

# СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

УДК 551.5

## НАЧАЛО ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Л.А. Макриденко, С.Н. Волков,  
А.В. Горбунов, В.П. Ходненко  
(ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ»)

*Представлена история зарождения первых отечественных метеорологических ИСЗ. Рассмотрен период развития отечественной космической метеорологии, начиная с создания ИСЗ «Омега» до первых метеоспутников.*

**Ключевые слова:** метеорология, спутник, элекромеханическая система ориентации, прогноз погоды, верхняя атмосфера, ракета-носитель, космическая система.

### Введение

Метеорология (с греч. μετέωρος, metéōros – атмосферные или небесные явления) – наука о земной атмосфере, её строении, свойствах и происходящих в ней процессах.

Атмосфера находится в постоянном взаимодействии с поверхностью Земли, вследствие чего метеорология рассматривает тепловой режим почвы и верхних слоёв водоёмов, теплообмен между почвой или водой и воздухом, испарение с подстилающей поверхности и пр. Атмосфера связана и с мировым пространством, поэтому метеорология занимается также некоторыми вопросами, близкими к астрофизике, в частности вопросом о солнечной постоянной, определяющей приток к Земле солнечного излучения, которое является единственным практически значимым источником энергии для атмосферы.

Термин метеорология употреблялся ещё в древности, однако рождение метеорологии как науки об атмосфере и погоде связано с трактатами Аристотеля (крупнейшего греческого мыслителя XVI века до н. э.) о небесных явлениях метеорологии. В них правильно подмечены атмосферные явления, и в попытках их объяснения есть зародыши истины.

В таких странах как Китай, Индия, Египет и др. метеорологические наблюдения проводились ещё в древности. Записи о выдающихся атмосферных явлениях имеются и в европейских средневековых источниках; богаты ими и русские летописи.

Существовала ещё одна своеобразная форма обобщения метеорологических знаний – это народные приметы погоды. Успешность прогнозов погоды, основывающихся на приметах, будет всегда ограниченной. Чтобы её повысить необходимо знать не только как происходит изменение погоды, но и причины, почему они происходят.

Научный подход к прогнозу погоды открыли в XVI – XVII веках, когда атмосфера впервые стала рассматриваться как физическая среда, и к этому времени можно отнести зачатки современной научной метеорологии.

В первой половине XVII века итальянскими учёными Г. Галилеем и Э. Торричелли были предложены барометр и простейший вид термометра, но термометрические шкалы появились только в XVIII веке.

Метеорологические наблюдения носили случайный и разрозненный характер и не обладали необходимой точностью.

В России регулярные наблюдения за погодой первым попытался установить царь Алексей Михайлович. По его велению из Европы привезли астрономические инструменты и метеорологические приборы, в том числе барометр.

В конце XVII века (при Петре I) начались постоянные наблюдения за погодой.

В 1724 г. была образована первая в России метеорологическая станция, а с декабря 1725 г. при Академии наук стали проводиться наблюдения при помощи барометра и термометра. В 30-е годы XVIII века создается сеть из 20 метеостанций («Великая северная экспедиция»).

Следующий этап развития метеорологии начинается работами выдающегося учёного М.В. Ломоносова. Он наметил задачи метеорологии как науки самостоятельной по предмету и методу исследования и указал пути её развития. Ему принадлежат многочисленные эксперименты, теоретические соображения, конструкции приборов, в том числе самопишущих для исследования верхних слоёв атмосферы, организационные идеи и указания в области метеорологии.

С начала XIX века начинается организация государственной сети метеорологических станций, являвшаяся главным определяющим условием все-

го дальнейшего развития метеорологии. К середине XIX века возникают первые центральные метеорологические институты с организационными и исследовательскими задачами. Первым в мире таким учреждением явилась Главная физическая обсерватория (ГФО) (ныне Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Войкова ГГО)), открытая в Петербурге в 1849 г.

Практическая метеорология начиналась с запуска в России в 1896 г. шаров-зондов – небольших аэростатов с самопишущим прибором – метеорографом, впервые предложенным Д.И. Менделеевым. И с этого времени отечественная метеорология постоянно занимает первое место в мире по исследованиям атмосферы с помощью летательных средств.

Параллельно с синоптической метеорологией, занимающейся изучением атмосферных процессов, под её влиянием было заложено начало ещё одной частной метеорологической дисциплины физико-математического характера – динамической метеорологии, бурно развивавшейся с 1940 г.

После Второй мировой войны удалось создать достаточно частую мировую сеть аэрологических станций, что привело к росту оправдываемых прогнозов в 1946 – 1953 гг. Оперативный анализ трёхмерной структуры атмосферы позволил открыть такие закономерности её жизни, без понимания которых современная синоптика немыслима. Изучение вертикальной структуры атмосферных фронтов привело к созданию новых методов прогноза дождей и снега. Наконец были открыты струйные течения – довольно узкие протяжённые скоростные потоки на высоте 8 – 12 км, связанные с теми же фронтами, что имело чрезвычайно важное значение для авиации.

К концу 1940-х годов в синоптике были пересмотрены физические представления о формировании погоды, повысилась точность прогнозов.

В XX веке был создан в нашей стране ряд новых научных метеорологических учреждений, к числу которых относится Гидрометцентр (ранее Центральный институт прогнозов), Центральная аэрологическая обсерватория (ЦАО), Институт физики атмосферы АН СССР.

