

УДК 629.7

КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО И ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ «МЕТЕОР-М» №1

Л.А. Макриденко, С.Н. Волков, А.В. Горбунов,
Ю.В. Трифонов, В.П. Ходненко
(ФГУП «НПП ВНИИЭМ»)

Рассмотрено целевое назначение, задачи и общие характеристики КА «Метеор-М» №1. Приведены структурная схема КА и описание спутниковой платформы, включающей конструкцию, служебные и экспериментальные системы, и полезной нагрузки.

Представлена функциональная схема КА «Метеор-М» №1, приведено назначение, состав и основные технические характеристики бортового информационного комплекса.

Ключевые слова: космический аппарат, полезная нагрузка, спутниковая платформа, служебные системы, бортовой информационный комплекс, целевая информация.

Космический аппарат (КА), открывающий серию перспективных КА гидрометеорологического и океанографического обеспечения, предназначен для оперативного получения информации в целях прогноза погоды, контроля озонового слоя и радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве, а также для мониторинга морской поверхности, включая ледовую обстановку с целью обеспечения судоходства в полярных районах.

КА «Метеор-М» №1 входит в состав космического комплекса (КК) «Метеор-3М», включающего в себя средства выведения (ракета-носитель «Союз-2» этапа 1б и разгонный блок «Фрегат»), наземный комплекс управления космическим аппаратом (НКУ КА) и наземный

комплекс приема, обработки и распространения информации с КА «Метеор-М» (НКПОР «Метеор-М»).

НКУ КА «Метеор-М» функционально объединен с бортовым комплексом управления (БКУ), входящим в состав КА, образуя единую автоматизированную систему управления (АСУ).

КА «Метеор-М» №1 обеспечивает:

- накопление и передачу (по программе или команде) полного объема информации, собираемой бортовой измерительной аппаратурой (БИА) КА как в режиме непосредственной передачи (НП), так и в режиме воспроизведения (ВИ);
- сбор информации с платформ сбора данных (ПСД) и передачу её на наземные пункты приема и обработки информации (ППИ), при этом потери каждого вида информации в течение суток не должны превышать 5 %.

Передача данных с КА осуществляется в международных диапазонах частот и форматах. Исходя из целевых задач КА и характеристик бортовой информационной аппаратуры, выбрана рабочая орбита КА «Метеор-3М» №1 с параметрами, представленными в сводке общих характеристик КА. Начальная ориентация плоскости орбиты ($\Omega - \alpha_{cp} = 134^\circ$), соответствующая примерно 9 ч местного времени на экваторе в нисходящем узле и поправка к солнечно-синхронному наклонению 6 угл. мин должна обеспечить требуемый энергоприход и отсутствие бестеневых орбит (по требованию системы терморегулирования) в течение 5-летнего срока активного существования (САС) КА.

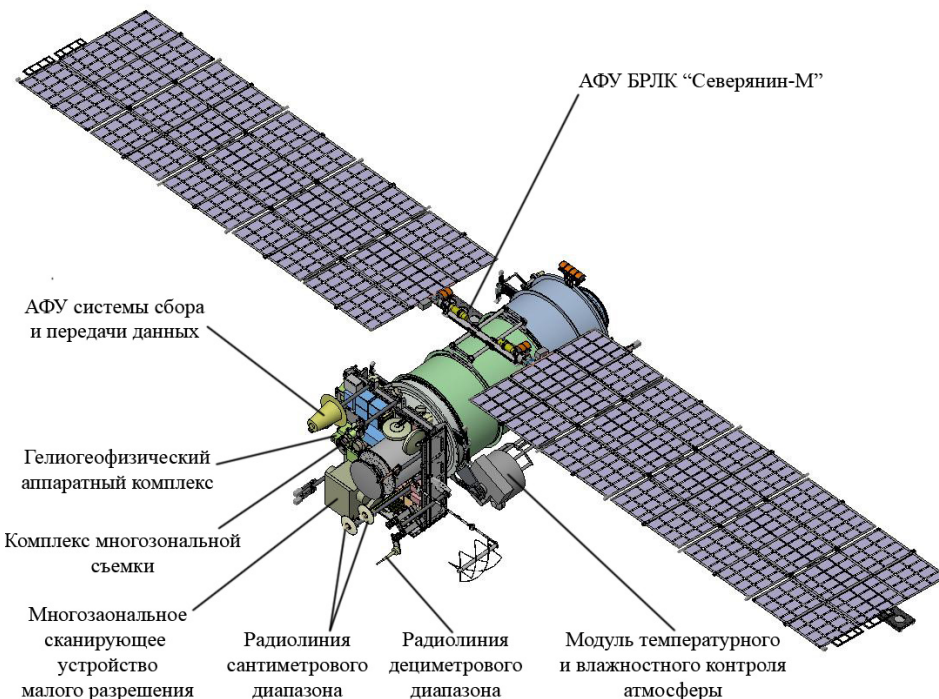


Рис. 1. КА «Метеор-М» №1 в орбитальном полёте

Общие характеристики КА «Метеор-М» №1

Параметры расчетной орбиты	
– тип орбиты	околокруговая, близкая солнечно-синхронной
– средняя высота над поверхностью Земли, км	832
– драконический период обращения, мин	101,307
– большая полуось орбиты, км	7202,090
– высота в восходящем узле, км	820,70
– наклонение, град	98,786
– эксцентриситет	0,00112
– аргумент перигея, град	66,5
– долгота восходящего узла, отсчитанная от прямого восхождения среднего Солнца, град	134,0
– местное солнечное время нисходящего узла	8,93
– смещение трассы за виток, град(км)	25,33 (2820)
– период изомаршрутности (повторение трассы), сут (витки)	14 (199)
Корректируемость орбиты	отсутствует
Стартовая масса КА (без адаптера), кг	2630
в том числе масса полезной нагрузки	не менее 1200
Габаритные размеры, м	
– высота	5,0
– ширина с развернутыми панелями БФ	14,0
– диаметр описанной окружности корпуса	2,5
Площадь батареи фотоэлектрической, м ²	33,0
Средства выведения	
– ракета-носитель	«Союз-2» этапа 1б
– разгонный блок	«Фрегат»
Характеристики системы ориентации	
– тип системы	трехосная, электромеханическая
– точность ориентации (угловая погрешность), угл. мин	10,0
– угловая скорость в режиме стабилизации, град/с	0,005
Характеристики системы электроснабжения	
– максимальная мощность БФ в начале срока службы, Вт	4500
– мощность БФ в конце срока службы, Вт	4000
– среднесуточная мощность потребителей, Вт	1430
– аккумуляторы солнечной энергии	никель-кадмиевые
– емкость аккумуляторной батареи, А·ч	90
– количество аккумуляторных батарей	2
– выходное напряжение, В	26 – 34
Автономность функционирования КА на орбите, сут	4
Наличие автономной навигации	имеется АСН
Срок активного существования, год	5
Периодичность обзора земного шара с полосой обзора не менее межвиткового интервала, раз в сутки	2

Положение плоскости орбиты определяется выбором времени запуска КА и допустимой задержки. Результаты расчетов эволюции элементов некорректируемой орбиты при выведении КА на ССО с ошибками, не превышающими ± 4 с по периоду и ± 2 угл. мин по наклонению с упреждением по наклонению на $+6^\circ$ при учете различных сочетаний ошибок выведения и задержки старта на 20 мин показали возможность выполнения вышеуказанных требований.

