

**А.Л. Чуркин (ФГУП «НПП ВНИИЭМ»)**

В 1988 г. окончил факультет «Кибернетика» Московского института радиотехники, электроники и автоматики по специальности «робототехнические системы». С 1992 г. работает во ВНИИЭМ, в настоящее время – заместитель главного конструктора космического комплекса «Метеор-3М», главный конструктор космического аппарата «Метеор-М» № 3.

## Космический комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М» со спутником «Метеор-М»

Создаваемый ФГУП «НПП ВНИИЭМ» космический комплекс «Метеор-3М» предусматривает запуск двух метеорологических космических аппаратов (КА): «Метеор-М» № 1 в 2009 г. и «Метеор-М» № 2 в 2010 г., а также КА с океанографической и многорежимной радиолокационной специализацией «Метеор-М» № 3 в 2012 г. Кроме того, Роскосмос, Росгидромет и ФГУП «НПП ВНИИЭМ» рассматривают вопрос о создании дополнительного или нескольких космических аппаратов, которые будут изготовлены по документации серийно выпускаемого КА «Метеор-М» № 2.

В настоящее время завершается подготовка к запуску космического аппарата «Метеор-М» № 1, который был доставлен на космодром «Байконур» 23 июля 2009 г. Пуск КА «Метеор-М» № 1 с разгонным блоком «Фрегат» запланирован на 15 сентября 2009 г. ракетой-носителем (РН) «Союз-2».

Этим запуском начинается воссоздание российской метеорологической орбитальной группировки, прекратившей свое существование 5 апреля 2006 г. в связи с завершением эксплуатации КА «Метеор-3М» № 1.

**КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «МЕТЕОР-М» № 1**

КА «Метеор-М» № 1 (рис. 1) предназначен для получения данных ДЗЗ из космоса в интересах оперативной метеорологии, гидрологии, агрометеорологии, мониторинга климата и окружающей среды, в том числе околоземного космического пространства (ОКП).

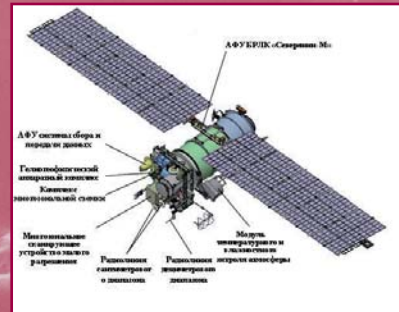


Рис. 1.  
Космический аппарат «Метеор-М» № 1

Состав оборудования и собственные характеристики КА «Метеор-М» № 1 позволяют выполнять:

- глобальную съемку освещенной и теневой сторон Земли в видимом, инфракрасном и микроволновом диапазонах спектра;
- локальную съемку радиолокационными средствами и многозональным съемочным комплексом;
- сбор глобальной информации о потоках ионизирующего излучения на высоте орбиты КА;
- температурно-влажностное зондирование атмосферы и сбор данных о малых газовых составляющих атмосферы, включая озон, а также о температуре подстилающей поверхности Земли;
- считывание информации с автоматических метеорологических платформ наземного и морского базирования.

Ожидается, что информация, получаемая КА, ляжет в основу решения следующих задач:

- анализа и прогноза погоды в региональном и глобальном масштабах, состояния акватории морей и океанов, условий для полета авиации и гелиогеофизической обстановки в околоземном космическом пространстве, состояния ионосферы и магнитного поля Земли;
- мониторинга климата и его глобальных измерений;
- контроля чрезвычайных ситуаций и экологии окружающей среды.

КА «Метеор-М» № 1 должен быть выведен на околоорбитальную солнечно-синхронную орбиту (ССО) со следующими параметрами:

- средняя высота ССО – 832,2 км;
- период обращения – 101,3 мин;
- наклонение –  $98,77^\circ$ ;
- эксцентриситет –  $1,15 \times 10^{-3}$ ;
- аргумент перигея –  $66,5^\circ$ .

Общая масса КА «Метеор-М» № 1 составляет 2930 кг, а масса полезной нагрузки ~1200 кг.

Для выведения КА на ССО используется РН «Союз-2» этапа 1б и разгонный блок «Фрегат» с новым головным обтекателем. КА выводится по непрямой схеме с последующим доворотом по наклонению с помощью разгонного блока «Фрегат».