Первые же запуски приборов для исследования атмосферы на высоту больше 40 км с помощью мощных геофизических ракет принесли науке ценнейшие данные, но из-за большой стоимости и сложности подготовки к старту, эти ракеты запускались всего несколько раз в год. Однако метеорологам было необходимо получать

регулярные сведения о динамике процессов, идущих в верхних слоях атмосферы. Для этого требовалась дешёвая, надёжная, простая в эксплуатации ракета сравнительно небольшой грузоподъёмности.

И вот к осени 1951 г. промышленные предприятия страны по техническому заданию ЦАО Гидрометеорологической службы СССР впервые в мире создали специальную метеорологическую ракету МР-1. Её применение открыло третий период высотных метеорологических исследований.

Так, например, в течение 1976 г. в соответствие с каталогом Мирового центра данных было запущено 518 советских и 119 зарубежных метеорологических ракет. Получаемые с их помощью данные по вертикальному разрезу атмосферы, существенно дополняя спутниковую метеорологическую информацию, дали заметный вклад в процесс прогнозирования погоды.

Применение ЭВМ имело громадное значение для совершенствования численных методов прогноза погоды.

Создание метеорологических ИСЗ открыло принципиально новый период в развитии метеорологии, и в дальнейшем ракетные исследования не теряют своего значения и принимают все более широкий размах.

Космическая метеорология изучает физическое состояние атмосферы и метеорологические явления с помощью специализированных ИСЗ. В состав бортовых метеорологических комплексов, установленных на спутнике, обычно входят телевизионные камеры; приёмники инфракрасного излучения для измерения температуры поверхности Земли, океана и облаков; актинометрическая аппаратура для измерения отражённой и излучённой тепловой энергии Земли и атмосферы; спектрометрические приборы для определения вертикального профиля температуры атмосферы. Телевизионные изображения облачности позволяют распознавать и проследивать в глобальном масштабе различные синоптические объекты, такие как циклоны, воздушные течения и др.

Спутниковая информация особенно важна для прогнозирования возникновения, эволюции и перемещения тропических циклонов, для анализа атмосферных процессов, на которых базируются современные методы прогноза погоды. Достоверный прогноз погоды имеет существенное значение для сельского хозяйства, мореплавания, транспорта и т. п.

Практика получения изображений поверхности Земли из космоса насчитывает более полувека. Первый снимок земной поверхности получен при помощи фотоаппарата, установленного на баллистической ракете FAU-2 немецкого производства, запущенной в 1945 г. с американского ракетного полигона White Sands. Ракета достигла высоты 120 км, после чего аппарат с отснятой пленкой был возвращён на Землю в специальной капсуле. До конца 1950-х годов космическая съёмка поверхности Земли осуществлялась за рубежом с высот до 200 км исключительно с использованием аппаратуры, устанавливаемой на баллистических ракетах и зондах.

В Советском союзе с 1949 г. до конца 1950-х годов проводились регулярные исследования верхних слоев атмосферы и космического пространства при помощи геофизических ракет, поднимающих полезный груз научной аппаратуры весом от нескольких сотен килограммов до тонны и более. Впервые метеорологические измерения с ИСЗ были выполнены на третьем отечественном спутнике, запущенном 15 мая 1958 г. На этом спутнике была установлена специальная научная аппаратура для исследования верхних слоёв атмосферы.

Бортовая аппаратура (БА) позволила наряду с определением характеристик верхней атмосферы по торможению спутника и по диффузии паров натрия (искусственная комета) осуществить непосредственное измерение давления и плотности на различных высотах.

Метеорологи почти сразу после запуска первых спутников заинтересовались возможностью наблюдать за атмосферой Земли из космоса. В США уже в апреле 1960 г. был запущен ИСЗ «Тирос-1», передавший первое в мире изображение Земли из космоса, тем самым доказавший пригодность спутников для наблюдения за погодой.

Созданию специализированных метеорологических спутников «Метеор» предшествовало проведение большого количества научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а именно всесторонние экспериментальные исследования работы бортовой электротехнической, радиотехнической, электронной аппаратуры в условиях космического пространства.

На первом этапе впервые в космической практике на спутниках «Космос-14» и «Космос-23» были исследованы принципы построения трёхосной системы ориентации и стабилизации ИСЗ; преобразование солнечной энергии в электрическую с помощью кремниевых полупроводниковых фото-

преобразователей (при длительной ориентации солнечных батарей на Солнце); работоспособность аппаратуры при повышенных температурах.

На ИСЗ «Космос-14» были начаты испытания телевизионной аппаратуры, предназначенной в дальнейшем для метеорологических спутников.

На спутнике «Космос-14» впервые удалось зарегистрировать изменения в «тепловом излучении» Земли, получить результаты работы телевизионного метеокомплекса.

На спутнике «Космос-122» испытывался комплекс приборов для метеонаблюдений: телевизионных, актинометрических, инфракрасных, в сочетании со служебными системами, обеспечивающими многомесячное функционирование спутника на орбите. Спутники «Космос-144» и «Космос-156» образовали вместе с наземными пунктами первую экспериментальную метеорологическую систему «Метеор».