Общий вид КА представлен на рис. 1.

В состав КА входят две основные компоненты – полезная нагрузка и спутниковая платформа, выполненная

на базе унифицированной космической платформы «Ресурс-УКП». Структурная схема КА показана на рис. 2.

Полезной нагрузкой является бортовой информационный комплекс (БИК) и средства, позволяющие решать целевые задачи КА. Основу спутниковой платформы составляют конструкция и служебные системы. Конструкция КА «Метеор-М» №1 представлена на рис. 3, а.

Конструктивно КА «Метеор-М» №1 состоит из нескольких крупных сборок: гермоконтейнера (ГК) 1; приборной рамы, установленной внутри гермоконтейнера (на рис. 3 не показана); внешней приборной платформы 2; батареи фотоэлектрической (БФ) 3 с блоками поворота и раскрытия 4 и приводом БФ 5; АФУ бортового радиолокационного комплекса (БРЛК) 6; адаптера 7 с системой отделения.

Гермоконтейнер в свою очередь состоит из корпусов 8 и 9; корпуса гермовводов 10; днища с фланцем гермовводов 11. Корпуса соединяются между собой по стыковочным шпангоутам 12. Шпангоут 13 служит для стыковки с адаптером и установки АФУ БРЛК. Шпангоуты 12 и 15 предназначены для транспортировки КА, а шпангоут 14 для установки зачехловок БФ и БРЛК.

Внешняя приборная платформа 2 через силовые стойки 16 крепится к шпангоуту 15 корпуса гермовводов.

Тепло от внешних блоков отводится тепловыми трубами и сбрасывается с помощью радиаторов 17 и 18. Тепло от блоков, установленных внутри ГК, отводится циркулирующим газом и сбрасывается с помощью радиационных поверхностей корпусов.

Свободные поверхности элементов конструкции КА и наружных блоков закрываются матами теплоизоляции (ЭВТИ). Компоновка КА исключает попадание элементов конструкции и бортовой аппаратуры в рабочие зоны антенн, поля обзора служебных систем и информационной аппаратуры.

Панели БФ в раскрытом виде расположены по направлению полета КА и при слежении за Солнцем вращаются вокруг оси X.

Силовая рама (СР) состоит из семи ложементов (рис. 3, б), из которых корневой ложемент неподвижно закреплен на корпусе ГК, и остальные шесть (1 – 3 и 5 – 7) в рабочем положении раскрываются. Длина СР в раскрытом положении составляет ~14 м. Сборка КА «Метеор-М» №1 показана на рис. 4.

Служебные системы

Бортовой комплекс управления (БКУ), который предназначен для программно-командного управления аппаратурой БИК, баллистико-навигационного обеспечения и контроля функционирования КА автономно или совместно с наземным комплексом управления (НКУ).

В состав БКУ КА «Метеор-М» №1 входит: – бортовой коммутационный аппарат (БКА);



Рис. 2. Структурная схема КА «Метеор-М» №1

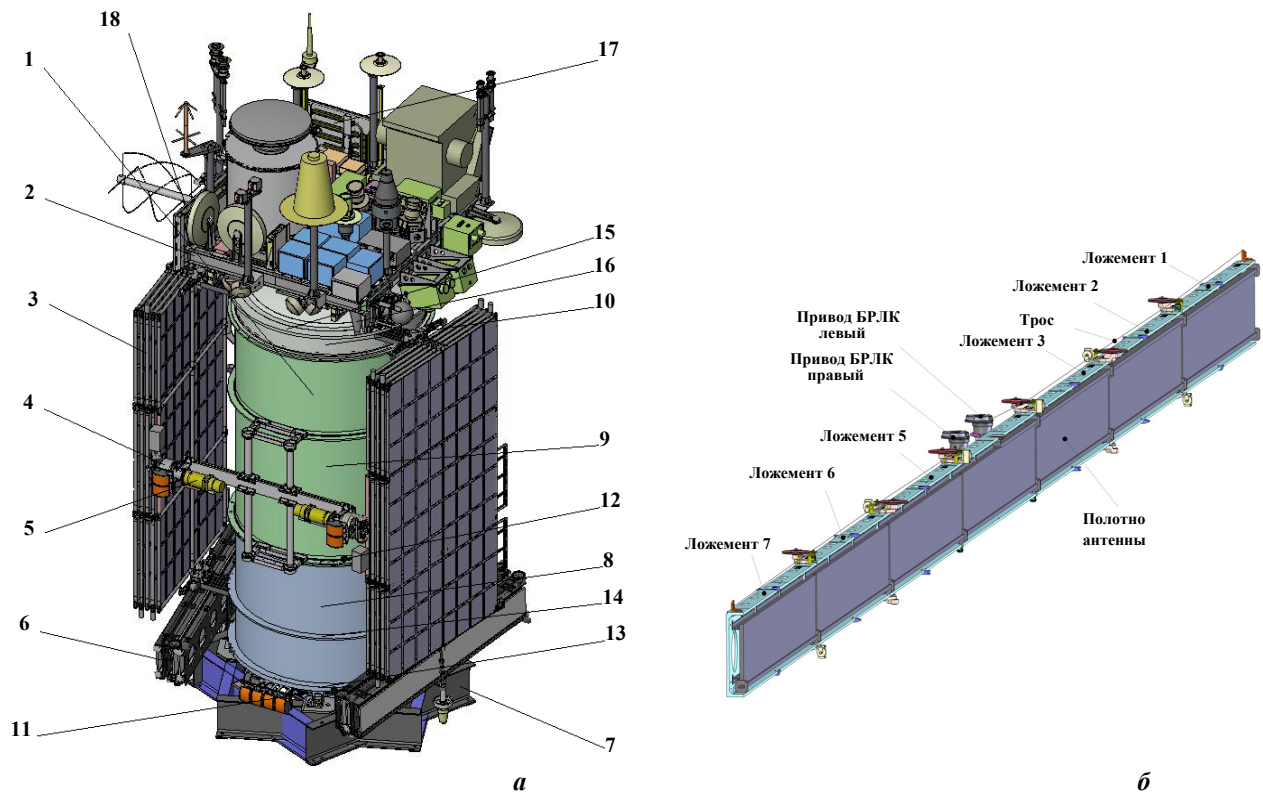


Рис. 3. Конструкция КА «Метеор-М» №1 – а; антенна БРЛК – б

– бортовой стандарт времени и частоты (БСВЧ «Лавр»);
 – бортовое программно-временное устройство (ПВУ);
 – бортовая аппаратура командно-измерительной системы (БА КИС).