Срок активного существования КА «Метеор-М» № 1–5 лет. В течение этого времени космическая платформа «Ресурс-УКП» КА «Метеор-М» № 1 будет обеспечивать:

- постоянную трехосную ориентацию на Землю и по курсу;

- точность ориентации КА в орбитальной системе координат со среднеквадратической погрешностью: по крену и тангажу не более  $10'$ , по рысканью не более  $15'$ ;

- стабилизацию углового положения КА с угловой скоростью не более  $5 \times 10^{-4}/\text{с}$  по всем осям;

- определение положения осей КА с погрешностью не более  $6'$ . Точность временной привязки положения осей КА – не хуже 1 мс;

- необходимое среднесуточное энергообеспечение до 1,4 кВт и максимальное сеансное – до 2,5 кВт.

Одной из важных характеристик метеорологического КА является период обновления гидрометеорологических данных, который составляет 12 часов.

В состав информационной аппаратуры КА «Метеор-М» №1 входят гидрометеорологическая аппаратура и аппаратура оперативного мониторинга.

**Гидрометеорологическая аппаратура** включает следующие устройства.

Многозональное сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-МР) обеспечивает широкозахватную трассовую съемку облачного покрова и подстилающей поверхности (в том числе, ледового покрова). Основные характеристики: спектральный диапазон – 0,5–12,5 мкм; каналов – 6; пространственное разрешение – 1 км; полоса обзора – 2800 км.

Модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА) (Микроволновой радиометр) предназначен для температурного и влажностного зондирования атмосферы в СВЧ-диапазоне (18,7–183,31 ГГц) и имеет 29 каналов. Пространственное разрешение: горизонтальное – 10–100 км, вертикальное – 4–5 км. Полоса обзора – 1200 км.

**Аппаратура оперативного мониторинга** состоит из следующих систем.

Комплекс многозональной спектральной съемки (КМСС).

Комплекс многозональной спектральной съемки среднего разрешения предназначен для получения многозональных (6 каналов) изображений подстилающей поверхности в оптическом диапазоне. КМСС состоит из трех камер, две из которых обладают разрешающей способностью 50 м, а третья – 100 м и полосой захвата, соответственно, 450 и 900 км.

Бортовой радиолокационный комплекс (БРЛК).

Назначение бортового радиолокационного комплекса бокового обзора «Северянин-М» – мониторинг ледо-