#### **Развитие работ по метеорологическим спутникам и системам. Начало работ**

Первое конкретное упоминание об отечественных метеорологических спутниках содержится в проекте письма С.П. Королёва в ЦК КПСС от 7 апреля 1960 г. В ответ на озабоченность руководства страны ходом работ по исследованию космического пространства и особенно перспективой их дальнейшего развития С.П. Королёв представил план работ на 1960 – 1962 гг. по космическим аппаратам различного назначения в виде сверхплановых, не вошедших в постановление ЦК и Совмина от 10 декабря 1959 г., где было записано: «... спутники связи (опытный упрощённый вариант) для ретрансляции радиопередач на территории СССР, спутники для службы погоды, спутники для исследования солнца; все эти работы могут быть осуществлены с помощью ракеты-носителя Р-7 с дополнительной ступенью».

В приложении к проекту указанного письма в проекте постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР по дальнейшему освоению космического пространства отразились взгляды С.П. Королёва на развитие космонавтики в СССР в последующие годы (после 1960 г.). В этом документе были существенно расширены и конкретизированы задачи по военному и мирному использованию космоса. С.П. Королёв предложил: «... 3. В развитие постановления ЦК и Совмина от 10 декабря 1959 г. «О развитии исследований по освоению космического пространства» определить, что при дальнейшем

развитии космических исследований в 1963 – 1965 гг. основными народно-хозяйственными, научными и техническими заданиями в этой области являются: создание системы постоянных автоматических ИСЗ, расположенных на разных высотах над Землей, для систематического наблюдения за Землей и прилегающими областями космического пространства, в частности метеорологических, геофизических и астрономических явлений и др».

В проекте Постановления ЦК и Совмина (1960 г.) в качестве приложения к письму от 7 апреля 1960 г. содержались одобренные ВПК при Президиуме Совмина предложения С.П. Королёва о значительном расширении фронта работ по ракетной технике и в смежных областях для резкого качественного повышения уровня всех работ по исследованию и освоению космического пространства и ближайших планет Солнечной системы.

Комплексный план, в частности, намечал проведение в 1960 – 1962 гг. проектно-конструкторской проработки и необходимый объём исследований с целью создания в ближайшие годы (раздел I): «... 9. Средств для решения оборонных задач путём создания навигационных систем, объектов для ведения разведки, уточнения геофизических данных, обеспечения дальнейшей связи и получения данных для прогноза погоды».

Кроме того, по мнению С.П. Королёва, использование мощных ракет должно привести к организации всеобщей ретрансляции радио- и телепередач, метеорологических наблюдений и прогнозирования, решения ряда навигационных задач, проведения систематических астрономических, геофизических наблюдений и т. д.

Далее в этом же проекте постановления С.П. Королёв конкретизирует и предлагает (раздел IV): «... 5. Разработать и создать аэродинамические спутники (один – два варианта) для метеослужбы с обеспечением фотосъёмки и передачи на Землю информации об облачном покрове и других данных, необходимых для прогноза погоды.

Срок создания ориентированного спутника для метеослужбы:

а) в варианте опытной модели на базе ракеты-носителя типа Р-7 – в 1961 – 1963 гг.;

б) основной вариант на базе тяжёлой ракеты-носителя – в 1962 – 1964 гг.

Головная организация [не названа]» [1].

Проект послужил основой для постановления правительства от 23 июня 1960 г. (№ 715 – 295), но окончательный текст постановления значитель-

но отличался от проекта, предложенного С.П. Королёвым. Данное постановление, касающееся производства ракет-носителей, спутников, космических кораблей для военно-космических сил в 1960 – 1967 гг., утвердило эскизные проекты и позволило приступить к производству широкого по объёму перечня ракетно-космической техники. Пункт 12 данного постановления обязывал отечественную промышленность подготовить планы развития работ и выпустить в октябре 1960 г. технические проекты по созданию астрономических, астрофизических, метеорологических и геофизических спутников в документе от 20 июня 1960 г. («Тезисы доклада по космосу»), перечисляющим главные пункты постановления, говорится лишь о поручении Межведомственному научно-техническому совету по космическим исследованиям (МНТС-КИ) под руководством академика М. Келдыша представить в октябре 1960 г. конкретный план по созданию ряда научно-прикладных спутников, включая и метеорологические [2].

В результате спутники «Метеор» были включены в постановление правительства от 30 октября 1961 г. (№ 984 – 425), которое предусматривало также создание спутников связи «Молния», «Пчела» и «Стрела» и РН 65СЗ (на базе боевой ракеты 8К65-Р-14) для вывода на орбиту спутников «Метеор», а также «Пчела» и «Стрела».

Заказчиками спутников «Метеор» были определены Главное управление гидрометеорологической службы (ГУМС – ныне Росгидромет) и Министерство обороны.

В [3] указано: «поскольку ГУМС как создатель системы никакого опыта в создании такого рода средств не имел, то роль Генерального заказчика выполняло Третье Главное управление ракетного вооружения Министерства обороны (ГУРВО), а к обоснованию тактико-технических требований к системе, а также к априорному обоснованию задач, подлежащих решению с помощью этой системы, был привлечён 4-й НИИ Министерства обороны». Последний имел богатый опыт, относящийся к истокам создания первого отечественного ИСЗ.