Процесс бортового управления основан на реализации набора программ, предварительно (при наземной подготовке КА), записанных в ПЗУ программно-временного устройства.

Программы определяют последовательность и временные интервалы включения и отключения аппаратуры целевого назначения КА, состав и режимы её работы, организуют сеансы связи с КА и т. д.

Реализация необходимых временных программ обеспечивается предварительным заданием командно-программной информации (КПИ) через прямой (Земля – КА) радиоканал КИС с наземных командных пунктов.

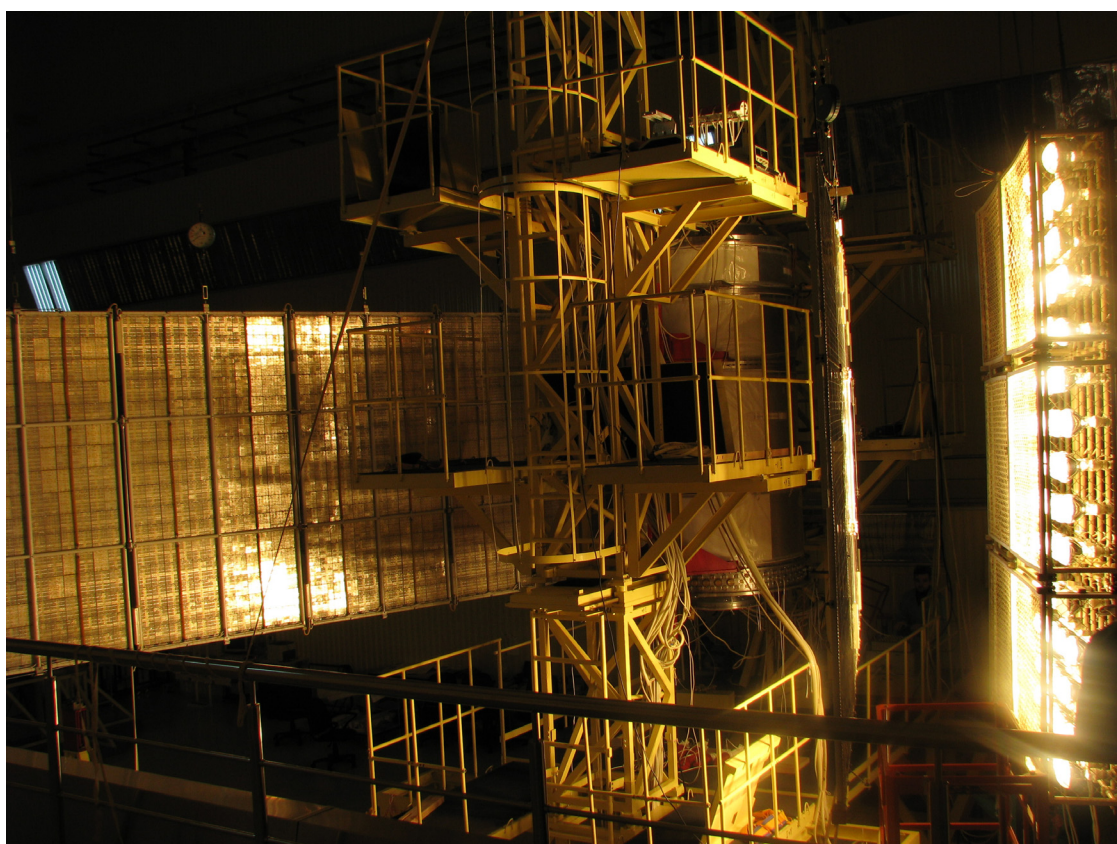
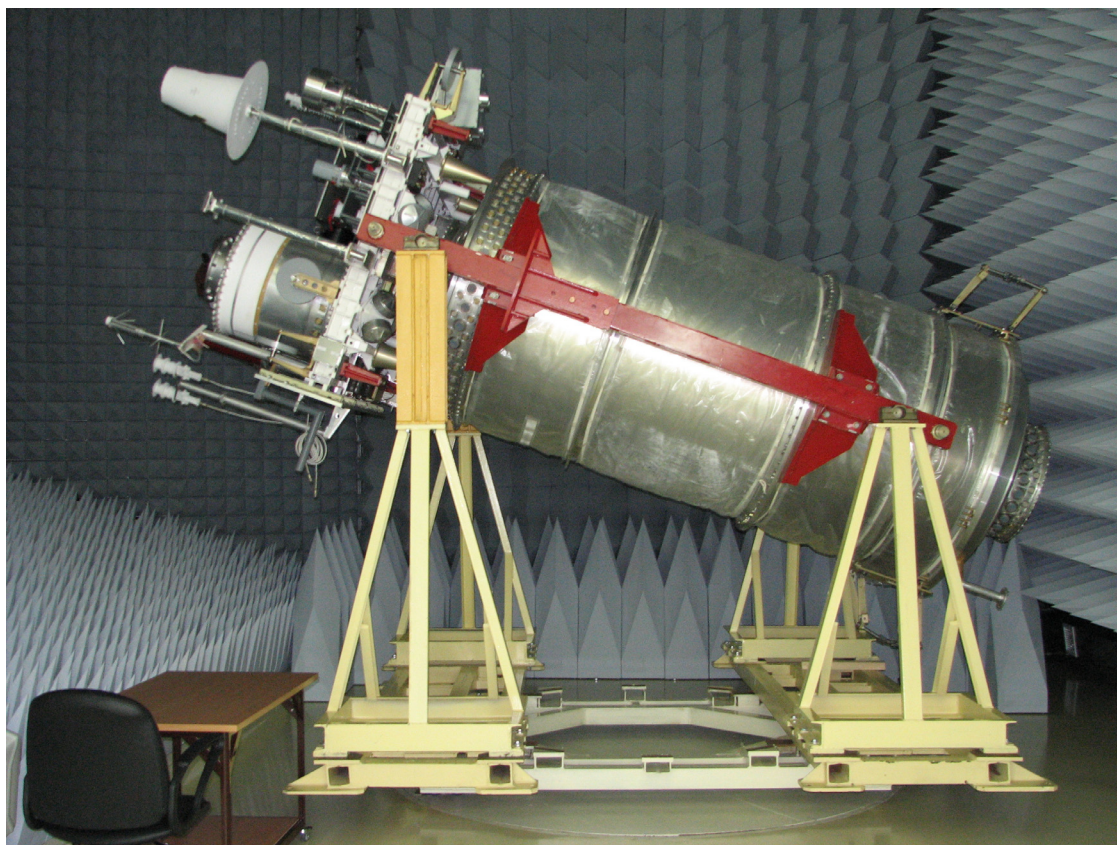


Рис. 4. Сборка КА «Метеор-М» №1

В ПВУ используется так называемый трассово-временной метод управления, при котором центр управления полетом (ЦУП) использует корректируемую модель орбиты КА.