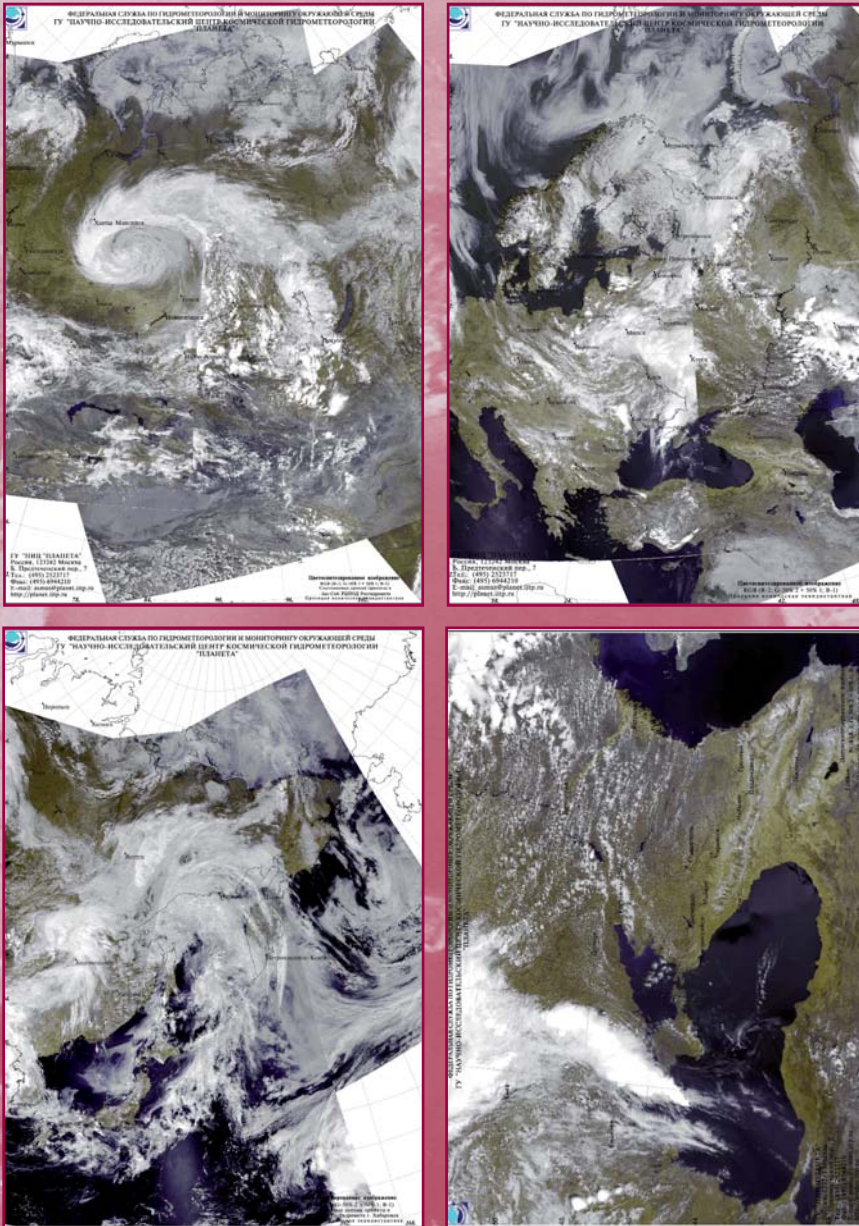


Рис. 2.  
Примеры региональных карт облачности



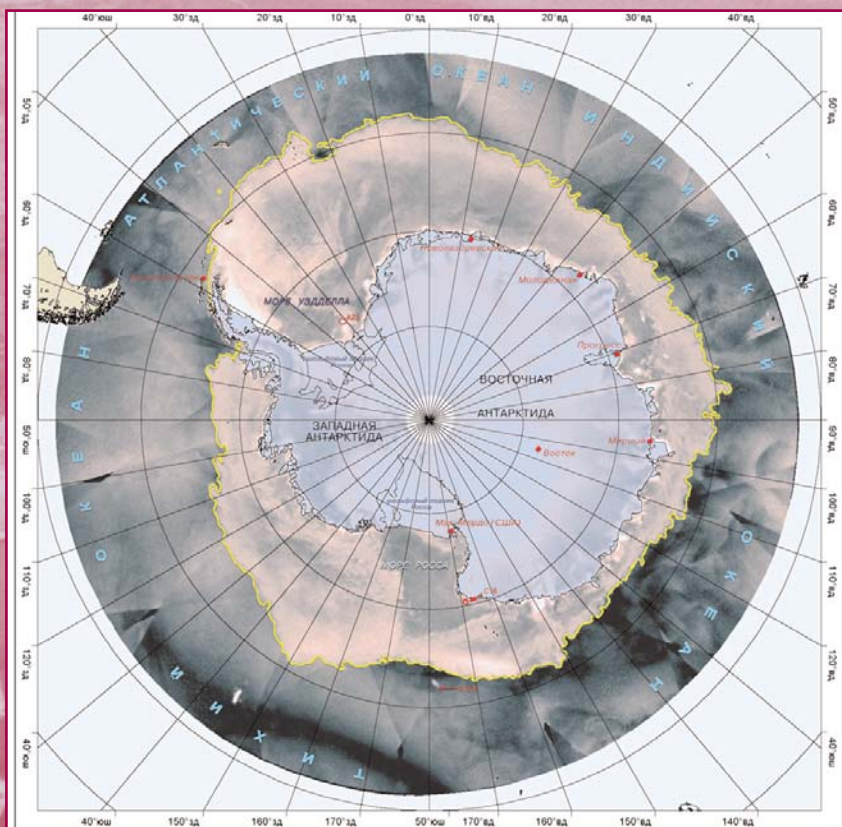


Рис. 3.  
Пример карты ледовой обстановки

вого и снежного покровов, состояния гидрологических объектов, а также суши и растительности в X-диапазоне. БРЛК имеет два режима работы с горизонтальным пространственным разрешением 500 и 1000 м соответственно и полосу захвата 600 км.

Гелиогеофизический аппаратный комплекс (ГТАК-М).

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

- контроля и прогноза радиационной обстановки в ОКП и состояния магнитного поля;
- контроля и прогноза состояния ионосферы и условий распространения радиоволн;
- диагностики и контроля состояния естественных и

модифицированных магнитосферы, ионосферы и верхней атмосферы.