Как следует из этого, программа «Метеор» с самого начала имела двойное назначение и в отличие от аналогичной американской программы четкой границы между военным и гражданским космосом не предусматривала.

Постановлением от 30 октября 1961 г. работы по метеорологическим спутникам, военным спутникам связи «Пчела» и «Стрела» и РН 65СЗ были

поручены ОКБ-586 М.К. Янгеля в Днепропетровске со сроком выполнения в 1962 – 1963 гг.

В соответствии с техническим заданием спутник «Метеор» должен был иметь в качестве полезной нагрузки: телевизионную систему, инфракрасную аппаратуру и актинометрическую систему. Служебное оборудование должно было включать:

- систему электроснабжения с подвижными солнечными батареями;
- систему управления ориентацией с использованием гравитационной системы и газореактивных двигателей для начальной ориентации спутника;
- телеметрическую систему и программное устройство управления.

По всей видимости первые проектные работы по метеорологическим спутникам начались в ОКБ М.К. Янгеля в подразделении В.М. Ковтуненко уже задолго до выхода постановления № 984 – 425 от 30 октября 1961 г.

В ходе предварительного проектирования масса спутника оставалась в пределах возможностей РН 65С3.

По мере создания спутника в 1963 г. ОКБ-586 собрало группу субподрядчиков по проекту, а также разработало ряд технических решений для некоторых систем, например, была разработана зонтичная разворачиваемая антенна для телевизионной системы.

Разработчики ОКБ-586 предложили оригинальную, но довольно сложную компоновку с использованием гравитационной (пассивной) системы ориентации, в которой две разнесённые друг от друга массы образуют общую ось по направлению к Земле за счёт различий в действующих на них гравитационных силах. В качестве этих масс предлагалось использовать с одной стороны, вторую ступень РН 65С3, с другой, тяжёлый контейнер с аккумуляторными батареями и ориентируемыми солнечными батареями.

После ввода на орбиту контейнер на длинной штанге образовывал вместе со второй ступенью РН гравитационно-стабилизируемую пару. Для первоначальной ориентации на Землю планировалось использовать газореактивную систему (ГРС). Сама метеорологическая аппаратура (телевизионная, инфракрасная и актинометрическая) размещалась в неотделяемом контейнере, жёстко пристыкованном ко второй ступени [4].

ОКБ-586 занимался разработкой и производством межконтинентальных баллистических ра-

кет (МБР), проектированием сверхтяжелой перспективной ракеты Р-56 и новыми крупными самостоятельными направлениями космической техники, связанными с созданием средств противоракетной и противокосмической обороны. В связи с этим космические проекты уже скоро после выхода постановления от 30 октября 1961 г. было предложено М.К. Янгелем передать в другие организации. Военно-промышленная комиссия (ВПК) при Совмине СССР (председатель Л.В. Смирнов) согласилась с предложениями ОКБ-586, сохранив за ним роль головной организации по всем работам и предписывая оказание всей необходимой научно-технической помощи, особенно в переходной период.

Работы по спутникам связи «Пчела», «Стрела» и РН 65С3 были переданы в организацию ОКБ-10 (главный конструктор М.Ф. Решетнёв, г. Красноярск), а ответственность за разработку метеорологических спутников «Метеор» было предложено возложить на московский Всесоюзный научно-исследовательский институт электромеханики (ВНИИЭМ) во главе с А.Г. Иосифьяном. Однако окончательное решение по ИСЗ «Метеор» должен был принять МНТС-КИ под председательством академика М.В. Келдыша, которому было поручено рассмотреть оба эскизных проекта (ОКБ-586 и ВНИИЭМ) на конкурсной основе. В конце концов выбор пал на проект ВНИИЭМ. Таким образом, ВНИИЭМ, подчиняясь Госкомитету по электротехнике (ГКЭТ) и с 1965 г. Министерству по электротехнической промышленности, стал первой организацией, самостоятельно разрабатывающей космические аппараты вне системы ГКОТ, ГКАТ и МИНОБЩЕМАШ.

Необходимо отметить, что в послевоенные годы ВНИИЭМ стал головным институтом по созданию бортового электрооборудования для баллистических ракет С.П. Королёва и М.К. Янгеля, и у А.Г. Иосифьяна сложились хорошие отношения с обоими главными конструкторами, что во многом способствовало вхождению ВНИИЭМ в узкий круг создателей спутников.

В мае 1962 г. ОКБ-586 передало ВНИИЭМ всю документацию по проекту «Метеор» и в то же время отправило команду инженеров в Москву для оказания помощи в реализации проекта. За ОКБ-586 остались работы по производству корпуса спутника, газореактивной системы, антенн и других элементов.

### Создание ИСЗ «Космос-14» и «Космос-23» («Омега-1», «Омега-2»)

На первом этапе создания метеорологических спутников и космической системы были разработаны и испытаны спутники «Космос-14» и «Космос-23».

В 1960 г. А.Г. Иосифьян предложил разработать и запустить две так называемые «Космические электротехнические лаборатории» (КЭЛ) для испытания различных перспективных электротехнических систем и материалов в реальных условиях орбитального полёта. Одной из главных задач этих спутников, которые получили внутренне название «Омега», было испытание электромеханической системы ориентации с использованием электродвигателей-маховиков. Теоретические основы таких систем ориентации были заложены К.Э. Циолковским ещё в начале XX века, и принципы их работы изучались в середине 50-х годов в НИИ-1 в рамках проектных работ по первым ориентированным спутникам (одним из основных участников этих работ был Е.Н. Токарь). В этой работе А.Г. Иосифьян проявил инициативу впервые применить эти идеи на практике.