Коррекция модели орбиты и, соответственно, необходимая точность баллистического прогноза, обеспечивается радиоконтролем орбиты с использованием наземной аппаратуры (НА) и БА КИС.

Предусмотрен также метод непосредственного управления БА прямыми радиокомандами, поступающими от БА КИС в БКА.

Временная синхронизация информации реализуется с помощью бортового стандарта времени и частоты (БСВЧ). Контроль функционирования БКУ и БА в целом осуществляется с помощью бортовой аппаратуры телеизмерений МБИТС-01.

С целью экспериментальной отработки на КА «Метеор-М» №1 устанавливаются перспективные служебные системы и приборы. Не все из нижеперечисленных приборов непосредственно предназначены для выполнения функций БКУ, однако их наличие позволяет значительно расширить функциональные возможности КА «Метеор-М» №1. К указанным системам относятся:

- комплекс координатно-временного обеспечения (ККВО);
- экспериментальная система ориентации (ЭСО);
- периферийный адаптер ККВО → БИС-М (ПА БИС-М);
- блок автономного управления (БАУ).

Система энергоснабжения (СЭС) обеспечивает бортовые потребители электроэнергией в течение всего срока эксплуатации и на всех режимах полета КА.

Система электроснабжения состоит из двух подсистем: 1-й СЭС и 2-й СЭС. В состав СЭС входят фотоэлектрические и аккумуляторные батареи, а также автоматы питания.

- Основные технических характеристики 1-й СЭС:
- рабочий диапазон напряжения на сборных шинах питания при штатной эксплуатации от 24 до 34 В;
 - суммарная разрядная емкость аккумуляторных батарей (АБ) пред началом эксплуатации 180 А·ч;
 - максимально допустимое и среднесуточное потребление БА, подключаемой к 1-й СЭС, не более 1000 Вт.

- Технические характеристики 2-й СЭС:
- рабочий диапазон напряжения на сборных шинах питания при штатной эксплуатации от 24 до 34 В;
 - суммарная разрядная емкость АБ пред началом эксплуатации 180 А·ч;
 - максимально допустимая мощность при непрерывном потреблении на каждом витке и в любое время витка в течение 10...15 мин должна быть не более 1250 Вт;
 - среднесуточное потребление БА не более 430 Вт.

Система терморегулирования (СТР) предназначена для поддержания температуры газовой среды в гермоконтейнере:

- в диапазоне 14 – 23°C в штатном режиме при потребляемой мощности систем в диапазоне 200 ... 500 Вт;
- в диапазоне 5 – 35°C в аварийных ситуациях при снижении потребления ниже 200 Вт и давлении газа до 500 кПа (0,5 атм).

Для наружной аппаратуры и внешних элементов конструкции КА температура посадочных мест должна поддерживаться в диапазоне –10 ... +40°C при среднесуточном потреблении БА 300 ... 350 Вт.

Радиатор охлаждения БА, занимающий сектор ±50°, расположен по оси –Y КА. Радиатор нагрева ГК расположен по оси +Y, занимает сектор ±20° и снабжен солнечным экраном.

Для обеспечения оптимального диапазона температуры посадочных мест наружных приборов используются два радиатора: один площадью 0,7 м², расположенный со стороны –Y, и второй площадью 0,74 м² со стороны –X.

На приборной платформе установлены также электронагреватели для обеспечения перехода из дежурного режима (–10 ... –45°C) в рабочий (~0°C).

Система ориентации корпуса (СОК) обеспечивает постоянную ориентацию КА в процессе орбитального полета.

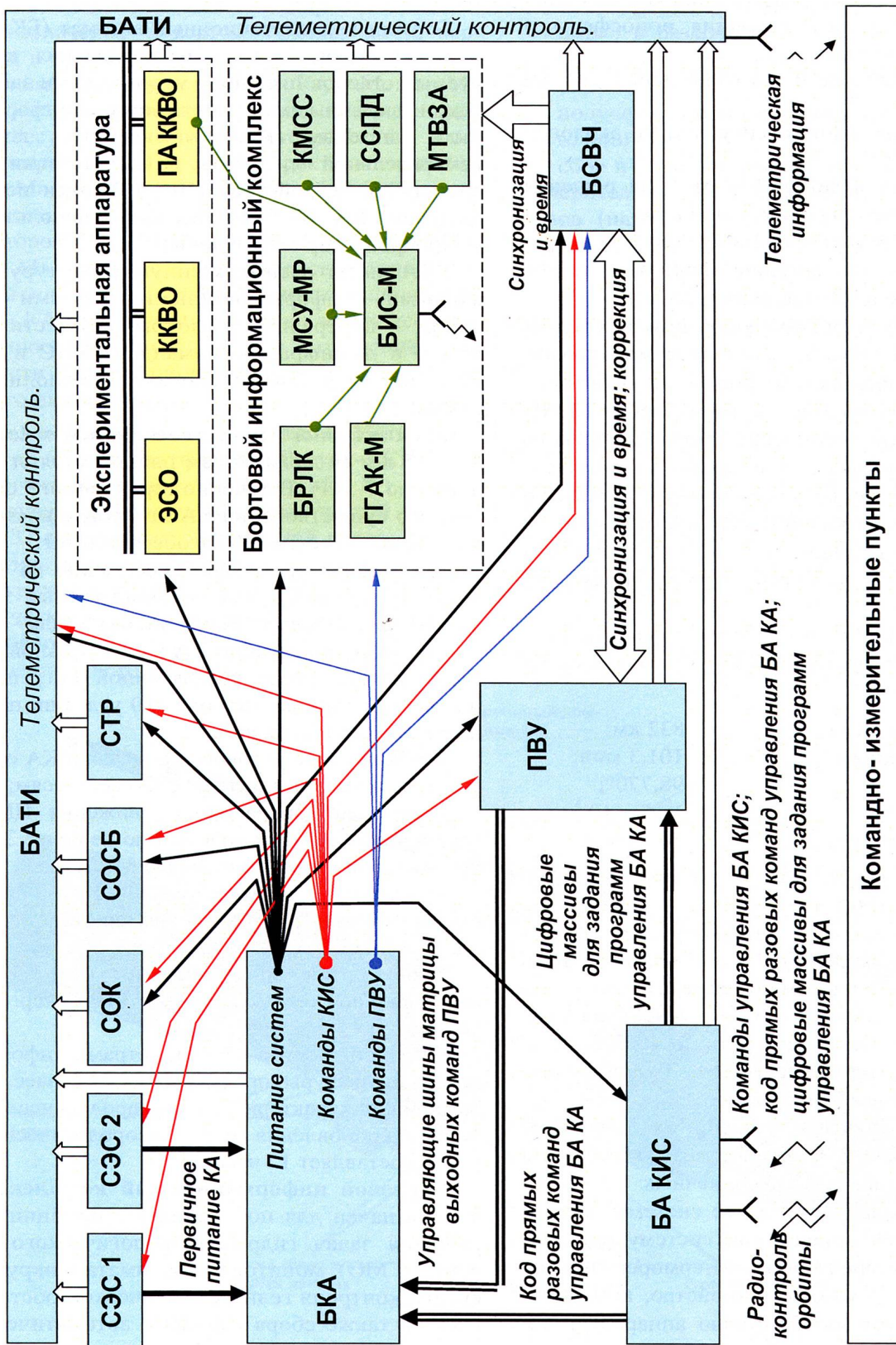
Основной режим ориентации – трехосная ориентация Земля-Курс. КА «Метеор-М» №1 ориентирован в орбитальной системе координат таким образом, что:

- ось Z направлена по радиус-вектору от центра Земли;
- ось X направлена по вектору скорости КА;
- ось Y дополняет систему координат до правой.

Система ориентации позволяет обеспечить три режима:

- начальное успокоение (демпфирование) после отделения от разгонного блока за время не более 440 мин;
- режим трехосной ориентации КА в орбитальной системе координат (ОСК) с точностями: среднеквадратичная ошибка ориентации по осям X (крена) и Y (тангажа) не более 10 угл. мин, по оси Z (рыскания) не более 15 угл. мин; стабильность ориентации по каждой из осей – не хуже 0,0005 град/с;
- вспомогательный (дежурный) энергетический режим со следующими параметрами:
 - ось крена и тангажа ориентированы на Землю с точностью по углу – 10 угл. мин;
 - ось рыскания ориентирована таким образом, что нормаль к плоскости панели солнечной батареи направлена на Солнце с точностью ±10 угл. мин.

При этом стабильность ориентации по всем трем осям такая же, как при ориентации в ОСК.



Командно- измерительные пункты

Рис. 5. Функциональная схема КА «Метеор-М» №1

Система ориентации БФ служит для обеспечения максимально возможного энергоприхода от БФ и включает в себя два блока поворота и раскрытия БФ.

Ориентация БФ осуществляется вокруг оси ХКА и позволяет получить коэффициент освещенности не менее 0,7.

Антенно-фидерные устройства (АФУ) командно-измерительной системы, системы телеизмерений, БИС, БРЛК, системы сбора и передачи данных, автономной системы навигации (АСН).

Механические системы включают системы зачехловки и раскрытия БФ и АФУ БРЛК, адаптер системы отделения, элементы конструкции СТР и т. п.

Функциональная схема КА «Метеор-М» №1, показывающая основные направления взаимодействия систем БКУ, а также служебных и экспериментальных систем, показана на рис. 5.

Бортовой информационный комплекс (БИК)

БИК предназначен для получения информации для решения задач гидрометеорологического и океанографического обеспечения, мониторинга климата и окружающей среды, изучения природных ресурсов Земли, контроля гелиогеофизической обстановки в околоземном космическом пространстве, а также сбора информации с автоматических измерительных платформ сбора данных.

В состав БИК входят:

- многозональное сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-МР);
- комплекс многозональной спутниковой съемки (КМСС);
- бортовой радиолокационный комплекс (БРЛК);
- модуль температурно-влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА-ГЯ)¹;
- гелиогеофизический аппаратный комплекс ГТАК-М;
- бортовая информационная система БИС-М с радиолниями дециметрового и сантиметрового диапазонов;
- бортовая информационная система БИС-МВ с радиолнией метрового диапазона;
- бортовой радиокомплекс (БРК) системы сбора и передачи данных.

Съемочная система в составе МСУ-МР и КМСС предназначена для получения многозональных изображений и измерений уходящего излучения системы «земная поверхность-атмосфера» в различных диапазонах энергетического спектра в терминах абсолютных энергетических величин.

Информация от приборов съемочной системы позволит выполнять оценки биомассы растительных объектов, качества почвенного покрова, цветности и биопродуктивности морских акваторий, экологических параметров атмосферы, водной и почвенных сред.

МСУ-МР служит для широкозахватной трассо-

вой съемки (полоса захвата не менее 2800 км) с получением изображений облачного покрова и подстилающей поверхности Земли в видимом и ИК- (ближнем, среднем и тепловом) участках спектра с разрешением не хуже 1 км в надире.

Многозональное сканирующее устройство для дистанционного получения изображений в широком угле обзора содержит две идентичные оптико-механические системы, визирные оси которых параллельны.

В процессе работы устройства системы дублируют друг друга, т. е. включаются последовательно.

Охлаждение приемников среднего и дальнего инфракрасного диапазона от 3,5 до 12,5 мкм осуществляется с помощью общей радиационной системы охлаждения ориентированной на космос.

МСУ-МР работает в следующих режимах:

- основной режим – непрерывная съемка спектральных каналов прибора;
- режим очистки радиационного холодильника, при этом съемка прибором не производится.

Основные технические характеристики МСУ-МР

Количество спектральных каналов	6
Номинальные значения спектральных зон:	
1 канал	от 0,50±0,2 до 0,70±0,2
2 канал	от 0,70±0,2 до 1,10±0,2
3 канал	от 1,60±0,5 до 1,80±0,5
4 канал	от 3,50±0,5 до 4,10±0,5
5 канал	от 10,50±0,5 до 11,50±0,5
6 канал	от 11,50±0,5 до 12,50±0,5
Полоса захвата (при съемке с орбиты высотой 832 км), км	≥2800
Пространственное разрешение (размер проекции пикселя на Землю при съемке с высоты 832 км в надире), км	≤1,0
Отношение сигнал/шум при номинальной модельной яркости В ₀ :	
в 1-м и 2-м каналах	≥200
в 3-м канале	≥100
Диапазон радиационных температур, измеряемых в каналах 4, 5, 6; К	213 – 313
Эквивалентная шуму разность измеряемых температур на уровне 300 К в каналах; К	
4-м	≤0,5
5-м	≤0,12
6-м	≤0,12
Коэффициент передачи модуляции от меры абсолютного контраста с прямоугольным распределением на пространственной частоте, соответствующей максимальному разрешению, %	
1-3-й каналы	≥50
4-6-й каналы	≥35
Радиометрическое разрешение (разрядность АЦП), бит	10
Энергопотребление при работе одного модуля (без РХ), Вт	≤100 (без СТР)
Масса (моноблока с РХ), кг	≤106
Энергопотребление СТР, Вт	≤100

¹ Микроволновый сканер/зондировщик МТВЗА-ГЯ спутника «Метеор-М» / Болдырев В.В., Ильгасов П.А., Прохоров Ю.Н. и др. // Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ. – М.: ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2008. – Т. 107. – С. 22 – 25.