Бортовой радиокomплекс системы сбора и передачи данных (БРК ССПД) предназначен для получения гидрометеорологических данных от автоматических измерительных пунктов.

Бортовая информационная система (БИС).

Информация передается на Землю в частотных диапазонах: 8025–8400 МГц (два канала с информативностью от 15 до 122 Мбит/с каждый), 1690–1710 МГц (665 Кбит/с) и 137–138 МГц (в цифровом международном формате LRPT – Low Resolution Picture Transmission).



Рис. 4.  
Примеры карт наводнений

С целью экспериментальной отработки в натуральных условиях на КА «Метеор-М» № 1 устанавливаются новые служебные системы и приборы, которые планируются ввести в штатную эксплуатацию на следующих космических аппаратах комплекса.

После запуска и ввода в эксплуатацию (2009 г.) нового российского космического комплекса «Метеор-3М» с КА «Метеор-М» № 1 должно быть решено несколько принципиальных задач наблюдения атмосферы, океана и суши Земли (рис. 2–4).

1. За счет пополнения мировой системы полярно-орбитальных КА спутниками «Метеор-М» будет повышена периодичность метеонаблюдений в приполярных районах до 8–10 раз в сутки, что положительно скажется на точности оперативных прогнозов погоды в регионах с широтой выше 50–55°, т. е. в России, Канаде, Скандинавии и США (Аляска), а также по акваториям полярных морей.

2. Комплексность синхронных (одновременных) наблюдений суши, океана и атмосферы в оптических ИК и микроволновых (пассивных и активных, радиолокационных) диапазонах позволит более эффективно решать задачи оперативного мониторинга природных и антропогенных катастроф, а также задачи судовождения в Северном Ледовитом океане.

3. Передаваемая с борта КА «Метеор-М» мультиспектральная широкополосная информация среднего (50–100 м) разрешения позволит восстановить место России на мировом рынке, занятое сейчас КА Terra (240 м), Aqua и IRS (55 м). Непосредственный прием информации со спутника будет проводиться широкой сетью российских станций сантиметрового диапазона (более 30 станций) и многочисленных станций за рубежом. Коммерческое получение этой информации будет использоваться для контроля с высокой периодичностью (1–2 суток) возникновения и развития чрезвычайных ситуаций антропогенного и природного происхождения в интересах экологического контроля, а также оценки биопродуктивности океанских шельфов.

### КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «МЕТЕОР-М» № 2

Второй спутник космического комплекса «Метеор-3М» должен соответствовать первому по назначению и составу и дополнять его с целью улучшения параметров обзорности и периодичности.

Часть служебной аппаратуры модернизируется, некоторая заменяется в связи с моральным старением. В частности, аналоговая система ориентации заменяется на цифровую; функции стандарта времени и частоты

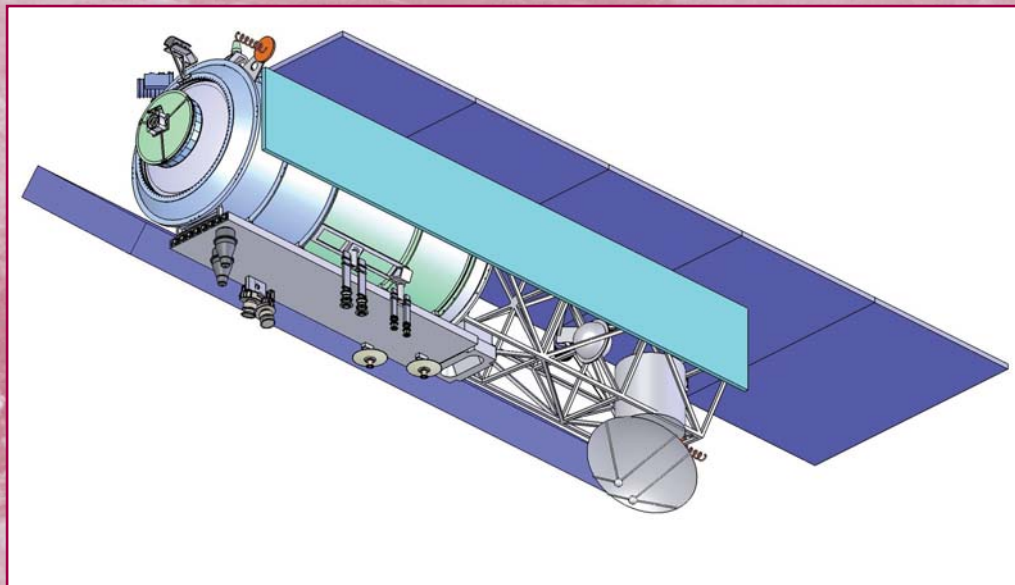


Рис. 5.  
Космический аппарат «Метеор-М» № 3

БСВЧ и экспериментального навигационного приемника АСН перейдут к интегрированной системе БСКВУ (бортовое синхронизирующее и координатно-временное устройство).

