

УДК 629.783 (09)

А. В. Дегтярев

Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне», Дніпропетровськ

50 ЛЕТ НА КОСМИЧЕСКИХ ОРБИТАХ

Описуються передумови виникнення та подальшого успішного розвитку в КБ «Південне», одного із провідних підприємств-розробників бойових ракетних комплексів стратегічного призначення, нового напрямку діяльності — створення ракет-носіїв та космічних апаратів (КА). Описано етапи роботи КБ «Південне» із створення КА, приводиться їхній перелік, коротко описано характеристики і конструктивні особливості апаратів. Зроблено огляд космічних досліджень, здійснених з 1962 по 2012 рр. з використанням цих апаратів. Показано вклад КБ «Південне» в рішення науково-технічних проблем створення кількох поколінь КА та його роль у вивченні та використанні космічного простору у рамках програм «Космос» та «Інтеркосмос», а також у рамках реалізації Національних космічних програм України.

16 марта 1962 г. телеграфное агентство Советского Союза ТАСС опубликовало сообщение, которое было напечатано на первой странице газеты «Правда», и сразу же было распространено всеми ведущими мировыми информационными агентствами. В сообщении под заголовком «На орбите — новый спутник» сообщалось, что «в Советском Союзе произведен очередной запуск искусственного спутника Земли. По предварительным расчетам спутник вышел на орбиту с перигеем 217 км и апогеем 980 км. Период обращения спутника составляет 96.35 мин. Угол наклона плоскости орбиты спутника к плоскости экватора составляет 49 град. На борту спутника установлена научная аппаратура, радиотелеметрическая система и радиопередатчик, работающий на частотах 20.003 и 90.013 МГц. Наблюдение за спутником и прием телеметрических данных производится наземными пунктами командно-измерительного комплекса, расположенными на территории СССР. Запуск искусственного спутника Земли является продолжением осуществляемой программы исследования верхних слоев атмосферы и космического пространства, для выполнения которой в течение 1962 г. с различных космодромов Советского Союза будет произведена серия запусков искусственных спутников Земли.»

В сообщении говорилось, что наряду с выполнением научной программы исследований физики верхних слоев атмосферы и космического пространства будут отрабатываться многие элементы конструкции космических аппаратов.

Только ограниченный круг специалистов в СССР в то время знал, что за сказанными словами о продолжении осуществления упомянутой программы кроется появление в стране новой ракеты-носителя и спутника, явившихся результатом напряженной творческой работы коллективов ОКБ-586 и завода 586, как в то время назывались ГП КБ «Южное» и ПО «Южный машиностроительный завод», в кооперации с коллективами сотрудников многих организаций, предприятий, институтов и воинских частей Советского Союза.

В ходе орбитального полета космического аппарата «Космос-1» была не только подтверждена правильность технических решений, принятых при создании аппарата, но и было осуществлено исследование прохождения радиоволн в верхних слоях атмосферы с помощью четырехчастотного радиопередатчика «Маяк», результатом которого явилось обнаружение и определение спектра крупномасштабных природных образований в ионосфере и углов рефракции радиоволн.

Широкомасштабное исследование околоземного пространства, начатое в 1960-е годы в СССР, явилось следствием опережающего развития бо-

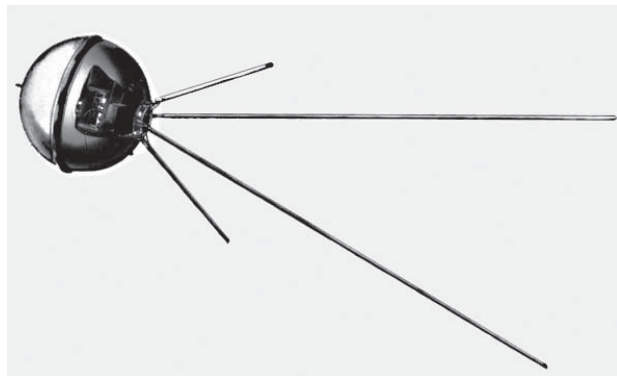


Рис. 1. Космический аппарат ДС-2 «Космос-1»

своей ракетной техники стратегического назначения, на основе которой были созданы новые ракеты-носители, открывшие преимущества и для создания космических аппаратов различного назначения. К этому времени многие академические институты страны были в значительной мере подготовлены в научном плане к постановке и проведению экспериментальных и прикладных исследований в космосе. Одновременно военно-политическая обстановка в мире диктовала необходимость создания и использования космических средств в интересах обороны. Конструкторское бюро «Южное», как одно из головных предприятий страны по созданию боевых ракетных комплексов стратегического назначения, опирающееся на огромную по своим масштабам разветвленную кооперацию организаций и предприятий различных отраслей науки и промышленности, и прежде всего на мощную экспериментально-производственную базу ПО «Южный машиностроительный завод», оказалось, таким образом, в положении лидера, способного использовать накопленный потенциал не только в направлении создания ракет-носителей, но и разработки космических аппаратов (КА).

Первым опытом КБ «Южное» на последующем полувековом пути своей космической деятельности было создание ракеты-носителя 63С1 и запуск этой ракетой 16 марта 1962 г. космического аппарата ДС-2 (рис. 1), положившего начало реализации долгосрочной космической программы космических исследований «Космос» и получившего почетное наименование «Космос-1».

КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ПОИСКОВОГО ЭТАПА РАБОТ

Одной из важнейших задач для Советского Союза, решаемой в тот период времени, когда КБ «Южное» в кооперации с многими предприятиями, организациями и институтами страны проводило работы по созданию ракеты-носителя 63С1 и космических аппаратов, было определение потенциальных областей эффективного применения космической техники и формирование планов проведения проектно-конструкторских и экспериментальных работ, направленных на выработку заключений о возможности создания эксплуатационных космических систем и требований к ним.

Совместными усилиями Академии наук и Министерства обороны СССР была подготовлена и утверждена в августе 1960 г. программа первой очереди пусков ракеты-носителя 63С1. В программу вошли задания на разработку и запуск космических аппаратов, на которых наряду с решением исследовательских задач должны были ставиться и военно-прикладные эксперименты. Разработка этих космических аппаратов с учетом обеспечения их запусков ракетой-носителем 63С1 была поручена КБ «Южное».

Первыми из этих аппаратов стали аппараты ДС-А1, ДС-П1 и ДС-К8. Космический аппарат ДС-2 разрабатывался Конструкторским бюро «Южное» с основной задачей — обеспечение проведения летно-конструкторских испытаний ракеты-носителя 63С1. Всем указанным аппаратам, как и многим другим разрабатываемым длительное время КБ «Южное», был присвоен индекс ДС — «Днепропетровский спутник». Уже к декабрю 1961 г. была выпущена проектная документация на аппараты ДС-А1, ДС-П1, ДС-К8. В июне 1962 г. был выведен на орбиту первый из указанных аппаратов — ДС-П1. Дальнейшей программой пусков ракеты-носителя 63С1, утвержденной в июле 1962 г., кроме уже известных аппаратов ДС-А1 и ДС-П1, предусматривалось запустить вновь разработанные исследовательские аппараты ДС-МТ и ДС-МГ. Реализация программы пусков ракеты-носителя была завершена в июле 1965 г. запуском космического аппарата ДС-А1.

Космические аппараты ДС-2, ДС-А1, ДС-К8, ДС-П1, ДС-МГ, ДС-МТ, являющиеся космическими аппаратами поискового этапа работ КБ «Южное» по созданию космических аппаратов, были выполнены с максимально возможным использованием общей конструктивной и аппаратурной схемы. Блоки аппаратуры обеспечивающих систем и исследовательской аппаратуры располагались на фермах внутри герметичного корпуса, состоящего из двух полусферических днищ и цилиндрической проставки диаметром 800 мм. Датчики исследовательской аппаратуры устанавливались на цилиндрической части корпуса верхнем днище. Все указанные аппараты поискового этапа были разработаны без использования систем ориентации в пространстве. Исключение составил космический аппарат ДС-МО, который дополнил состав аппаратов поискового этапа и был укомплектован аэрогиропической системой ориентации. Этот аппарат, известный под наименованием «Космическая стрела», был оснащен выдвижным аэродинамическим стабилизатором.

На аппарате ДС-П1 впервые в практике КБ «Южное» была применена солнечная батарея.

Назначением космического аппарата ДС-2 являлась отработка ракеты-носителя 63С1 и исследование прохождения радиоволн в верхних слоях атмосферы. Во время нахождения аппарата на орбите впервые было обнаружено наличие и определен диапазон крупномасштабных неоднородных образований в ионосфере, определены углы рефракции радиоволн.

Задачи космического аппарата ДС-А1:

- изучение уровня естественного фона в околоземном космическом пространстве;
- исследование излучений, возникающих при ядерных взрывах на больших высотах;
- отработка методов и средств обнаружения высотных ядерных взрывов, получение данных для создания необходимой аппаратуры для дальнейшего проведения таких работ;
- определение концентрации ионов и изучение распространения радиоволн в ионосфере.

Космический аппарат ДС-А1 явился первым из серии аппаратов, на которых были поставлены и решены задачи обнаружения и определения мощности и районов высотных ядерных взрывов.

Задачи космического аппарата ДС-МГ:

- проведение глобальной съемки магнитного поля Земли;
- изучение магнитного поля Земли путем составления карты пространственного распределения магнитного поля;
- исследование векового хода магнитного поля Земли и его временных изменений в магнитоактивные периоды.

Во время эксперимента, проведенного с использованием КА ДС-МГ, была выполнена магнитная съемка по густой сетке 75 % поверхности Земли. Данные были использованы для получения международной аналитической модели магнитного поля Земли.

Задачи космического аппарата ДС-МТ:

- решение научных задач по исследованию зимних метеорных потоков и влияния метеорных частиц на поверхность космического аппарата;
- обнаружение антивещества в метеорных потоках;
- фотометрическое измерение участков звездного неба в ультрафиолетовой и видимой частях спектра.

В ходе проведения экспериментов с использованием космического аппарата ДС-МТ зафиксирован ряд случаев соударения КА с метеоритами. Сделан вывод о необходимости повторения экспериментов по изучению микрометеоритов с использованием более совершенной аппаратуры.