КЭЛ с самого начала задумывалась как необычный спутник, существенно отличающийся от уже созданных. Было решено исследовать в КЭЛ различные режимы ориентации на Землю и Солнце.

Разработка спутников «Омега» началась во ВНИИЭМ ещё в 1960 г. Пользуясь большим авторитетом у руководства страны, М.К. Янгель добился разрешения на запуск двух таких спутников с помощью РН 63С1, созданной в ОКБ-586 на базе боевой ракеты Р-12. Спутники были включены в программу второй очереди пусков этой ракеты, утверждённую в июле 1962 г. [5].

Они были запущены 13 апреля 1963 г. и 13 декабря 1963 г. под официальными названиями «Космос-14» и «Космос-23». «Космос-14» («Омега-1») явился первым отечественным экспериментальным метеорологическим спутником, был запущен с космодрома «Капустин Яр» со стартового комплекса «Маяк-2» РН 63С1 и предназначен для исследований и отработки работоспособности в космосе системы ориентации, стабилизации и энергоснабжения.

Он был целенаправленно идентифицирован в качестве платформы для электротехнических систем, которые позднее были использованы в качестве систем ориентации и стабилизации (СОС) метеорологических спутников. СОС

спутника «Космос-14» состояла из маховиков, приводимых во вращение электродвигателями. Кинетическая энергия маховиков демпфировалась с использованием электромагнитных катушек, которые создавали управляющий момент за счёт взаимодействия тока в катушках с магнитным полем Земли. Эта система обеспечивала трёхосную стабилизацию и ориентацию спутника на центр Земли.

До этого на всех КА для управления относительного центра масс использовались газореактивные двигатели. Однако длительное поддержание достаточно точной ориентации спутника требовало большого запаса рабочего тела (газа) для работы исполнительных органов, и тем самым снижалась масса полезной нагрузки. Таким образом «Космос-14» стал первым в мировой практике спутником, имевшим трёхосную электромеханическую систему ориентации. Практическое создание КА с такими системами ориентации пришлось на 1960-е г.

На рис. 1 представлена структурно-функциональная схема ИСЗ «Космос-14» и «Космос-23» [6], а на рис. 2 – общий вид спутников.

Спутники имели вид усечённого конуса длиной 1,8 м и максимальным диаметром 1,2 м с полусферами на концах.

Корпус был выполнен герметичным, на нём размещались две панели солнечных батарей, каждая из которых состояла из трёх створок, раскрывающихся после отделения спутника от РН. В состав системы ориентации входили три электродвигателя-маховика, датчики направления на Землю и Солнце и датчики угловых скоростей (акселерометры), которые выдавали необходимые командные сигналы. Режим ориентации, как упоминалось выше, трёхосный (две координаты на Землю и одна – на Солнце).

Для «разгрузки» маховиков использовалась газореактивная система (ГРС), которая брала на себя создание управляющего воздействия при торможении маховика.

ИСЗ «Космос-14» имел широкую возможность ориентации и стабилизации в пространстве. Трёхосная СОС позволяла ориентировать спутник и на Землю с помощью датчика направления на Землю – построителя местной вертикали (ПМВ), и на Солнце с использованием соответствующих датчиков. В полёте был исследован режим «закрутки» всего спутника вместе с раскрытыми солнечными батареями вокруг оси, ориентированной на Солнце с помощью электродвигателей-маховиков. При этом панели

солнечных батарей оставались жёстко закреплёнными относительно корпуса спутника. Этот «режим закрутки» впоследствии широко использовался на пилотируемых кораблях «Салют» и орбитальном комплексе «Мир».

На ИСЗ «Космос-14» осуществлялся автоматический контроль работы солнечных и химических батарей.

Связь со спутником велась с помощью радиопередатчика «Маяк», работающего на частоте 20 МГц.

ИСЗ «Космос-23» (известный как «Омега-2») был запущен так же, как и «Космос-14» с космодрома «Капустин Яр» со стартового комплекса «Маяк-2» РН 63С1.

ИСЗ «Космос-23» – экспериментальный метеорологический спутник был выведен на низкую околоземную орбиту с перигеем в 240 км, апогеем в 613 км, с углом наклона плоскости орбиты к плоскости экватора ~49 град и периодом обращения 92,9 мин. Он находился на орбите 115 суток после чего 27 марта 1964 г. прекратил своё существование, войдя в плотные слои атмосферы.

ИСЗ «Космос-23» явился второй отечественной российской целевой космической платформой, предназначенной для отработки и дальнейшего использования электромеханических систем в качестве систем ориентации и стабилизации метеорологических ИСЗ.

Одна из основных задач спутника – исследование работоспособности солнечных батарей и устройств автоматики, контролирующих работу солнечных и химических источников.

Связь со спутником осуществлялась с помощью радиопередатчика «Маяк», работающего на частоте 20 МГц. ИСЗ «Космос-23» также был снабжён первым отечественным сканирующим ИР-радиометром, предназначенным для получения в ночное время снимков земной поверхности, закрытой облаками.