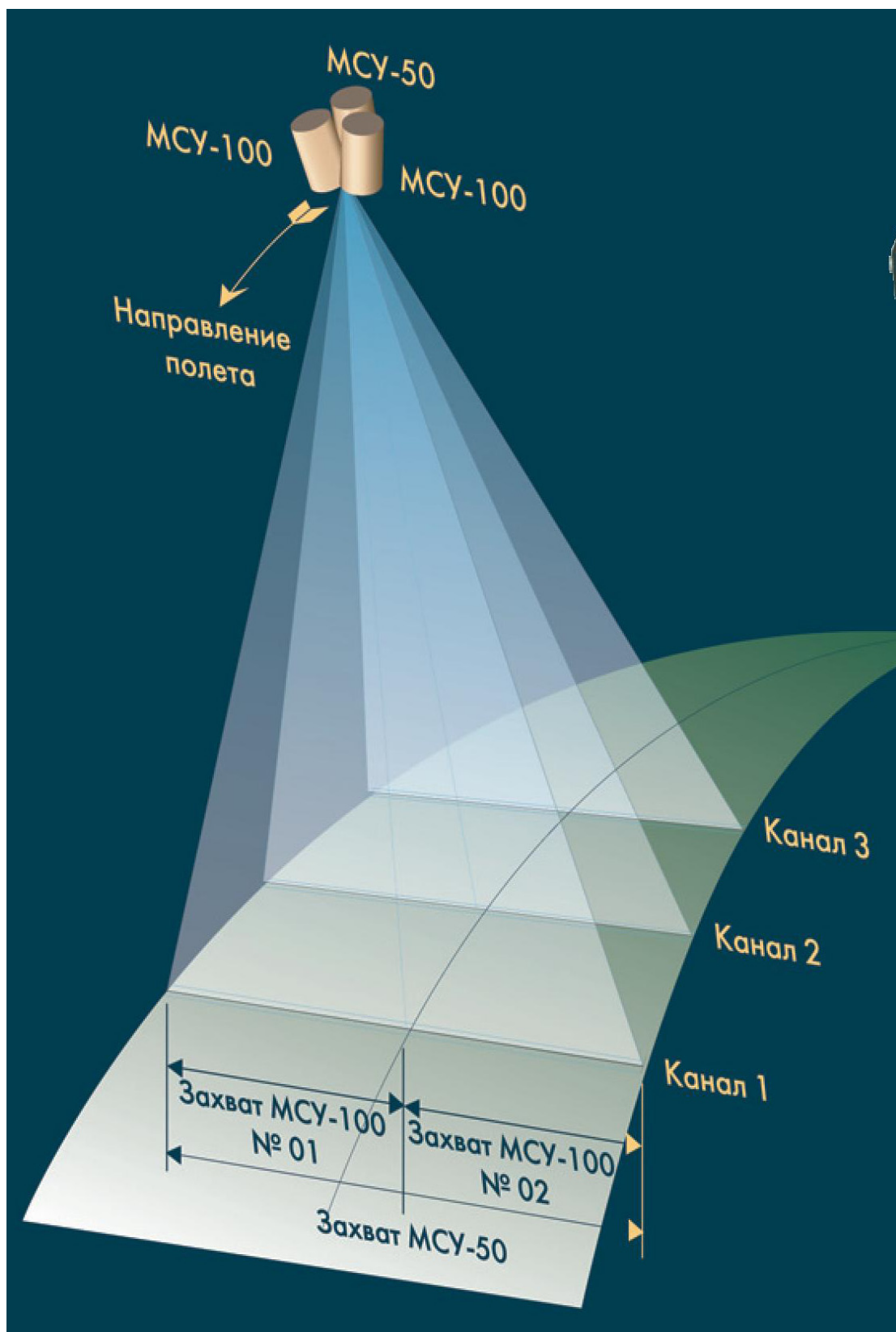


Рис. 6. Схема съемки аппаратурой КМСС с КА «Метеор-М» №1

Передача видеoinформации, формируемой прибором, осуществляется в режиме непосредственной передачи (НП) через ДМ-радиолинию (6 спектральных каналов) и через М-радиолинию (только 3 спектральных канала). Информация МСУ-МР, записанная запоминающим устройством БИС-М, передается в режиме ВИ (воспроизведение информации) через СМ-радиолинию. Скорость поступления данных МСУ-МР в БИС-М – 665 кбит/с.

КМСС предназначен для получения многозональных изображений поверхности Земли и Мирового океана с использованием гидрометеорологического и экоприродного мониторинга для обеспечения различных отраслей экономики оперативной космической информацией

Характеристики съемочных устройств МСУ-50 и МСУ-100

Фокусное расстояние объектива, мм	50, 100
Угол поля зрения, град	58, 31
Угловой размер чувствительного элемента, угл. с, не более	30, 15
Число спектральных каналов	3 и 3
Номинальные спектральные интервалы на уровне 0,5, мкм	
для разрешения 50 м	0,37 – 0,45; 0,45 – 0,51 0,58 – 0,69
для разрешения 100 м	0,535 – 0,575 0,630 – 0,680 0,760 – 0,900
Отношение сигнал/шум для наиболее ярких объектов (облака при высоком солнце) на пространственной частоте <20 мкм, не менее	200
Значение относительной погрешности измерения энергетической яркости, % не более	10
Информационный поток в одном частотном канале, Мбит/с	30,08
Общий информационный поток, Мбит/с	
при работе одной камеры	~30
при работе двух камер	~60

Основные характеристики БРЛК «Северянин-М»

Несущая частота зондирующего сигнала, МГц	9623,125 ± 1,25
Ширина полосы съемки, км,	600
Минимальный/максимальный угол съемки (от вертикали), град	32 / 48
Линейное разрешение в режиме среднего разрешения, м	400 – 500
Линейное разрешение в режиме низкого (малого) разрешения, м	700 – 1000
Скорость потока информации на выходе БРЛК, Мбит/с,	10

В состав КМСС входят три съемочные камеры – две МСУ-100 и одна МСУ-50 (рис. 6).

Съемочные камеры МСУ-50 и МСУ-100 конструктивно и схемотехнически идентичны и различаются лишь использованными в них объективами и светофильтрами.