Задачи космического аппарата ДС-МО (оптического):

- проведение исследований пространственно-временных вариаций радиационного баланса Земли и ее атмосферы в видимой, ближней ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра;
- получение изображений облачного покрова Земли и подстилающей поверхности с целью объективной параметризации синоптических состояний атмосферы;
- определение температуры подстилающей поверхности Земли;
- определение верхней границы облаков;
- испытание работы аэрогиропической системы ориентации.

Результаты экспериментов, проведенных на космических аппаратах ДС-МО, позволили успешно завершить космическую программу изу-

чения отраженной Землей солнечной радиации в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра, а также собственного излучения Земли в инфракрасном диапазоне и разработать методы определения некоторых параметров атмосферы, облаков и земной поверхности, которые были рекомендованы для практического использования в метеорологии.

Задачи космического аппарата ДС-К8:

- экспериментальная отработка методов и средств измерений параметров сигналов радиолокационных станций;
- исследование метеорного вещества в окрестности Земли.

В ходе проведения эксперимента с использованием КА ДС-К8 проведены измерения сигналов радиолокационных станций и уточнение требований к бортовой целевой аппаратуре, зарегистрированы удары метеорных частиц.

Задачи космического аппарата ДС-П1:

- проверка и отработка в натурных условиях методик и аппаратных средств решения задач юстировки, контроля точности и определения потенциала радиолокационных станций систем противовоздушной, противоракетной и противокосмической обороны;
- проведение научного эксперимента по изучению характеристик космического пространства.

Поисковый этап работ ОКБ-586 по космической тематике завершился в марте 1967 г. запуском малого космического аппарата оптической комплектации ДС-МО, замкнувшим программу пусков ракеты 63С1.

В общей сложности на этом этапе было осуществлено 15 успешных запусков космических аппаратов восьми типов.

УНИФИЦИРОВАННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Результаты поискового этапа работ КБ «Южное» в области создания космических аппаратов стимулировали мощный поток заявок различных организаций страны на создание новых космических аппаратов и оснащение их аппаратурой различного целевого назначения. Выполнение этого объема заявок без принятия радикальных мер по сокращению времени и снижению стоимости разработки и изготовления космических аппаратов было невозмож-

ным. Важным шагом по решению возникшей проблемы явилось предложение КБ «Южное», поддержанное ЦНИИМаш — головным институтом Министерства общего машиностроения — и многими научными учреждениями страны, и оформленное затем в виде Решения о создании по техническому заданию АН СССР первой в мире серии унифицированных космических аппаратов.

В результате обобщения опыта проектирования, изготовления и эксплуатации космических аппаратов разработки КБ «Южное» был выбран основной принцип унификации — независимость комплекса обеспечивающих систем, конструкции аппарата и схемы управления бортовой аппаратурой от конкретной решаемой научной задачи. Этот принцип, положенный в основу технического облика создаваемых аппаратов, дал возможность организовать серийное производство космических аппаратов и их комплектующих элементов, и тем самым расширить фронт проведения научных исследований в околоземном космическом пространстве. Было очевидно, что многообразие исследовательских задач с различными требованиями и условиями проведения экспериментов не позволяет удовлетворить эти требования на одном типе унифицированного космического аппарата.

В результате анализа всей совокупности требований к подсистемам космического аппарата: энергоснабжения, ориентации, бортовому комплексу управления было принято решение о создании трех модификаций унифицированной платформы космического аппарата: неориентированной в пространстве с химическим источником энергии — ДС-У1, неориентированной с солнечными батареями — ДС-У2 и ориентированной на Солнце — ДС-У3 (рис. 2).

Эскизный проект унифицированных космических аппаратов был разработан в 1963 г. Всего в серии унифицированных космических аппаратов в период с 1963 по 1976 гг. было разработано, изготовлено и выведено на орбиту 49 космических аппаратов. Унифицированные платформы стали инструментальной основой для организации международного сотрудничества в области исследования космического пространства по программе «Интеркосмос».

Конструктивно-компоновочная схема каждой модификации платформы предусматривает возможность оснащения ее комплектами научной аппаратуры без доработки конструкции платформы и обеспечивающего аппаратного комплекса. Основным узлом каждой модификации платформ являлся герметичный корпус, обеспечивающий нормальное функционирование электронных блоков научной и обеспечивающей аппаратуры в требуемых климатических условиях газовой среды заданного состава. Корпус диаметром 800 мм и длиной 1460 мм, состоящий из цилиндрической обечайки и двух полусферических днищ, условно разделен на три отсека: научной аппаратуры, комплекса обеспечивающих систем и системы электроснабжения. Все отсеки имеют унифицированные посадочные места для крепления рам для установки соответствующих блоков аппаратуры. Сферическая оболочка отсека научной аппаратуры имела в вершине полусферы и по поверхности фланца, на которых были предусмотрены посадочные места для установки приборов и датчиков научной аппаратуры, а также штанг с датчиками и антеннами научной аппаратуры.

Конструкция платформы модификации ДС-У2 отличалась от конструкции платформы ДС-У1 тем, что на специальные бобышки средней части корпуса устанавливалась солнечная батарея.

Платформа модификации ДС-У3 отличалась от платформы модификации ДС-У2 конструкцией цилиндрической части корпуса и солнечной батареей.

Установка электронных блоков научной аппаратуры осуществлялась внутри корпуса на раме научной аппаратуры. Установка датчиков и приборов научной аппаратуры, ориентируемых на Солнце, предусматривалась снаружи корпуса на специальных рамах и кронштейнах, прикрепленных к силовому фланцу передней полусферической оболочки отсека научной аппаратуры.

На базе платформы ДС-У1 было создано 4 модификации космических аппаратов в рамках реализации программы космических исследований, проводимых институтами АН СССР: ДС-У1-Г (геодезический), ДС-У1-А (астрономический), ДС-У1-Я (ядерный), ДС-У1-Р (рентгеновский). Кроме того, одна модификация ДС-У1-ИК

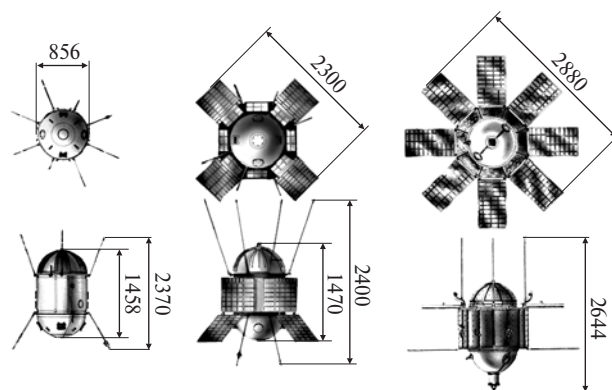


Рис. 2. Унифицированные платформы КА ДС-У1, ДС-У2, ДС-У3

(ионосферный и атмосферный) была создана в рамках программы «Интеркосмос». В проведении эксперимента, проводившегося на этом космическом аппарате, участвовали научные организации НБР, ГДР и ЧССР. Всего на орбиту в период с 1996 по 1972 гг. ракетой-носителем «Космос» было выведено 7 космических аппаратов, созданных на базе платформы ДС-У1.

На базе платформы ДС-У2 было создано 11 модификаций космических аппаратов в рамках реализации программы космических исследований, проводимых институтами АН СССР: ДС-У2-М (молекулярный), ДС-У2-И (ионосферный), ДС-У2-МП (метеоритный), ДС-У2-Д (дозиметрический), ДС-У2-ГК (геодезический комплексный), ДС-У2-ГФ (гелиофизический), ДС-У2-МГ (магнитный), ДС-У2-ИП (ионосферный полярный), ДС-У2-К (геофизический полярный), ДС-У2-МТ (метеоритный), ДС-У2-ГКА («Ореол»). Программа научных исследований, проводимых с использованием КА «Ореол», предусматривала исследование явлений и процессов, проходивших в высокоширотных областях верхней атмосферы Земли и изучение природы полярных сияний. В работах по этой программе непосредственное участие принимали специалисты французского Центра по изучению космического излучения, впоследствии CNES (г. Тулуза), в рамках реализации совместной советско-французской программы «Аркад».

Кроме того, на базе платформы ДС-У2 был создан космический аппарат ДС-У2-В (вибрационный), назначением которого было опреде-

ление вибрационных нагрузок на аппараты при запуске ракеты-носителя из шахтного стартового комплекса и при выведении их на орбиту.

На базе этой же платформы в рамках реализации программы «Интеркосмос» было разработано 7 модификаций космических аппаратов, которые имели обозначения от ДС-У2-ИК-1 до ДС-У2-ИК-6 и ДС-У2-ИК-8 («Интеркосмос-Коперник-500»).

В период с 1970 по 1975 гг. ракетами-носителями «Космос» и «Интеркосмос» было выведено 30 космических аппаратов, созданных на базе платформы ДС-У2. В работах по проведению исследований с использованием унифицированных космических аппаратов в рамках программы «Интеркосмос» приняли участие научные организации НРБ, ВНР, ГДР, ССР и ЧССР.

Назначением космических аппаратов, создаваемых на базе платформы ДС-У3, являлось проведение исследований коротковолнового излучения Солнца, которое можно наблюдать только из-за пределов атмосферы Земли. Во время солнечных вспышек происходит активизация процессов, протекающих на Солнце, которая проявляется в усилении его рентгеновского излучения. При этом особенно резко возрастает поток «жесткого» излучения. Наблюдение за Солнцем средствами космической техники позволило получить новые знания о физических процессах, происходящих внутри Солнца.

Программой исследований, которые должны были проводиться с использованием КА, созданных на базе платформы ДС-У3, предусматривалось:

- измерение потока и вариации интенсивности мягкого рентгеновского излучения;
- измерение интенсивности солнечного спектра излучений;
- исследование коротковолнового ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца и его воздействия на верхние слои атмосферы Земли;
- измерение плотности верхней атмосферы.

На базе платформы ДС-У3 была создана в рамках программы исследований, проводимых АН СССР, модификация космического аппарата ДС-У3-С и пять модификаций космических

аппаратов (от ДС-У3-ИК-1 до ДС-У3-ИК-5) в рамках реализации программы «Интеркосмос».

Космический аппарат ДС-У3-ИК-1 стал первым аппаратом, созданным по программе «Интеркосмос» с непосредственным участием ученых ГДР и ЧССР.