К сожалению из-за отказов в работе ПМВ предполагаемая трёхосная ориентация спутника не получилась. Зато была успешно проверена работа двигателей-маховиков и газореактивной системы для их разгрузки.

На ИСЗ «Космос-23» проверялись оптимальные законы управления, исследовались динамические характеристики системы ориентации, т. е. регистрировались и передавались на Землю по телеметрии параметры угловых поворотов в функции времени.

Были получены важные результаты по оценке интегрального действия возмущающих сил в

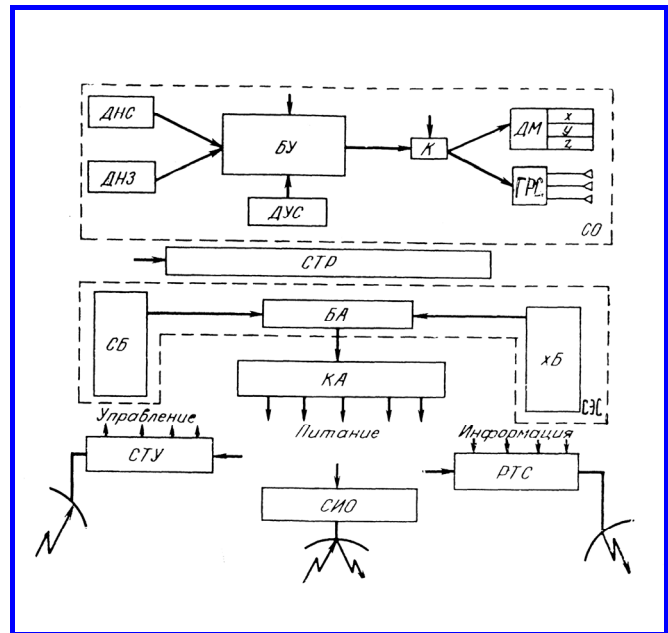


Рис. 1. Структурно-функциональная схема спутников «Космос-14» и «Космос-23»: СО – система ориентации; ДНС – датчик направления на Солнце; ДНЗ – датчик направления на Землю; ДУС – датчик угловой скорости; БУ – блок управления; К – переключатель; ДМ – двигатели-маховики; ГРС – газореактивная система; СЭС – система электроснабжения; СБ – солнечные батареи; БА – блок автоматики; ХБ – химическая батарея; СТУ – система телеуправления; СИО – система измерения орбиты; РТС – радиотелеметрическая система; СТР – система терморегулирования; КА – коммутационный автомат



Рис. 2. Общий вид ИСЗ «Космос-14» и «Космос-23»

околоземном космическом пространстве, изучена работа подшипниковых узлов достаточно массивных роторов скоростных электродвигателей в условиях невесомости.

Результаты этих исследований дали возможность оценить отдельные составляющие сопротивления окружающей среды при движении

**Характеристики ИСЗ «Космос-14» («Омега-1»)**

Заказчик	Академия наук СССР
Производитель	ВНИИЭМ
Назначение	Метеорологический экспериментальный спутник Земли
Запуск	13 апреля 1963 г. 11:02:00 UTS
Ракета-носитель	63С1
Полигон, стартовая площадка	Капустин Яр, «Маяк-2»
Длительность полёта	137 суток
Сход с орбиты	29 августа 1963
<b>Технические характеристики</b>	
Масса	300 кг
Размеры	1,8 X1,2
<b>Элементы орбиты</b>	
Тип орбиты	Околокруговая
Эксцентриситет	0,01353
Наклонение	48°95'
Период обращения	92,1 мин
Апоцентр	512 км
Перицентр	265 км

**Характеристики ИСЗ «Космос-23» («Омега-2»)**

Заказчик	Академия наук СССР
Производитель	ВНИИЭМ
Назначение	Метеорологический экспериментальный спутник Земли
Запуск	13 декабря 1963 г. 14:15:GTM
Ракета-носитель	63С1
Полигон, стартовая площадка	Капустин Яр, «Маяк-2»
Длительность полёта	99 суток
Сход с орбиты	27 марта 1964
<b>Технические характеристики</b>	
Масса	347, 0 кг
<b>Элементы орбиты</b>	
Тип орбиты	Низкая, околоземная
Наклонение	49°
Период обращения	92,9 мин
Апоцентр	613 км
Перицентр	240 км

спутника. Было установлено, что из всех внешних возмущающих сил: аэродинамических, гравитационных, светового давления, воздействия метеорной пыли, магнитных и плазменных возмущений наибольшее значение имеют силы аэродинамические и гравитационные. Кроме того, оказалось, что электрические машины с относительно большой массой ротора в условиях невесомости работают более надёжно, чем на Земле. Это подтверждалось в дальнейшем на спутниках «Молния» и «Метеор».