Одновременно съемка может проводиться либо двумя камерами МСУ-100, либо одной камерой МСУ-50, либо одной камерой МСУ-100 и МСУ-50.

В режиме непосредственной передачи (НП) информация КМСС передается на Землю через СМ-радиолинию в течение 20 минут.

Кроме того информация КМСС, записанная запоминающим устройством БИС-М, передается на Землю в режиме воспроизведения информации через СМ-радиолинию.

При одновременной работе двух приборов МСУ-100 на КА «Метеор-М» с высотой орбиты 832 км суммарная полоса обзора, не менее 900 км.

БРЛК «Северянин-М» впервые включен в качестве штатной аппаратуры КА гидрометеорологического назначения в состав БИК КА «Метеор-М» №1. БРЛК предназначен для всепогодного и независимо от естественной освещенности дистанционного зондирования Земли в СМ-диапазоне (9,4 – 9,9 ГГц).

БРЛК состоит из:

- блока, размещенного внутри гермоконтейнера КА;
- антенного устройства и внешнего волноводного тракта, размещаемых вне гермоконтейнера КА;
- специального программно-математического обеспечения для управления работой прибора и передачи получаемой информации в БИС-М.

Установка БРЛК на КА типа «Метеор-М» позволяет создать многоцелевой информационный комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения.

К основным характеристикам БРЛК относятся: ширина полосы съемки, линейное разрешение, информативность. БРЛК имеет приемо-передающее устройство с вертикальной поляризацией излучаемого сигнала.

БРЛК «Северянин-М» имеет следующие режимы работы:

- дежурный режим (ДР);
- режим съемки со средним разрешением;
- режим съемки с низким разрешением;
- режим тестирования и калибровки;
- режим коррекции константы.

На рис. 7 приведена схема зондирования БРЛК «Северянин-М».

Циклограмма работы БРЛК – односеансное включение на витке длительностью до 10 мин.

Комплекс ГТАК-М предназначен для глобального мониторинга гелиогеофизических параметров с целью:

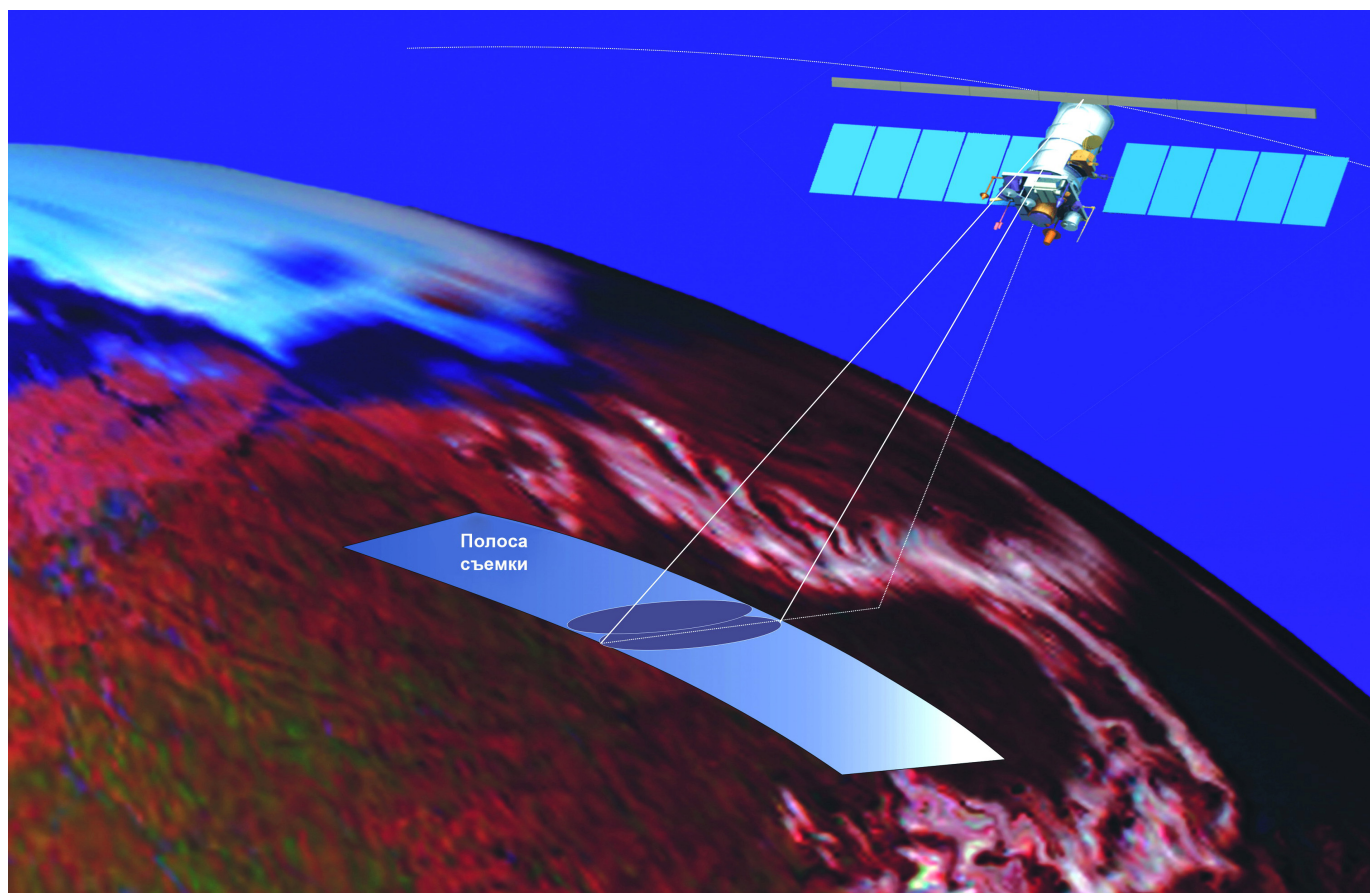


Рис. 7. Схема зондирования БРЛК «Северянин-М»

- контроля и прогноза радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве и состояния геомагнитного поля;
- контроля и прогноза состояния ионосферы и условий распространения радиоволн;
- диагностики и контроля состояния естественных и модифицированных магнитосферы, ионосферы и верхней атмосферы.

В состав гелиогеофизического комплекса ГГAK-M входят следующие измерительные приборы:

1. Многоканальный спектрометр геоактивных корпускулярных излучений МСГИ-МКА.
2. Спектрометр солнечных космических лучей СКЛ-М.
3. Детектор галактических космических лучей ГАЛС-М.
4. Радиочастотный масс-спектрометр РИМС-М.
5. Измеритель коротковолновой отраженной солнечной радиации ИКОР-М.