В период с 1967 по 1976 гг. ракетами-носителями «Космос» и «Интеркосмос» на орбиты были выведены семь космических аппаратов, созданных на базе платформы ДС-У3.

Проведение научной комплексной программы исследования космического пространства институтами АН СССР, а также совместно с научными организациями стран-участников программы «Интеркосмос» в период с 1966 по 1976 гг. было обеспечено запуском 44 унифицированных космических аппаратов разработки КБ «Южное».

АВТОМАТИЧЕСКИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОРБИТАЛЬНЫЕ СТАНЦИИ

Унифицированные космические аппараты серии ДС-У, разработанные КБ «Южное», сыграли огромную роль в проведении ионосферных исследований и в определении характеристик околоземного космического пространства.

К началу 1970-х годов приобрела значительную актуальность задача изучения механизмов взаимосвязи отдельных физических явлений, происходящих в ближнем космосе, и солнечно-земных связей. Аппараты типа ДС-У уже не могли обеспечить решение такой комплексной задачи виду ограниченных функциональных и ресурсных возможностей. Результаты анализа, проведенного в 1971 г. Конструкторским бюро «Южное», показали, что большинство задач, актуальность решения которых у специалистов не вызывала сомнений, могут быть решены с использованием специализированных космических аппаратов как комплектации единой базы, получившей наименование «космический аппарат многоцелевой» (КАМ). В частности, было показано, что большинство научных и прикладных задач, требующих сбора, запоминания и передачи информации по радиоканалам, может быть решено на базе многоцелевых космических аппаратов трех классов: КАМ-I, КАМ-II, КАМ-III.

В результате проведенных проектных проработок было сделано заключение, что потребности фундаментальных исследований околоземного космического пространства почти полностью удовлетворяются при использовании двух модификаций автоматической универсальной орбитальной станции класса КАМ-1 (с ориентацией на Землю — АУОС-3 и с ориентацией на Солнце — АУОС-СМ). На основании этого заключения, которое было одобрено главным институтом космической отрасли ЦНИИМаш и Советом по космическим исследованиям АН СССР, в КБ «Южное» началась разработка этих модификаций, ставших базовыми платформами для создания специализированных исследовательских орбитальных станций путем оснащения платформ соответствующими бортовыми комплексами научной аппаратуры.

Автоматическая универсальная орбитальная станция АУОС-3 была предназначена для комплексного изучения космического пространства, физической природы явлений солнечной активности, геофизических явлений в околоземном космическом пространстве и связи этих явлений с солнечной активностью, осуществляемого по программе международного сотрудничества, а также для проведения экспериментов в интересах народного хозяйства (рис. 3). Автоматическая универсальная орбитальная станция АУОС-СМ предназначалась для обеспечения проведения комплексных исследований Солнца в интересах науки и народного хозяйства в рамках проектов «Коронас-И», «Коронас-Ф» (рис. 4). Основными научными целями указанных проектов являлись исследования физических процессов, проходящих при выделении и переносе энергии в различных областях активного Солнца, а также разработка на этой основе диагностического аппаратного комплекса для прогнозирования солнечной активности на постоянной регулярной основе.

Концептуальные основы унификации станций АУОС-3 и АУОС-СМ остались в принципе такими же, как и ранее сформулированные для аппаратов серии ДС-У. Вместе с тем существенно возросли функциональные возможности аппаратов по обеспечению бортового комплекса научной аппаратуры сервисными функциями

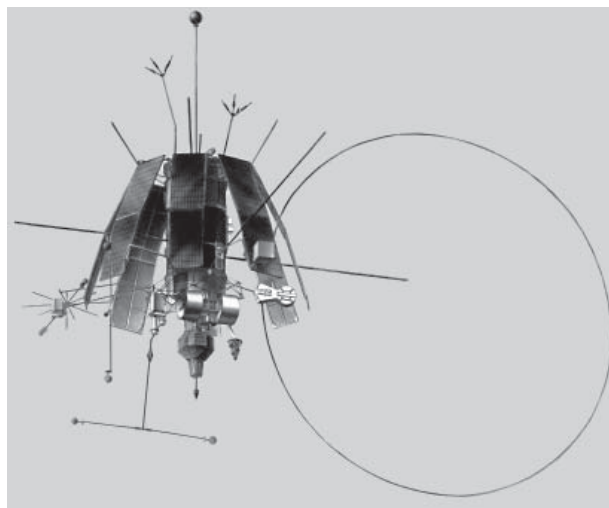


Рис. 3. Автоматическая универсальная орбитальная станция АУОС-3 -АВ-ИК («Интеркосмос-24»)

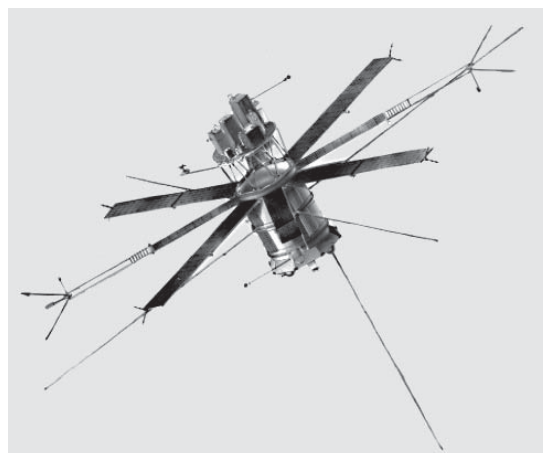


Рис. 4. Автоматическая универсальная орбитальная станция АУОС-СМ -КИ («Коронас-И»)

в части ее массы (до 400—600 кг), среднесуточной потребляемой мощности (не менее 50 Вт), точности ориентации, объема командных воздействий, информационных возможностей радиолинии. Это позволило увеличить количество устанавливаемых на космический аппарат научных приборов до двух десятков и тем самым обеспечить комплексный характер проводимых экспериментов.

Разработка основных комплектаций станции АУОС-3 была начата в 1973 г. Всего за период с

1973 по 1991 гг. было разработано, изготовлено и выведено на орбиту 11 космических аппаратов, созданных на базе платформы АУОС-3, в том числе девять по программе международного сотрудничества. Использование принципов унификации позволило решить поставленную задачу в кратчайшие сроки с минимальными затратами средств. С 1987 г. началась разработка станции АУОС-СМ и ее целевых комплектаций по проектам «Коронас-И» и «Коронас-Ф». Унифицированные платформы АУОС-3 и АУОС-СМ являлись конструктивной базой для создания автоматических орбитальных станций различных комплектаций.

Конструкция унифицированной платформы АУОС-3 представляла собой несущий герметичный корпус, на котором снаружи были размещены 8 панелей солнечной батареи, поворотные штанги с антенно-фидерными устройствами, отдельные элементы системы терморегулирования, ряд приборов, датчиков и антенн обеспечивающей аппаратуры, а также гравитационно-демпфирующие устройства. Основная часть научных приборов и датчиков также была установлена на наружной ферме. Внутри корпуса была размещена ферма обеспечивающей аппаратуры. При изготовлении космического аппарата определенной комплектации на унифицированную платформу устанавливался отсек научной аппаратуры, который конструктивно состоял из сферической крышки корпуса с расположенной в нем фермой научной аппаратуры. Снаружи крышки размещались посадочные места для установки приборов и датчиков научной аппаратуры.

На базе унифицированной платформы АУОС-3 были разработаны 10 орбитальных станций, ориентированных на Землю, из них восемь в рамках программы «Интеркосмос»: АУОС-3-Т-ИК (технологический), АУОС-3-Р-Э-ИК (космические лучи), АУОС-3-М-ИК (магнитный), АУОС-3-И-ИК (ионосферный), АУОС-3-Р-П-ИК (природоресурсный), АУОС-3-М-А-ИК («Ореол-3»), АУОС-3-АВ-ИК (активно-волновой), АУОС-3-АП-ИК (активно-плазменный) и две — по программе исследований, проводимых институтами АН СССР и институтом ядерной

физики МГУ: АУОС-3-Р-О (космические частицы) и АУОС-3-И-Э (ионосферный).

Назначением орбитальных станций, созданных на базе платформы АУОС-3, было:

- осуществление комплексного научного эксперимента с целью исследования спектра и углового распределения частиц в районах магнитных аномалий;
- изучение процессов «высыпания» заряженных частиц из радиационных поясов Земли;
- проведение эксперимента по комплексному исследованию солнечных и галактических космических лучей;
- комплексное исследование характера электромагнитных связей земной магнитосферы и ионосферы;
- получение данных для построения модели ионосферы;
- получение информации о природных ресурсах Земли;
- комплексное изучение электромагнитных явлений в Земной атмосфере в соответствии с советско-французским проектом «Аркад»;
- экспериментальная проверка решений, положенных в основу системы глобального контроля и прогнозирования состояния ионосферы;
- проведение активно-волнового космического эксперимента по комплексному исследованию распространения электромагнитных волн в магнитосфере Земли;
- проведение активного плазменного эксперимента по исследованию эффектов воздействия электронных и ионных пучков на ионосферу и магнитосферу Земли;
- отработка в натурных условиях единой международной телеметрической системы ЕМТС, разработанной странами ВНР, ГДР, ПНР, ЧССР и СССР для использования ее в составе платформы АУОС-3 и АУОС-СМ.

В период с 1976 по 1991 гг. на орбиты ракетами-носителями «Интеркосмос» было выведено 11 орбитальных станций, созданных на базе платформы АУОС-3 (станция АУОС-3-Р-П-ИК на орбиту была выведена дважды).

Базовая унифицированная платформа АУОС-СМ конструктивно состояла из двух крупных блоков: собственно унифицированной плат-

формы и блока научной аппаратуры. Конструкция унифицированной платформы включала в себя цилиндрический корпус со сферическим днищем, ферму обеспечивающей аппаратуры, четыре блока солнечной батареи, четыре блока панелей, устройство системы терморегулирования, газореактивную систему, предназначенную для обеспечения ориентации космического аппарата, и штанги с антенно-фидерными устройствами. Блоки солнечной батареи и блоки панелей были поворотными элементами. Рамы всех четырех блоков панелей использовались для размещения приборов научной аппаратуры и штанг с антенно-фидерными устройствами, а также для размещения экспериментальной аппаратуры системы электроснабжения. Для обеспечения ориентации КА, создаваемых на базе платформы АУОС-СМ, в состав обеспечивающей аппаратуры платформы входила система успокоения, ориентации и стабилизации, обеспечивающая ориентацию продольной оси КА на Солнце с точностью 10 угловых минут.