При исследовании характеристик солнечных батарей на ИСЗ «Космос-23» были получены очень важные данные о старении фотоэлементов, которые на первых спутниках при длительной работе снижали свои характеристики не только из-за радиационного воздействия на орбите, но, в большей степени, из-за резких изменений температуры («термоциклирование»), возникающих при выходе спутника на освещённую солнцем часть орбиты с последующим попаданием в тень Земли. Этот переход, сопровождаемый резкими колебаниями температуры, отрицательно сказывался на механической прочности защитных пластинок кремниевых фотоэлементов, а также на их контактные сопротивления и прочность механического крепления к панелям солнечных батарей. В целом основные научные результаты космических испытаний ИСЗ «Космос-14» и «Космос-23» были следующими:

1. Впервые в мировой практике экспериментально подтверждена принципиальная работоспособность в условиях космического полёта трёхосной электромеханической системы ориентации и стабилизации КА, имевшей в качестве исполнительных органов электродвигатели-маховики.

2. Определены оптимальные законы управления, исследованы динамические характеристики системы, получены важные оценки интегрального действия возмущающих сил в околоземном космическом пространстве.

3. Впервые исследованы некоторые рабочие характеристики плоских фотоэлектрических солнечных батарей, длительно ориентированных на Солнце, а также их поведение и температурные режимы при многократном термоциклировании.

4. Получены важные результаты при отработке в космосе специальных узлов конструкции спутника, например, таких как механизмы раскрытия панелей солнечных батарей и выносных антенн.



5. Изучена работа подшипниковых узлов достаточно массивных роторов скоростных электродвигателей в условиях невесомости. Результаты этих исследований легли в основу создания специализированного метеорологического спутника «Метеор».

### Первые «Метеоры»

После передачи работ по метеорологическим спутникам во «ВНИИЭМ», о чём говорилось выше, последний предложил проект спутника с уже апробированной на ИСЗ «Омега» активной электромеханической системой ориентации на базе трёх двигателей-маховиков, которая была дополнена оригинальной двухкомпонентной электромагнитной системой сброса кинетического момента спутника.

Эта система позволяла осуществлять как его начальное успокоение, так и поддержание остаточного момента на минимальном уровне в процессе ориентированного полёта.

Сброс кинетического момента при использовании этой системы достигается, как указывалось выше, за счёт взаимодействия токов в обмотках электромагнитов с магнитным полем Земли. Такая «электромагнитная разрядка» позволила в дальнейшем на КА «Метеор» исключить газореактивную систему, при этом экономия в целом в массе системы ориентации составила около 50 кг [7].

В проекте ВНИИЭМ кроме того, предлагалась автономная система ориентации солнечной батареи (СБ), позволяющая при этой же мощности системы энергоснабжения экономить до 10% массы спутника и увеличить соответственно массу комплекса научно-информационной аппаратуры.

Для компенсации кинетического момента, воздействующего на корпус КА при разгоне и торможении протяжённых панелей солнечных батарей, было предложено использование специального маховика.

В дальнейшем создание систем ориентации СБ сформировалось в одно из ведущих направлений деятельности ВНИИЭМ, и подобные системы были установлены на ряде КА и пилотируемых орбитальных станциях и зарекомендовали себя с наилучшей стороны.

В связи с передачей работ по метеорологическим спутникам во ВНИИЭМ на предприятии шла напряженная работа по разработке и созданию первых спутников «Метеор». Для проведения лётных испытаний была создана Государственная комиссия во главе с К.А. Керимовым.

После назначения последнего председателем Государственной комиссии по пилотируемым кораблям «Союз» в 1965 г., его заменил генерал-майор В.И. Щеулов, который в этом же году стал заместителем начальника ЦУКОС. В качестве технических руководителей в комиссию были назначены А.Г. Иосифьян (главный конструктор ИСЗ «Метеор»), Е.В. Шабаров (один из заместителей С.П. Королёва) и Г.И. Гольшев (заместитель начальника ГУМС). Был создан Межведомственный совет для координации работ по спутникам «Метеор» во главе с начальником ГУМС академиком Е.К. Фёдоровым.

В октябре 1963 г. на Заводе № 586 (г. Днепропетровск) организуется космическое производство. В его создании существенную роль сыграла необходимость изготовления крупной серии спутников «Метеор». Создание отдельного специализированного производства с механическими, приборными цехами, мощным сборочно-испытательным цехом позволило в дальнейшем изготавливать более сложные космические аппараты, по массогабаритным характеристикам значительно превосходящие своих предшественников.

В соответствии с постановлением правительства от 30 октября 1961 г. лётно-конструкторские испытания спутников «Метеор» должны были начаться во втором квартале 1963 г., но сроки оказались невыполнимыми, и в связи с заключением ряда международных договоров об обмене спутниковыми метеорологическими данными (в рамках Мировой метеорологической организации WMO, и на двухсторонней основе с США), ВНИИЭМ было поручено запускать первые спутники в 1964 г.

В связи с неготовностью космодрома «Плисецк» было принято решение ВПК запускать первые «Метеоры» с космодрома Байконур на круговые околоземные орбиты высотой порядка 600 км с наклоном  $65^\circ$  РН «Восток-2» (8А92).

Решение использовать для запуска ИСЗ «Метеор» РН 8А92 («Восток-2») было продиктовано двумя обстоятельствами. Во-первых, вновь разработанный РН 65С3 и ИСЗ «Метеор» (правительственное постановление от 30 октября 1961 г.) выходили на ЛКИ практически в одно время. Выводить такой дорогостоящий и сложный объект как «Метеор» на неотработанном носителе было рискованно. Во-вторых, масса ИСЗ «Метеор» после конструкторской

проработки выросла и превышала энергетические возможности РН 65СЗ. На приведение в соответствие энергетики носителя и массы ИСЗ требовалось время, которого катастрофически не хватало.

