», так и геостационарный КА «Электро».

Литература

1. Трифонов Ю. В., Горбунов А. В. и др. КА «Ресурс-О1» // Космический бюллетень. – 1998. – Т. 5. – № 4.
2. Новиков М. В., Тучин Ю. М., Бабенков В. Ф. Бортовые информационные комплексы КА «Ресурс-О1» // Труды ВНИИЭМ. Проблемы создания и эксплуатации космических аппаратов оперативного наблюдения Земли. – 1999. – Т. 99. – С. 73 – 82.

Поступила в редакцию 03.07.2016

*Леонид Алексеевич Макриденко, д-р техн. наук, генеральный директор, т. (495) 365-56-10.
Сергей Николаевич Волков, д-р техн. наук, 1-й зам. генерального директора, т. (495) 366-42-56.
Александр Викторович Горбунов, канд. техн. наук, зам. генерального директора, т. (495) 623-41-81.
Владимир Павлович Ходненко, д-р техн. наук, главный научн. сотрудник, т. (495) 624-94-98.
E-mail: vniiem@orc.ru.
(АО «Корпорация «ВНИИЭМ»).*

'RESURS-ARKTIKA' SPACE SYSTEM with 'RESURS-O' №5 SPACE CRAFT

L.A. Makridenko, S.N. Volkov, A.V. Gorbunov, V.P. Khodnenko

In 1993 – 1995 in cooperation with several other organizations VNIIEM has successfully completed research and development of the hydro-meteorological system, capable of providing operational data regarding the ice conditions and meteorological conditions in the polar area of Earth and also regarding the sea surface condition. It is demonstrated that the 'Resurs-Arktika' space system may be effectively used in order to deal with the oceanographic and national-economic tasks regarding the World ocean surface research in general, including the Antarctic and Arctic regions. That article revises the intended use, tasks and basic principles of designing the space system with 'Resurs-O' № 5 space craft. The SC ballistic design basics are given as well as its general characteristics, on-board informational system parameters and service systems' parameters. A distinctive feature of 'Resurs-O1' №5 SC is that the lifetime of its on-board equipment as well as the entire SC is not less than 3 years, with further possible extension to 5 – 7 years. That space system was intended to become the integral part of the 'Planeta-O' Unified Hydrometeorological Space System which consisted of both medium-earth orbit SC like 'Meteor' and geostationary 'Electro' SC at that time.

Key words: space system, space craft, on-board radar system, multispectral scanner, module of thermal and humidity atmosphere probing, on-board informational system, data acquisition and transmission system, satellite navigation system.

List of References

1. Trifonov Iu. V., Gorbunov A. V. and others. 'Resurs-O1' SC // Space report. – 1998. – V. 5. – № 4.
2. Novikov M. V., Tuchin Iu. M., Babenkov V. F. On-board informational systems of 'Resurs-O1' SC // VNIEM studies. Challenges of designing and running the operative Earth monitoring space crafts. – 1999. – V. 99. – P. 73 – 82.

Leonid Alekseevich Makridenko, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Director General, tel. (495) 365-56-10.

Sergei Nikolaevich Volkov, Doctor of Technical Sciences, First Deputy Director General, tel. (495) 366-42-56.

Alexandr Victorovich Gorbunov, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Deputy Director General, tel. (495) 623-41-81.

Vladimir Pavlovich Khodnenko, D. Sc., Chief Researcher, tel. (495) 624-94-98.

*E-mail: vniem@orc.ru.
(JC 'VNIEM Corporation').*