Назначением орбитальных станций, созданных на базе платформы АУОС-СМ, являлось:

- проведение комплексного научного эксперимента по исследованию активности Солнца, предусматривающего определение физических параметров вспышечной плазмы, поиск предвестников вспышки;
- непрерывное наблюдение эволюции спокойной и активной короны;
- исследование динамики процессов, одновременно происходящих на Солнце и магнитосферных и ионосферных процессов;
- изучение эволюции активной области Солнца;
- непрерывное наблюдение крупномасштабной структуры спокойной короны Солнца и др.

Выведение станции АУОС-СМ-КИ состоялось в 1994 г., станции АУОС-СМ-КФ — в 2001 г. Обе станции были выведены ракетой-носителем «Циклон-3».

На базе унифицированной платформы АУОС-СМ были разработаны две орбитальные станции, ориентированные на Солнце: АУОС-СМ-КИ (проект «Ионозонд») и АУОС-СМ-КФ (проект «Коронас Ф»).

Информация, полученная в ходе проведения исследований и экспериментов с использовани-

ем станций, созданных на базе разработанных КБ «Южное» унифицированных платформ АУОС-3 и АУОС-СМ, способствовала расширению научных знаний о околоземном космическом пространстве, о Солнце и о солнечно-земных связях и явилась весомым вкладом в знания о космосе.

ЮСТИРОВОЧНЫЕ И КАЛИБРОВОЧНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Работы КБ «Южное» по созданию космических юстировочных аппаратов начались в 1960-м году, когда по заказу организаций Министерства обороны и Министерства радиопромышленности СССР был разработан космический аппарат ДС-П1. Его назначением была проверка и отработка в натуральных условиях методик и аппаратных средств решения задач юстировки, контроля точности и определения потенциалов радиолокационных станций систем противовоздушной, противоракетной и противокосмической обороны страны.

Космический аппарат ДС-П1 имел форму шара, под оболочкой которого размещалась солнечная батарея и контейнер с приборами. Для обеспечения доступа света к солнечной батарее оболочка шара была выполнена в виде сетки из тонкой (0.5 мм) стальной проволоки. Основные конструктивно-технологические особенности космического аппарата заключаются в применении оригинальной солнечной батареи в форме додекаэдра, калиброванного сферического отражателя, прозрачного для волн светового диапазона и непрозрачного для дециметровых и метровых радиоволн. В результате работы на орбите в период с июня 1962 по февраль 1964 г. трех космических аппаратов («Космос-6», «Космос-19», «Космос-25») была показана перспективность данного технического направления работ и была отработана космическая платформа для решения широкого круга задач в интересах противовоздушной, противоракетной и противокосмической обороны страны. Это позволило приступить к разработке космических аппаратов ДС-П1-Ю и ДС-П1-И эксплуатационной космической системы.

К первому поколению космических аппаратов, предназначенных для решения военно-прикладных задач отработки, юстировки, калибров-

ки и паспортизации специальных комплексов наземного и космического базирования Министерства обороны СССР, относились космические аппараты ДС-П1-Ю, ДС-П1-И и «Тюльпан».

Космический аппарат ДС-П1-Ю был создан на основе модернизации КА ДС-П1 с существенным расширением объема решаемых задач. Работы по созданию космического аппарата ДС-П1-Ю были выполнены полностью с положительными результатами, и космический аппарат был принят на вооружение Советской Армии. В период с 1965 по 1976 гг. было успешно запущено 72 космических аппарата ДС-П1-Ю, из них два ракетой-носителем 63С1, остальные — ракетой-носителем «Космос».

Космический аппарат ДС-П1-И также был создан на основе модернизированного КА ДС-П1, но в отличие от космических аппаратов ДС-П1 и ДС-П1-Ю на нем сферический отражатель не устанавливался. Назначением космического аппарата ДС-П1-И являлись юстировка, снятие точностных характеристик и периодический контроль функционирования наземных станций определения координат и передачи команд специальных систем Советской Армии. Работы по созданию космического аппарата ДС-П1-И были выполнены полностью с положительными результатами, и космический аппарат был принят на вооружение Советской Армии. В период с 1966 по 1977 гг. на орбиту ракетой-носителем «Космос» было выведено 18 космических аппаратов ДС-П1-И.

Разработанный КБ «Южное» космический аппарат «Тюльпан» предназначался для использования в качестве мишени при проведении отработки в натуральных условиях космических аппаратов-перехватчиков системы противокосмической обороны страны. Он был оснащен системой фиксации числа попавших в него активных поражающих элементов, выпущенных космическим аппаратом-перехватчиком. Космический аппарат «Тюльпан» был создан на базе космического аппарата ДС-П1-И. Для защиты от поражения активными элементами его герметичный корпус был помещен в стальной многогранник, выполняющий роль защитного экрана. В период с 1971 по 1982 гг. ракетой-носителем «Интеркосмос» на орбиту было выведено 18 космических аппаратов

«Тюльпан». Программа летной отработки и эксплуатации КА была полностью выполнена.

В начале 1970-х годов в соответствии с правительственным заданием в КБ «Южное» была осуществлена разработка второго поколения юстировочных и калибровочных космических средств ракетно-космического комплекса «Тайфун». Комплекс должен был обеспечивать поддержание боеготовности и отработку вновь вводимых в эксплуатацию специальных наземных комплексов Советской Армии. В составе комплекса «Тайфун» были созданы две модификации унифицированных космических платформ: «Тайфун-1» и «Тайфун-2», на базе которых были разработаны и введены в эксплуатацию шесть типов специализированных космических аппаратов. Унификация космических аппаратов заключалась в унификации бортового обеспечивающего комплекса аппаратуры и узлов конструкции космических аппаратов, она захватывала также и отдельные составные части бортовых систем целевого назначения.

Неориентируемый космический аппарат класса «Тайфун-1» конструктивно состоял из двух основных узлов: сферического каркаса с расположенными на его поверхности солнечными батареями, антеннами целевой и обеспечивающей аппаратуры и размещенного внутри каркаса цилиндрического герметичного контейнера, в котором располагались фермы для установки целевой и обеспечивающей аппаратуры. Габаритные размеры контейнера $\varnothing 1200 \times 1600$ мм и платформы в целом $\varnothing 2000$ мм.

На базе платформы «Тайфун-1» были созданы специализированные космические аппараты комплектации «Тайфун-1А», «Тайфун-1В» и экспериментальный аппарат «Дуга-К». Одновременно с комплектациями «Тайфун-1А» и «Тайфун-1В» разрабатывался с использованием той же платформы КА «Тайфун-1Б», по которому в процессе экспериментальной отработки было принято решение не передавать его в производство. Впоследствии индекс «Тайфун-1Б» был присвоен космическому аппарату, близкому к КА класса «Тайфун-1» по характеру решаемых целевых задач, по выполняемому на совершенно иной конструктивной основе.

Назначением космических аппаратов «Тайфун-1А» и «Тайфун-1В» было:

- проверка функционирования средств противовоздушной обороны по одиночной цели;
- юстировка и контроль энергетических и точностных характеристик средств;
- юстировка, союстировка и контроль характеристик дальнего обнаружения каналов управления комплексов системы противоракетной обороны, отработка методов загоризонтной радиолокации.

После успешного проведения летных испытаний в 1974 г. ракетно-космический комплекс «Тайфун-1» с аппаратами «Тайфун-1А» и «Тайфун-1В» был принят на вооружение Советской Армии. Всего в период с 1974 по 1994 гг. на орбиту ракетой-носителем «Интеркосмос» было выведено 25 космических аппаратов обеих комплектаций.

Назначением третьего космического аппарата, созданного на базе платформы «Тайфун-1», — аппарата «Дуга-К» было проведение экспериментальных работ в составе космического комплекса «Дуга-К» по совершенствованию методов контроля функционирования станций загоризонтной радиолокации. Для проведения летных испытаний КА «Дуга-К» были изготовлены два аппарата, которые в 1989 и 1990 гг. были выведены на орбиту ракетой-носителем «Интеркосмос». В ходе этих испытаний все задачи, поставленные перед космическим аппаратом «Дуга-К», были успешно выполнены.

Опыт эксплуатации космического аппарата «Тайфун-1» определил потребность создания КА, обеспечивающего отражение радиолокационных сигналов с малым уровнем флуктуаций. Разработанный в 1978–1979 гг. в КБ «Южное» космический аппарат «Тайфун-1Б» позволял определять и контролировать энергетический потенциал радиолокационного канала без использования в его составе какой-либо аппаратуры. Космический аппарат имел сферическую форму $\varnothing 2000$ мм, выдержанную при изготовлении с высокой точностью. В 1983 г. космический аппарат «Тайфун-1Б» был принят на вооружение Советской Армии и введен в состав космического комплекса «Тайфун-1».

С 1979 по 1991 г. ракетой-носителем «Интеркосмос» на орбиту были выведены 10 космических аппаратов «Тайфун-1Б». Еще один КА был выведен на орбиту ракетой-носителем «Зенит».

Одновременно с разработкой и отработкой космических аппаратов, созданных на базе платформы «Тайфун-1», в КБ «Южное» шла разработка специализированных КА на базе второй модификации унифицированной платформы «Тайфун-2». Эта платформа была оснащена гравитационной системой ориентации, обеспечивающей ориентацию КА в орбитальной системе координат с точностью не хуже 10° , что обеспечивало условия для выполнения требований по созданию многоэлементной цели. В конструктивном и аппаратном плане базовая платформа «Тайфун-2» была унифицирована с платформой АУОС-3. Характерной особенностью космических аппаратов, созданных на базе платформы «Тайфун-2», являлось оснащение их системой отстрела эталонных отражателей (СОТ) разработки КБ «Южное» (в трех комплектациях), предназначенной для формирования многоэлементных моделей цели по заданной программе, и системой определения скорости отстрела этих отражателей. В состав каждой из комплектаций СОТ-А и СОТ-Б входили по 24 устройства отстрела эталонных сферических отражателей, отличающихся значениями скоростей отстрела. В состав комплектации СОТ-В входили 24 устройства отстрела с эталонными оптическими отражателями.