В результате первый лётный экземпляр ИСЗ «Метеор» был отправлен на космодром Байконур в мае 1964 г. Его испытания и подготовка к пуску проводилась в том же МИКе, что и боевых ракет ОКБ-586. Первый ИСЗ «Метеор» был запущен 28 августа 1964 г. Ракета уверенно вывела ИСЗ на заданную орбиту, но вследствие перепутывания полярности электроцепей при подготовке к пуску спутник «Метеор» не соориентировался в пространстве и начал кувыряться. В коротком сообщении ТАСС он был назван очередным ИСЗ «Космос-44».

Справедливости ради необходимо отметить, что ВНИИЭМ, чтобы уложиться в установленные правительством сроки, решил первые два спутника оснастить некоторыми недоработанными системами спутников «Омега». В постановлении ВПК от 28 октября 1964 г., посвящённом результатам полёта ИСЗ «Космос-44», была отмечена надёжная работа электро- и радиотехнических систем, также как и систем управления, терморегулирования и электроснабжения и наземных средств. С помощью установленных на спутнике приборов удалось зарегистрировать изменения в «тепловом излучении» Земли. Получены были первые результаты работы телевизионного метеокомплекса «Метеор», они оказались вполне удовлетворительными, но для подведения окончательных итогов была необходима «привязка к местности» и сопоставление с синоптическими картами, что и было сделано позднее.

Однако проблемы с системой ориентации не позволили полностью осуществить программу полёта. Кроме того, спутник был выведен на нерасчётную вытянутую орбиту из-за нештатного функционирования системы управления РН.

Указанное выше постановление предусматривало второй запуск в декабре 1964 г. Очередное постановление ВПК (от 16 декабря 1964 г.) ставило задачу переоборудовать четыре МБР Р-7 для запуска «Метеоров» в 1965 г. и запускать один спутник в месяц [4]. Такие сроки также оказались невыполнимыми. Второй ИСЗ «Метеор» («Космос-58») стартовал только 26 февраля 1965 г. Как и его предшественник, он был запущен с нештатным комплектом служебных систем и решил только часть задач.

Трёхосную ориентацию удалось осуществить только на третьем спутнике («Космос-100»), запущенном 17 декабря 1965 г., но на нём возникли проблемы, связанные с получением метеорологических снимков, и к тому же более низкого качества, чем те, которые могли быть годными для публикации в печати.

В советских источниках эти четыре пуска никогда напрямую не связывались с программой «Метеор».

В дальнейшем главный конструктор ИСЗ «Метеор» А.Г. Иосифьян при поддержке М.К. Янгеля потребовал, чтобы ему предоставили время для проведения испытаний у себя в институте очередного, пятого по счёту, объекта в различных условиях, максимально приближенных к реальным. Такая возможность была ему предоставлена, что позволило тщательно промоделировать возможные ситуации и произвести необходимые доработки аппарата. Кроме того, первые спутники «Метеор» страдали от разгерметизации в полёте. Термовакuumные испытания и испытания на герметичность, проведённые на стенде НИИХИММАШ в Загорске в конце 1960-х годов, показали, что в связи с небольшими температурными перепадами конструкция спутника может в некоторых местах деформироваться, и в результате герметик из смолы теряет свои свойства. После испытаний были проведены некоторые конструкционные изменения, и в качестве уплотнителя использован новый материал, что привело к положительным результатам.

Наконец 25 июня 1966 г. состоялся первый успешный запуск на орбиту спутника «Космос-122» РН 8А92, который впервые был объявлен как метеорологический спутник. Этот запуск совпал с демонстрацией пуска советских стратегических ракет президенту Франции генералу де Голлю и Генеральному секретарю Л.И. Брежневу, которые остались чрезвычайно довольны увиденным на полигоне.

### Литература

1. С. П. Королёв и его дело. Свет и тени в истории космонавтики / Б. Раушенбах, Г. Ветров. – М. : Наука, 1998. – 716 с.
2. Российский государственный архив экономики (РГАЭ).
3. Фаворский В. В., Мещеряков И. В. Военно-космические силы. Книга 1 / В. В. Фаворский, И. В. Мещеряков. – М. : Наука, 1997.
4. Хендрикс В. Рождение «Метеоров» / В. Хендрикс // Новости космонавтики. – 2004. – № 6, 7.
5. Ракеты и космические аппараты конструкторского бюро «Южное» / Под общей ред. С. Н. Конюхова. – Дне-

пропетровск: ГKB «Южное» им. М. К. Янгеля, 2000. – 240 с.: ил.  
6. Иосифьян А. Г. Электромеханика в космосе / А. Г. Иосифьян // Новое в жизни, науке, технике. – М. : «Знание», 1977. – № 3. – 64 с. – (Космонавтика, астрономия).  
7. От «Омеги» к космическим метеорологическим системам // Космический бюллетень. – 1998. – Т. 5. – № 4.

*Поступила в редакцию 17.12.2012*

*Леонид Алексеевич Макриденко, д-р техн. наук, генеральный директор,  
т. (495) 365-56-10, e-mail: vniiem@orc.ru.*

*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.*