Управление всеми приборами комплекса ГГAK-M (команды, питание, бортовое время), информационный и телеметрический интерфейс комплекса ГГAK-M с КА осуществляется через электронный интерфейсный блок БНД-М, кото-

рый обеспечивает сбор информации со всех измерительных приборов комплекса, предварительную обработку, накопление, запоминание и формирование кадра гелиогеофизической информации (ГГИ).

Максимальное время сбора и хранения информации (время между сеансами сброса информации) не должно превышать 14 часов, при этом объем памяти для хранения данных составляет 64 Мбит.

БНД-М функционирует в следующих режимах:

- режим записи/хранения информации;
- режим вывода «глобальной» информации «ГИ» в БИС-М, в котором вывод информации осуществляется два раза в сутки на московском ППИ (на утреннем и вечернем витке); объем передаваемой «полусуточной» информации не более 50 Мбит; возврат в режим записи/хранения происходит автоматически после окончания вывода информации;
- режим вывода «штормовой» информации «ШИ» в БИС-М, в котором сброс информации за последние 105 ± 5 мин полета осуществляется по специальной команде; объем информации не более

10 Мбит; возврат в режим записи/хранения происходит автоматически после окончания вывода информации;

– режим тестирования «РТ» аппаратных и программных средств БНД-М; возврат в режим записи/хранения происходит автоматически после окончания вывода диагностического теста; время тестирования не превышает 3 минут.

Аппаратура БНД-М осуществляет передачу полезной информации по двум независимым каналам:

– канал передачи «глобальной» информации; передача данных производится при помощи дифференциального интерфейса на основе LVDS в прибор ФЦП-СМ аппаратуры БИС-М; скорость передачи полезной информации – 320 кбит/с;

– канал передачи «штормовой информации»; передача данных производится при помощи дифференциального интерфейса на основе TLDS в прибор ФЦП-ДМ аппаратуры БИС-М; скорость передачи полезной информации – 10,4 кбит/с.

Бортовая информационная система (БИС-М) предназначена для сбора, запоминания и передачи данных от информационной аппаратуры КА. БИС-М обеспечивает передачу на Землю информацию БИК в диапазонах частот 137 – 138 МГц (метровый диапазон), 1,7 ГГц (дециметровый диапазон) и (8,12 и 8,32) МГц (две радиолинии сантиметрового диапазона).

Основные задачи, решаемые БИС-М:

– получение данных от целевой аппаратуры КА;

– получение информации от бортового эталона времени (БЭВ);

– получение данных от навигационных систем КА;

– формирование единого потока информационных данных, состоящего из данных целевой аппаратуры, данных служебных систем КА, навигационных данных и данных БЭВ;

– запись/воспроизведение потока данных;

– передача сформированного потока на наземные пункты приема.

БИС-М обеспечивает следующие режимы работы:

– передачу данных в режиме НП (МВ, ДМ и СМ диапазоны);

– передачу данных в режиме ВИ (СМ-диапазон);

– запись информации в бортовое запоминающее устройство (ЗУ).

БИС-М обеспечивает сбор информации в цифровом виде от датчиков аппаратуры МСУ-МР, КМСС, БРЛК, МТВЗ-ГЯ и ГГАК-М, формирование суммарного потока данных для передачи

на ППИ по двум радиолиниям СМ и по одной радиолинии ДМ-диапазона волн в режиме НП.

Кроме того, БИС-М осуществляет запись и передачу накопленной информации в режиме ВИ по СМ-радиолинии.

БИС-М обеспечивает одновременную работу двух СМ-радиолиний в различных сочетаниях режимов работы.

Каждая СМ-радиолиния может работать на одной из четырех скоростей передачи информации: 15,36; 30,72; 61,44; 122,88 Мбит/с.

При передаче информации по СМ-радиолиниям БИС-М работает в сеансном режиме, с длительностью не более 20 минут на витке.

По ДМ-радиолинии в режиме НП может быть передана информация МСУ-МР, МТВЗ-ГЯ, ГГАК-М, ССПД, БЭВ и ТМ-датчиков БИС-М.

БИС-М обеспечивает непрерывный режим работы ДМ-радиолинии при одновременной работе обеих СМ-радиолиний.

Основные параметры радиолиний СМ и ДМ-диапазонов

	СМ-диапазон	ДМ-диапазон
Диапазон частот	8025 – 8400 МГц	1,69 – 1,71 ГГц
Номиналы несущей частоты	8128 МГц (ПРД1) 8320 МГц (ПРД2)	1,7 ГГц
Скорость передачи информации	15,36 Мбит/с (R) 30,72 Мбит/с (R+R) 61,44 Мбит/с (4R) 122,88 Мбит/с (4R+4R)	665,4 кбит/с
Выходная мощность передающего устройства	не менее 10 Вт	не менее 5 Вт

БИС-МВ обеспечивает:

– прием данных от аппаратуры МСУ-МР;

– сжатие изображений, полученных от МСУ-МР;

– упаковку сжатой информации в кадры формата LRPT;

– передачу обработанной информации на ППИ в режиме НП в течение САС КА. Средняя скорость передачи данных от МСУ-МР составляет 603 кбит/с.

Бортовой радиокомплекс (БРК) системы сбора и передачи данных (ССПД) предназначен для сбора и передачи гидрометеорологических данных от автоматических измерительных платформ (АИП) сбора данных различных типов (наземных, ледовых, дрейфующих), размещенных в любых (в том числе полярных) районах Земли.

БРК ССПД обеспечивает:

– прием информации одновременно от 150 АИП, находящихся в зоне радиовидимости КА, рот общем числе обслуживаемых АИП до 1200;
– скорость передачи данных в канале – 400 бит/с;
– точность определения координат АИП – не хуже 3,6 км (СКО);
– общий объем запоминания данных за 12 часов до 300 кбайт;

– прием данных от АИП в диапазоне частот 401,9 – 402,0 МГц;
– непрерывную передачу информации из ОЗУ в диапазоне частот 1,69 – 1,71 ГГц на наземную сеть приема информации;
– передачу данных от АИП в режиме НП;
– вероятность сбоя на бит не более 10^{-5} .

Потребляемая мощность БРК ССПД не более 32 В, а масса не более 29 кг.

Поступила в редакцию 22.12.2008

Леонид Алексеевич Макриденко, д-р техн. наук, генеральный директор-генеральный конструктор, т. 208-84-67.

Сергей Николаевич Волков, д-р техн. наук, зам. генерального директора-генерального конструктора, т. 207-45-42.

Александр Викторович Горбунов, канд. техн. наук, зам. генерального директора-генерального конструктора, т. 623-41-81.

Юрий Валерьевич Трифонов, д-р техн. наук, главный конструктор, т. 623-65-35.

Владимир Павлович Ходненко, д-р техн. наук, начальник лаборатории, т. 624-94-98.

E-mail: vniem@orc.ru.