Состав бортового БИК дополняется инфракрасным фурье-спектрометром ИКФС-2, предназначенным для температурного и влажностного зондирования атмосферы, определения составляющих радиационного баланса и измерения концентрации озона и других малых газовых составляющих атмосферы.

### КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «МЕТЕОР-М» № 3

Этот космический аппарат (рис. 5) будет обладать определенной спецификой среди прочих спутников, входящих в космический комплекс «Метеор-3М», так как должен иметь океанографическую и гидрологическую направленность. При этом государственным заказчиком специально отмечено, что основное назначение этого КА – всегодный и независимый от освещенности радио-

локационный мониторинг с использованием БРЛК с активной фазированной антенной решеткой (АФАР).

Заложенные в проект современные конкурентоспособные характеристики позволят обеспечивать решение не только метеорологических и океанографических задач, но и задач других заказчиков и потребителей. В частности, на основании информации, получаемой с помощью КА «Метеор-М» № 3, планируется решение следующих основных задач:

- обеспечение безопасности мореплавания, проведение фундаментальных и прикладных исследований ледяного покрова в приполярных акваториях мирового океана и замерзающих морях, а также в крупных озерах умеренных широт;
- прогноз, мониторинг и информационное обеспечение мероприятий по ликвидации последствий наводнений;
- оперативный контроль за состоянием водной среды и соблюдением правил использования континентального шельфа в исключительной экономической зоне РФ; своевременное обнаружение, определение площади

и конфигурации разливов нефтепродуктов на водной поверхности, а также мониторинг динамики развития загрязнений акватории мирового океана;

- мониторинг промышленных районов мирового океана в целях информационного обеспечения производственной деятельности рыболовного флота;
- исследование принципов тепло-, массопереноса на границе раздела океан-атмосфера в интересах ре-

шения прикладных и фундаментальных проблем гидрометеорологии и океанографии;

- агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства.

Результаты эскизного проектирования определили основные характеристики и параметры КА «Метеор-М» № 3 и бортового радиолокационного комплекса, которые приведены в таблице.

### Основные параметры КА «Метеор-М» № 3 и бортового радиолокационного комплекса и их характеристики

Наименование параметра	Характеристика параметра
Тип орбиты	Околокруговая, солнечно-синхронная, полуденная, некорректируемая
Высота орбиты в восходящем узле, км	652
Выведение КА на целевую орбиту	РН «Союз-2» (этап 1Б) с РБ «Фрегат»
Ориентация в штатном режиме	Трехосная орбитальная или программная
Программные повороты КА	Вокруг любой оси КА
Угловая погрешность при ориентации в орбитальном или программном режиме по всем осям, °	$\sigma = 3$
Погрешность стабилизации угловой скорости, 0/с	$\sigma = 1 \times 10^{-4}$
Передача данных для географической привязки целевой информации с ошибкой не более, м	100
Пространственное разрешение БРЛК в режимах, м	
– обзорном	5+500
– маршрутном	5
– экспериментальном объектовом	1
Ширина полосы захвата БРЛК в обзорном режиме, м	До 750
Информативность целевых радиоканалов, Мбит/с	
– 8,025–8,4 ГГц	До 244
– экспериментального 25,5–27 ГГц	До 1200
Объем ЗУ для информации БРЛК, Гбайт	256
Сеансное энергопотребление БРЛК, кВт	2,7
Среднесуточное энергопотребление КА, Вт	750
Масса КА в целом, кг	1000 (+100)
Срок активного существования, лет	7

Помимо БРЛК с АФАР в состав бортового информационного комплекса КА «Метеор-М» № 3 должны войти оптические сканеры для определения цветности воды и

контроля состояния биосферы океана, скаттерометр и аппаратура «Радиомет» для измерения параметров атмосферы методом радиозатменного просвечивания.