На базе платформы «Тайфун-2» были разработаны три космических аппарата с различными комплектациями аппаратуры целевого назначения: «Тайфун-2А», «Тайфун-2Б» и «Тайфун-2В».

Назначением этих аппаратов являлось:

- формирование многоэлементных моделей целей;
- определение разрешающей способности специальных комплексов стоящих на вооружении Советской Армии;
- контроль функционирования и определение характеристик наземных станций определения координат и передачи команд;
- определение энергетических характеристик, анализ сигналов и контроль функционирования квантовых локаторов.

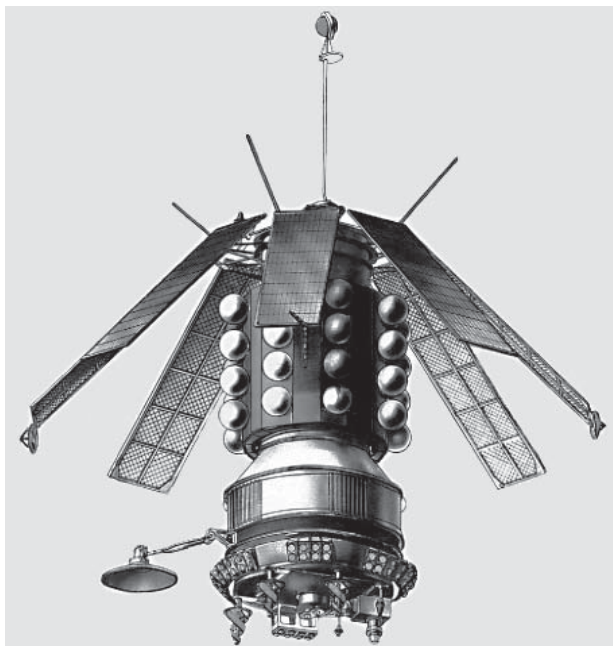


Рис. 5. Космический аппарат «Кольцо»

Летные испытания космических аппаратов, созданных на базе платформы «Тайфун-2», начались в апреле 1976 г. В 1981 г. ракетно-космический комплекс «Тайфун-2» с входящим в его состав КА «Тайфун-2А», «Тайфун-2Б» и «Тайфун-2В» был принят на вооружение Советской Армии. В период с 1976 по 1995 гг. на орбиты ракетой-носителем «Интеркосмос» было выведено 25 космических аппаратов, созданных на базе платформ «Тайфун-2». Все задачи, поставленные перед ракетно-космическим комплексом «Тайфун-2», были выполнены в полном объеме.

На третьем этапе создания юстировочных космических аппаратов был создан КА «Кольцо» (рис. 5). Назначением этого аппарата было обеспечение проведения отработки, испытаний и поддержания в постоянной боевой готовности нового поколения специальных наземных технических средств противоракетной, противовоздушной и противокосмической обороны Советской Армии. Космический аппарат «Кольцо» явился результатом дальнейшего развития идей целевого применения и технических решений, заложенных в КА «Тайфун-2». У космического аппарата «Кольцо» по отношению к КА «Тай-

фун-2» были существенно увеличены абсолютные и удельные выходные характеристики системы электроснабжения, повышена точность системы ориентации, реализована возможность программных поворотов КА в плоскости местного горизонта, увеличено до 32 боезапас отстреливаемых элементов. В период с 1998 по 1990 гг. ракетой-носителем «Циклон-3» на орбиты были выведены три космических аппарата «Кольцо». В ходе их эксплуатации на орбите все возложенные на них задачи были выполнены полностью.

Всего в ходе работ, проведенных КБ «Южное» по созданию юстировочных и калибровочных космических аппаратов в период с 1962 по 1995 гг., были разработаны, изготовлены и запущены на орбиту 172 космических аппарата.

КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Работы по созданию космических средств радиоэлектронного наблюдения в КБ «Южное» начались в августе 1960 г., когда перед ним была поставлена задача разработки в интересах Министерства обороны СССР первого экспериментального космического аппарата ДС-К8, предназначенного для экспериментальной отработки методов и средств определения параметров сигналов, излучаемых радиолокационными станциями военного назначения. Исследования, проведенные с помощью аппаратуры, установленной на этом аппарате, выведенном ракетой-носителем 63С1 на орбиту 18 августа 1962 г. и получившем обозначение «Космос-8», показали необходимость и целесообразность создания более совершенной целевой аппаратуры и специализированных КА для ее размещения.

Первым этапом работ по развертыванию опытно-конструкторских разработок космических средств радиотехнического наблюдения за радиолокационными средствами предусматривались разработка и запуск двух экспериментальных космических аппаратов ДС-К40, на которые устанавливалась специальная аппаратура, модернизированная в части чувствительности, габаритов и весовых характеристик. Запуски этих аппаратов оказались неудачными из-за аварий ракет-носителей.

Вторым этапом развития направления радиотехнического наблюдения явилось создание космических аппаратов, входящих в состав космической системы «Целина», на базе более совершенной целевой аппаратуры КА, выполненной с использованием микроэлементных комплектующих. В состав системы «Целина» должны были входить космические аппараты «Целина-О» и «Целина-Д». Разработка системы началась в 1964 г.

Космический аппарат «Целина-О» предназначался для проведения обзорных радиотехнических наблюдений. Он был неориентируемым, оригинальной конструкции, в которой использовались некоторые узлы ранее созданных космических аппаратов. На нем были применены солнечные источники электроснабжения. В ходе эксплуатации системы «Целина-О» космический аппарат «Целина-О» дважды модернизировался. Новым комплектациям аппарата были присвоены обозначения «Целина-ОМ» и «Целина-ОК». Всего за период с 1967 по 1982 гг. на орбиту было выведено 2 космических аппарата «Целина-О», 34 КА «Целина-ОМ» и 3 аппарата «Целина-ОК». Все эти космические аппараты были выведены на орбиту ракетами-носителями «Интеркосмос».

Целевым назначением космического аппарата «Целина-Д» являлось ведение детальных радиотехнических наблюдений с помощью бортовой аппаратуры, выполняющей функции приема, анализа и высокоточного определения координат источников радиотехнических сигналов. Этот космический аппарат являлся ориентируемым в орбитальной системе координат и отличался от ранее разработанных КА более сложным комплексом целевой и обеспечивающей аппаратуры. Характерными особенностями конструктивно-компоновочной схемы КА являлись: вертикальное положение в полете герметичного контейнера, наличие четырех крестообразно расположенных в горизонтальной плоскости панелей для размещения антенных систем целевой аппаратуры, использование двух вращающихся вокруг вертикальной оси солнечных батарей и выдвигаемого гравитационного стабилизатора, а также расположенных на верхнем днище герме-

тичного контейнера оптико-электронных визиров системы определения ориентации КА.

В период с 1970 по 1992 гг. на орбиту было выведено 70 космических аппаратов. Запуски космических аппаратов осуществлялись в определенные моменты времени, обеспечивающие построение и поддержание орбитальной группировки заданного состава и конфигурации. Первые 36 космических аппаратов были выведены на орбиту ракетами-носителями 82А92М, а остальные — после введения в эксплуатацию в 1981 г. ракетами-носителями «Циклон-3».

В 1980-х годах на основе космического аппарата «Целина-Д» был создан космический аппарат «Целина-Р», оснащенный специальной аппаратурой для наблюдения радиосвязных источников излучений. В период с 1986 по 1999 гг. ракетой-носителем «Циклон-3» на орбиту было выведено четыре космических аппарата «Целина-Р». Введение в состав космической системы «Целина» космического аппарата «Целина-Р» обеспечило решение задач радиоэлектронного наблюдения источников излучения наземных станций военного назначения из космоса в полном объеме.

Опыт эксплуатации космических аппаратов «Целина-О» и «Целина-Д» в составе системы «Целина» показал высокую эффективность выполнения целевых задач, а также позволил установить потенциальные возможности дальнейшего совершенствования комплексов радиотехнического наблюдения из космоса. На основе анализа результатов, полученных в ходе эксплуатации системы «Целина», и перспектив развития бортовой целевой и обеспечивающей аппаратуры был выработан ряд основополагающих технических решений применительно к облику космического аппарата следующего поколения «Целина-2», принятому к разработке в 1972 г.

В процессе создания этого космического аппарата были реализованы следующие технические решения:

- совмещены на одном космическом аппарате функции обзорного и детального наблюдения;
- расширен частотный диапазон принимаемых сигналов;
- расширена полоса обзора детального наблюдения;

- улучшены характеристики периодичности и оперативности наблюдения (в частности реализована возможность передачи принятой на аппарате специальной информации на Землю через космический аппарат ретранслятор);

- решена задача запуска космического аппарата на выбранную квазисинхронную орбиту, обеспечивающую повышение эффективности контроля за изменением радиотехнической обстановки;

- определен состав и функции бортового комплекса управления аппаратом, обеспечивающего использование его в структуре наземной автоматизированной системы управления космическим аппаратом;

- увеличено время активного существования космического аппарата;

- осуществлено улучшение таких характеристик космического аппарата, как удельный вес аппаратуры целевого назначения, объем информации о наблюдаемых радиотехнических источниках излучения и передаваемой в течение суток на Землю, точность ориентации аппарата, мощность системы его электроснабжения.

Всего в период с 1984 по 2007 г. на орбиту было выведено 18 космических аппаратов «Целина-2». Из них первые два аппарата были выведены на орбиту ракетой-носителем 8К82К, а остальные 16 — ракетой-носителем «Зенит» после введения ее в эксплуатацию в 1985 г.

Космическая система с аппаратами «Целина-О», «Целина-Д» и «Целина-2» была принята на вооружение Советской Армии.

Всего за время эксплуатации указанных космических аппаратов с 1967 по 2007 г. на орбиту был выведен 131 космический аппарат радиоэлектронного наблюдения. Все они успешно прошли эксплуатацию с существенным превышением заданных сроков функционирования на орбите.

КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ПРИРОДОРЕСУРСНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Задание на развитие направления работ по использованию средств космической техники для решения природоресурсных задач было впервые сформировано на государственном уровне в Постановлении ЦК КПСС и СМ СССР от

5 мая 1977 г., предусматривающем разработку и создание государственной космической эксплуатационной системы исследования природных ресурсов Земли под названием «Ресурс». Этим Постановлением Конструкторскому бюро «Южное» было поручено создание космической подсистемы «Океан» для проведения комплексного изучения Мирового океана в интересах разработки теории долгосрочного прогнозирования погоды и климата и внедрения в практику народного хозяйства методов прогноза, построенных на основе этой теории, создания теоретических основ рационального использования биологических и минеральных ресурсов океана и обеспечения всесторонней хозяйственной деятельности на шельфе и в отдельных акваториях, обеспечение оптимального и безопасного судоходства, контроля за загрязнением Океана.

Создание подсистемы «Океан» началось с проведения в период с 1979 по 1982 гг. научно-методических экспериментов с использованием космических аппаратов «Океан-Э» № 1 и № 2, запущенных в 1979 и 1980 гг. и орбитальных станций АУОС-3-Р-П-ИК № 1 и № 2, запущенных в 1979 и 1981 гг. Космический аппарат «Океан-Э», созданный на базе модернизированного серийного аппарата «Целина-Д» разработки КБ «Южное», был оснащен комплексом радиофизической оптико-электронной и радиопередающей аппаратуры, а также системой сбора информации с буйковых платформ. Основными задачами экспериментов, проводимых этими аппаратами, являлись: отработка методик синхронных дистанционных измерений физических параметров океана и атмосферы, разработка методов калибровки данных дистанционного зондирования на основе данных подспутниковых измерений, создание методик, алгоритмов и программ обработки данных спутниковых измерений. В целом задачи, поставленные перед спутниками, были выполнены. В ходе экспериментов были обработаны методы измерений гидрофизических параметров в микроволновом, инфракрасном и видимом диапазонах спектра электромагнитного излучения поверхности океана. На основе полученного материала была подтверждена возможность картографирования крупномасштаб-

ного распределения температуры поверхности океана, скорости ветра, границ и сплоченности ледового покрова, водозапаса облаков и др.

В период с 1983 по 1986 гг. были реализованы крупномасштабные натурные работы с экспериментальными космическими аппаратами «Океан-ОЭ» («Космос-1500», «Космос-1602»), в которых приняли участие организации-потребители заинтересованных ведомств — Госкомгидромета, Министерств морского флота и рыбного хозяйства, Академии наук СССР. На этих космических аппаратах впервые в отечественной и мировой практике был реализован режим комплексного наблюдения, обеспечивающий одновременное получение радиолокационных, радиотепловых и оптических изображений в совмещенной полосе обзора, а также оперативную передачу этих данных с аппаратов в центры приема и непосредственно потребителям на автономные пункты приема. Информация с этих космических аппаратов и была использована для решения важных народнохозяйственных задач, в том числе для регулярного составления средне- и долгосрочных прогнозов ледовой обстановки в Арктике в интересах обеспечения морских операций, освещения ледовой и гидрометеорологической обстановки для проводки судов в экстремально тяжелых условиях в районе острова Врангеля в 1983 г., в Охотском море и Татарском проливе в 1985 г., в Антарктике в 1985 г. и в районах работы научно-исследовательских и научно-экспедиционных судов (в частности, при выведении из ледового плена в Антарктике судна «Михаил Сомов»).

При наблюдении суши космические аппараты давали полезную информацию в части геологических и почвенных структур, степени увлажнения почв, динамики развития ледового покрова на внутренних водоемах, контроля динамики паводковых процессов.

За время работы космических аппаратов «Космос-1500», «Космос-1602» в 1983—1985 гг. организациям-потребителям было передано более 20 тысяч дубль-негативов и 30 тысяч фотоотпечатков изображений участков поверхности, снятых с космических аппаратов. Результаты эксплуатации космических аппаратов легли в основу

принятия решения о составе целевой аппаратуры последующих комплектаций аппаратов и о создании эксплуатационной подсистемы «Океан-О1».

Всего было изготовлено и запущено в период с 1986 по 1994 гг. шесть космических аппаратов «Океан-О1», назначением которых являлось:

- оперативное обеспечение потребителей регулярной информацией о ледовой обстановке в полярных областях;
- накопление потребителями опыта использования данных дистанционного зондирования с помощью космических средств;
- отработки исследовательской аппаратуры;
- совершенствование методов и средств дистанционного зондирования ледовых полей;
- построение температурных карт северной и экваториальной Атлантики;
- изучение неоднородностей открытых акваторий Мирового океана.

Информация, полученная с КА «Океан-О1» в процессе их эксплуатации на орбите, широко использовалась при решении важных народнохозяйственных задач, в том числе:

- при регулярном составлении кратковременных и долгосрочных прогнозов ледовой обстановки в Арктике при планировании широких операций;
- при освещении ледовой обстановки при проводке судов в экстремально-тяжелых условиях осенне-зимней навигации;
- при решении народнохозяйственных задач (определения влажности почв и влагозапасов, контроля паводковых ситуаций, анализа геологических структур с целью выявления газо- и нефтеносных площадей и т. д.).

Космический аппарат «Січ-1», выведенный на орбиту 31 августа 1995 г. ракетой-носителем «Циклон-3», стал первым космическим аппаратом, запущенным под юрисдикцией суверенно государства Украина.

По своему функциональному назначению, составу аппаратуры и внешнему облику он фактически не отличался от ранее разработанных КБ «Южное» космических аппаратов «Океан-О1», подавляющая часть подсистем которых была разработана и изготовлена украинскими предприятиями в составе СССР.

Задача запуска КА «Січ-1» стимулировала решение многих важных задач, связанных с созданием национальной инфраструктуры средств управления космическими аппаратами, приема, обработки и распространения полученной с КА информации, а также создания в Украине пользовательских структур. Все это послужило основой для создания космической системы «Січ-1» — впервые создаваемой в Украине космической системы наблюдения Земли дистанционными и контактными методами.

Если разработка и изготовление космического аппарата и ракеты-носителя являлись для предприятий Украины традиционной специализацией, то по другому важнейшему компоненту космической системы — наземному комплексу управления космическим аппаратом и наземному комплексу приема данных наблюдения КА — имелись только отдельные элементы, не дающие возможности обеспечения регулярного и полного выполнения необходимых системных функций.

Создание в Украине наземного космического комплекса космической системы «Січ-1», обеспечивающего выполнение всех функций, необходимых для эксплуатации системы, явилось серьезной задачей для украинских предприятий, и в первую очередь для Национального космического агентства Украины. В результате четко организованной напряженной работы многих предприятий и организаций космической отрасли Украины, проведенной в предельно сжатые сроки (менее двух лет), все задачи создания системы «Січ-1» были успешно решены. В результате в Украине был создан наземный комплекс управления, который отвечал требованиям того периода времени и не уступал по своим характеристикам аналогичным комплексам Российской Федерации, но отличался от них возможностью управления космическим аппаратом и проведения траекторных измерений с использованием однопунктной технологии работ.

Учитывая потребность национальных пользователей в информации дистанционного зондирования, в Украине был создан наземный комплекс приема, обработки и распространения такой информации в составе Центра планирования и координации, пункта приема инфор-

мации, Центрального государственного архива, комплекса средств связи и передачи данных.

Запуск космического аппарата «Січ-1» был осуществлен 31 августа 1995 г. ракетой-носителем «Циклон-3». Только за первый год эксплуатации космического аппарата «Січ-1» было обеспечено выполнение 130 заявок пользователей Российской Федерации и Украины. В процессе эксплуатации аппарата были отработаны программное обеспечение и технология решения ряда народнохозяйственных задач (таких как определение зон увлажнения почв, картографирование болот и торфяников, определение полей приводного ветра в центральной части циклонов, оценка состояния озимых культур в осеннее-весенний период, контроль динамики весенних паводков, экологический контроль техногенных загрязнений в Украине и т. д.). Полученные результаты практического использования космической информации с космического аппарата «Січ-1» обеспечили перспективу решения многих народнохозяйственных задач на государственном уровне и уменьшение вероятности принятия ошибочных решений при проведении работ в области землепользования, экологии, гидрометеорологии строительства, геологии, контроля чрезвычайных ситуаций.

Следующим важным этапом в работах, проведенных КБ «Южное» по созданию космических аппаратов природоресурсного направления, было создание космического аппарата «Океан-О» (рис. 6). Космический аппарат «Океан-О» создавался по заказу Национального космического агентства Украины и Российского космического агентства и был предназначен для изучения Мирового океана и континентов в интересах народного хозяйства и наук о Земле. Он должен был обеспечивать глобальную оптическую и микроволновую съемку с низким, средним и высоким разрешением.

Данные дистанционных измерений, проводимых КА «Океан-О», предназначались для использования при решения следующих прикладных и фундаментальных задач:

- составления морских гидрометеорологических и специализированных прогнозов;
- обеспечения безопасного судоходства и выбора оптимальных маршрутов судов;

- обнаружения районов загрязнения поверхности морей и океанов;
- изучения деятельного слоя в океане;
- изучения континентального шельфа;
- определения и прогнозирования динамического и термодинамического состояния Мирового океана;
- определения поля ветров по движению облаков;
- определения водозаписа облаков, границ зон осадков и их интенсивности;
- определения физического состояния ледового покрова;
- распознавания типов почв;
- распознавания типов лесов;
- контроля состояния растительности и почв;
- обнаружения лесных и степных пожаров;
- экологического и кризисного мониторинга;
- исследования физико-геологических структур;
- сбора контактных данных с платформ.

Космический аппарат «Океан-О» был оснащен комплексом исследовательской аппаратуры, который обеспечивал получение и передачу по радиоканалам на пункты приема:

- радиолокационной информации;
- радиометрической информации на двух длинах волн;
- многоканальной радиометрической информации сверхвысокочастотного диапазона;
- многоканальной информации видимого и инфракрасного диапазона;
- спектрометрической информации;
- информации, получаемой с платформ.

Разнообразие типов исследовательской аппаратуры (радиолокаторы, радиометры, сканеры видимого и инфракрасного диапазонов), широкий диапазон пространственных разрешений аппаратуры, широкие функциональные возможности обеспечивающего комплекса аппаратуры определили уникальность космического аппарата «Океан-О» как инструмента синхронного многоспектрального дистанционного наблюдения поверхности океана и континентов.

Космический аппарат «Океан-О» был выведен на орбиту 19 июля 1999 г. ракетой-носителем «Зенит». Решением Российско-Украинской межгосударственной комиссии от 25 октября

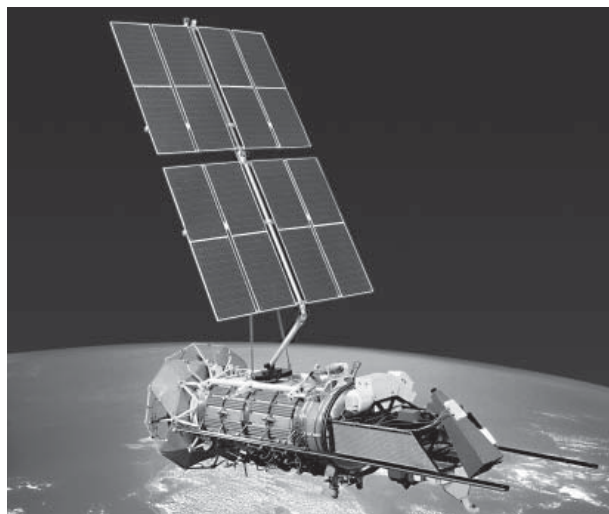


Рис. 6. Космический аппарат «Океан-О»

1999 г. аппарат был принят в эксплуатацию с 1 ноября 1999 г. За время эксплуатации аппарата потребители широкого круга ведомств, академических и отраслевых институтов Российской Федерации и Украины получили информацию с аппарата, использование которой позволило определить перспективу и пути дальнейшего развития космической техники дистанционного зондирования Земли.

Продолжением работ КБ «Южное» по созданию космических аппаратов природоресурсного направления было создание КА «Січ-1М» (рис. 7) и микроспутника «Микрон» (рис. 8). Проведение работы по КА «Січ-1М» предусматривалось Национальной космической программой Украины на 2003—2007 гг. и Федеральной космической программой России на 2001—2005 гг. Финансирование работ по реализации этого совместного проекта проводилось обеими странами на паритетных основах в рамках госзаказов. Микроспутник «Микрон» являлся космическим аппаратом, создаваемым в рамках Национальной космической программы Украины, и предназначался для обработки технологий проведения наблюдения поверхности Земли из космоса с помощью телевизионной камеры в реальном масштабе времени и для проведения технических экспериментов по отработке перспективного бортового оборудования для будущих космических аппаратов.

Рис. 7. Космический аппарат «Січ-1М»

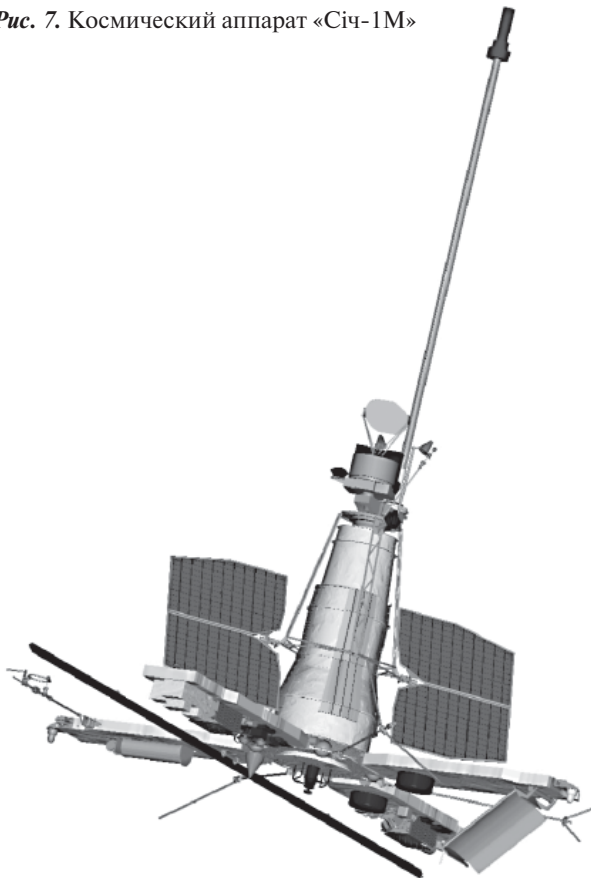


Рис. 8. Космический аппарат «Микрон»

Запуск космического аппарата «Січ-1М» являлся продолжением работ по проекту, первым этапом которого был запуск в 1995 г. КА «Січ-1», отработавшего на орбите более шести лет, в течение которых он обеспечил получение большого объема ценной информации для различных ведомств Украины. В основу модифицированного КА «Січ-1М» была положена та же конструкция, что использовалась для КА «Січ-1». Вместе с тем в процессе создания нового аппарата было сделано многое для его совершенствования: разнообразнее и более совершенной стала целевая и обеспечивающая аппаратура, в состав КА был введен ряд новых научных приборов, была расширена полоса обзора при зондировании Земли в видимом (оптическом), инфракрасном и сверхвысокочастотном диапазонах, повысилась разрешающая способность бортовой исследовательской аппаратуры. Кроме комплекса бортовой аппаратуры дистанционного зондирования Земли, на КА «Січ-1М» был установлен комплекс научной аппаратуры «Вариант» назначением которого являлось проведение исследований электромагнитных явлений в ионосфере Земли.

Если КА «Січ-1» управлялся российским центром управления полетом (ЦУП), то управление аппаратом «Січ-1М» лишь на начальном этапе его полета проводилось из подмосковного центра управления, подведомственного Роскосмосу, а затем функции управления осуществлял расположенный в Евпатории Национальный центр управления и испытаний космических средств, подведомственный НКАУ. Операции, обеспечивающие эксплуатацию украинского микроспутника «Микрон», с момента выведения его на орбиту обеспечивал украинский центр.

Выведение на орбиту космического аппарата «Січ-1М» с установленным на нем микроспутником «Микрон» ракетой-носителем «Циклон-3» состоялось 24 декабря 2004 г. Однако в процессе выведения его на круговую орбиту, высота которой должна быть равной 650 км, из-за нарушений в работе третьей ступени ракеты-носителя аппарат был выведен на эллиптическую орбиту с высотой апогея 644 км и высотой перигея 285 км. Эта орбита оказалась несколько худшей для проведения съемок из космоса, но зато

более выгодной для проведения исследований электромагнитных явлений в атмосфере Земли в рамках международного научного проекта «Вариант», в котором участвовали ученые Украины, России, Франции и Великобритании. Эллиптическая орбита предоставила уникальные возможности для исследования ионосферы на различных высотах в шаровом слое с толщиной около 400 км.

Результаты, полученные в процессе работы космических аппаратов «Сич-1М» и микроспутника «Микрон», как в области дистанционного зондирования Земли, так и в области исследования ионосферы Земли были использованы при создании следующего поколения космических аппаратов, разрабатываемых КБ «Южное».

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Важным разделом работ КБ «Южное» по созданию космических аппаратов являются работы, проведенные в рамках международного сотрудничества. Практическая деятельность предприятия по этому направлению работ осуществлялась во взаимодействии с Советом по международному сотрудничеству при Академии наук СССР «Интеркосмос», созданным в 1966 г. для координации работ министерств, ведомств, научных учреждений и промышленных предприятий СССР.

Конструкторское бюро «Южное» в 1965 г. выступило с инициативой использовать для постановки совместных международных научных экспериментов унифицированные космические аппараты серии ДС-У собственной разработки, а в 1976 г. — автоматические универсальные орбитальные станции. Эта инициатива была поддержана АН СССР и правительственными организациями, что позволило научным организациям СССР в кооперации с научными организациями НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, ЧССР, СРВ, а в дальнейшем с участием научных организаций Франции, Индии, Швеции и Австрии осуществить широкомасштабную комплексную программу космических исследований (программу «Интеркосмос»).

Первый аппарат «Интеркосмос-1» был запущен ракетой-носителем «Космос» с космодрома Капустин Яр 14 октября 1969 г. Из 25 авто-

матических аппаратов, выведенных на орбиту в СССР в период с 1963 г. по 1991 г. по программе «Интеркосмос», 22 были созданы в КБ «Южное» и были изготовлены в ПО «Южный машиностроительный завод».

В начале 1970-х годов ГП КБ «Южное» начало работы по созданию космических аппаратов, предназначенных для изучения околоземного космического пространства в рамках совместного проекта с учеными Франции. Постановщиками эксперимента по проекту «Аркад», целью которого были исследования явлений и процессов, происходящих в высокоширотных областях верхней атмосферы Земли, и изучение природы полярных сияний, выступали: с советской стороны — Институт космических исследований АН СССР, с французской — Национальный центр космических исследований (CNES). Комплекс научной аппаратуры, которая должна была устанавливаться на аппарате, разрабатывался этими же организациями. Реализация проекта была осуществлена с использованием разработанных КБ «Южное» космических аппаратов: ДС-У2-ГКА («Ореол»), который дважды (в 1971 и 1973 гг.) был выведен на орбиту, и станции АУ-ОС-3-М-А-ИК («Ореол-3»), выведенный на орбиту в 1981 г.

В результате исследований, проведенных в рамках проекта «Аркад», впервые в мире были получены сведения о новых типах низкочастотных волновых излучений в земной атмосфере и впервые были зарегистрированы плазменные эффекты в магнитосфере, вызванные наземным взрывом средней мощности. С учетом результатов, полученных во время нахождения на орбите в период с 1971 по 1984 гг. трех космических аппаратов: «Ореол-1», «Ореол-2» и «Ореол-3», проект «Аркад» получил высокое международное признание и в 1985 г. был признан лучшим экспериментом по изучению околоземного космического пространства.

В тот же период начались работы ГП КБ «Южное» по сотрудничеству с Индией в области исследования и использования космического пространства. 10 мая 1972 г. между АН СССР и Индийской организацией космических исследований Правительства Индии (ISRO) было подписано Соглашение, предусматривающее

оказание индийской стороне консультаций и технической помощи в создании научного космического аппарата, обеспечение его запуска советской ракетой-носителем с территории СССР. Практическая реализация указанного соглашения решением Совета Министров СССР была возложена на КБ «Южное». Используя накопленный с 1960-х годов опыт проектирования космических аппаратов, КБ «Южное» оказало индийской стороне консультативную помощь при выборе конструктивно-компоновочной схемы и разработке конструкции КА при проведении прочностных, тепловых расчетов и оценке динамических характеристик. Специалисты КБ «Южное» провели конструкторскую и электрическую увязку КА с ракетой-носителем, приняли участие в экспериментальной наземной отработке и разработке эксплуатационной документации, а также обеспечили проведение работ на космодроме и на начальной фазе управления КА на орбите. В кооперации со смежными предприятиями КБ «Южное» изготовило и укомплектовало индийский КА газореактивной системой закрутки, солнечной и химической батареями, запоминающим устройством для регистрации информации научной и обеспечивающей аппаратуры, термическими покрытиями.

Первый индийский космический аппарат «Ариабата» был запущен 19 апреля 1975 г. ракетой-носителем «Интеркосмос» с космодрома Капустин Яр. После запуска первого индийского космического аппарата сотрудничество КБ «Южное» с ISRO было продолжено в рамках создания и запуска второго КА, предназначенного для экспериментальной отработки системы дистанционного зондирования Земли в интересах исследования природных ресурсов. Результатом совместных работ специалистов СССР и Индии явился успешный запуск 7 июня 1979 г. космического аппарата «Бхаскара» ракетой-носителем «Интеркосмос».

Дальнейшее сотрудничество с Индией проводилось в соответствии с новым Соглашением между АН СССР и ISRO от 11 июня 1979 г. Результатом проведения этих работ было изготовление и выведение на орбиту 20 октября 1981 г. ракетой-носителем «Интеркосмос» третьего модернизированного индийского КА «Бхаска-

ра-2». Совместная разработка и успешный запуск первых индийских космических аппаратов «Ариабата», «Бхаскара» и «Бхаскара-2» способствовали осуществлению Национальной космической программы Индии. Общественность и правительственные круги этой страны высоко оценили помощь советской стороны и в частности специалистов КБ «Южное», которую они оказали Индии в тот период при реализации ее Национальной космической программы.

Продолжением работ КБ «Южное» по космической тематике в рамках международного сотрудничества являются работы с Арабской Республикой Египет. В 2001 г. КБ «Южное» приняло участие в тендере, объявленном Национальным управлением дистанционного зондирования Земли и космических наук (NARSS) Египта на создание космической системы наблюдения поверхности Земли. Среди космических организаций и компаний, принявших участие в тендере, были известные компании из Великобритании, России, Южной Кореи. Победив в тендере, КБ «Южное» подписало контракт на проведение работ по проектированию, изготовлению, запуску, обучению и передаче технологий для спутника дистанционного зондирования Земли «EgyptSat-1».

В результате работ, выполненных по этому контракту ГП КБ «Южное» в кооперации с украинскими предприятиями-соисполнителями работ ОАО АО НИИРИ, ГПП «Хартрон-Консат», ГПП «Хартрон-Юком», ГНИП КОНЭКС, КП ЦКБ «Арсенал», был разработан космический аппарат «EgyptSat-1». Он был изготовлен в ПО «Южный машиностроительный завод» и 17 апреля 2007 г. был выведен ракетой-носителем «Днепр» на круговую солнечно-синхронную орбиту высотой 688 км.

Наряду с космическим аппаратом в рамках работ по тому же контракту в Египте была создана наземная станция управления спутником в полете, в состав которой входят центр управления в полете и технические средства приема и передачи информации с КА, а также доработана египетская наземная станция приема данных, полученных на космическом аппарате в процессе проведения съемки участков Земной поверхности. Все работы по созданию наземного

сегмента космической системы «EgyptSat» были выполнены специалистами ГП КБ «Южное» совместно со специалистами ОАО АО НИИРИ, ГНИП КОНЭКС и ГП «Днепрокосмос».

В Египет были поставлены также разработанные и изготовленные на Украине терминалы пользователей электронной почты, которые во взаимодействии с бортовой аппаратурой электронной почты, установленной на космическом аппарате, дали возможность египетским потребителям пользоваться услугами этой почты. В процессе работы по контракту украинские специалисты провели обучение египетских операторов для работы на технических средствах египетского наземного сегмента космической системы «EgyptSat-1», после чего она в марте 2010 г. была принята египетской стороной в эксплуатацию.

Очередным достижением КБ «Южное» совместно с предприятиями и организациями, подведомственными Государственному космическому агентству Украины, является создание космической системы «Січ-2» (рис. 9) для наблюдений Земли в оптическом диапазоне, осуществленное в рамках «Общегосударственной целевой научно-технической космической программы Украины на 2008—2012 гг.».

Разработка космической системы «Січ-2» была осуществлена КБ «Южное» в кооперации с ОАО АО НИИРИ, НПП «Хартрон-Юком», НПП «Хартрон-Аркас», ГНИП КОНЭКС, ЦКБ «Арсенал», ГП «Днепрокосмос». Изготовление аппарата «Січ-2» было осуществлено в ПО «Южный машиностроительный завод». В дополнение к целевой аппаратуре дистанционного зондирования Земли на аппарате установлен комплекс научной аппаратуры «Потенциал», назначением которого является отработка методов мониторинга космической погоды и поиска геофизических эффектов в ионосфере.

17 августа 2011 г. космический аппарат «Січ-2» был запущен ракетой-носителем «Днепр» на круговую солнечно-синхронную орбиту высотой 700 км. После выведения на орбиту он стал 401-м космическим аппаратом разработки КБ «Южное», успешно функционирующим на орбите. С августа по сентябрь 2011 г. были проведены летные испытания космической системы «Січ-2»,

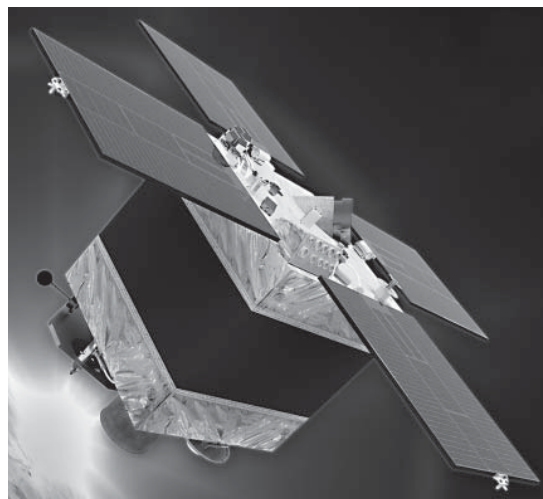


Рис. 9. Космический аппарат «Січ-2»

на основании результатов которых решением Государственной комиссии от 16 ноября 2011 г. она была принята в опытную эксплуатацию. Управление космическим аппаратом «Січ-2» в полете, получение и обработка информации с него в настоящее время проводится персоналом Национального центра управления и испытаний космических средств с использованием технических средств, расположенных в Евпатории и Дунаевцах.

Научно-прикладной программой использования данных дистанционного зондирования КА «Січ-2» предусматривается:

- отработка методов оценки:
 - экологического состояния ландшафта Украины;
 - прогноза урожайности на основе комплексной обработки наземной и космической информации;
 - оценки влияния геодинамических факторов на экологическое состояние урбанизированных территорий;
 - поиска месторождений нефти и газа на суше и шельфе;
 - комплексного мониторинга акваторий Черного и Азовского морей.
- опытная эксплуатация методик:
 - определения видового состава и состояния лесов;

- дистанционного контроля снегового покрова;
- обнаружения лесных и степных пожаров;
- оценки состояния озимых культур и других.

В настоящее время космическая система «Січ-2» функционирует в нормальном эксплуатационном режиме.

Ожидаемыми результатами ее эксплуатации являются:

- информационная поддержка деятельности высшего военно-политического руководства страны;
- решение общегосударственных задач мониторинга природных ресурсов, рационального природоиспользования, технических и природных катаклизмов;
- решение задач сельского хозяйства, земледользования, градостроительства, контроля и оценки загрязнения окружающей среды, использование данных съемки для получения цифровых карт местности;
- разработка методик диагностики природных и технических катастрофических явлений;
- разработка методов диагностики газоплазменных и электродинамических характеристик геополосы;
- международное сотрудничество в области дистанционного зондирования Земли с целью решения глобальных и национальных проблем путем обмена спутниковой информацией.

В соответствии с перспективными планами и концепцией развития космической отрасли Украины до 2032 г. намечается осуществить модернизацию упомянутого выше космического аппарата «Січ-2», в результате которой он должен обеспечивать проведение съемки участков земной поверхности с разрешением не хуже 2.5 м (вместо достигнутых 8 м) и провести разработку ряда космических аппаратов оптического наблюдения поверхности Земли с разрешением около 1 м.

Кроме того, в планах КБ «Южное» — создание космических аппаратов всепогодного радиоло-

кационного наблюдения среднего и высокого разрешения и перспективных аппаратов научного назначения.

В настоящее время Украина обладает всеми составляющими — научной, инженерной, производственной и кадровой, необходимыми для осуществления современных крупномасштабных космических проектов. Важная роль в реализации этих проектов отводится ГП КБ «Южное», как головному предприятию в ведомстве Государственного космического агентства Украины. Весомое место в планах дальнейших работ предприятия занимают работы по созданию конкурентоспособных ракет-носителей и космических аппаратов по обеспечению получения и распространения информации, являющейся результатом проведения съемок поверхности Земли и исследования космического пространства.

Вся история и опыт ГП КБ «Южное», а также накопленный им в течении 50 лет работы в области создания образцов космической техники научно-технический потенциал, вселяют уверенность в том, что еще многие задачи, стоящие перед космической отраслью Украины, являющейся частью мирового космического сообщества, будут успешно решены.

Надійшла до редакції 12.03.12

A. V. Degtyarev

50 YEARS IN SPACE ORBITS

We describe some conditions of the beginning and further development of a new direction of activity, namely, the elaboration of launch vehicles and spacecraft (SC), at the Yuzhnoye SDO which was one of the leading enterprises-developers of strategic missile complexes. A list of SC developed at the Yuzhnoye SDO is given and an overview of directions of space researches carried out with the help of these SC from 1962 to 2012 is presented. The stages of SC creation work at the Yuzhnoye SDO are considered and a brief description of SC characteristics and design features is given. We show the contribution of the Yuzhnoye SDO to the solution of scientific-technical problems of the elaboration of several spacecraft generations and the role of the Yuzhnoye SDO in the study and usage of space within the framework of Kosmos and Interkosmos programs as well as in the framework of the national space programs of Ukraine.