

УДК 629.78.001.12/.13 DOI 10.30894/issn2409-0239.2021.8.2.4.10

Участие АО «Российские космические системы» в реализации отечественных космических программ исследования дальнего космоса

А. В. Круглов, *д. т. н., проф., contact@spacecorp.ru*
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

Е. П. Молотов, *д. т. н., проф., contact@spacecorp.ru*
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

В. М. Ватулин, *д. т. н., проф., contact@spacecorp.ru*
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье описана роль АО «Российские космические системы» в реализации отечественных космических программ в области исследования космического пространства и планет Солнечной системы автоматическими космическими аппаратами и межпланетными комплексами. В кратком виде изложена история создания отечественного наземного комплекса управления дальними космическими аппаратами при реализации программы научных исследований в дальнем космосе, приведены основные научные результаты этих исследований.

Ключевые слова: дальний космос, спутник Земли, космический аппарат, космическая станция, антенна, планета, атмосфера, поверхность планеты, история

Participation of Joint Stock Company “Russian Space Systems” in Realization of National Space Programs of Deep Space Exploration

A. V. Kruglov, *Dr. Sci. (Engineering), Prof., contact@spacecorp.ru*
Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

E. P. Molotov, *Dr. Sci. (Engineering), Prof., contact@spacecorp.ru*
Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

V. M. Vatutin, *Dr. Sci. (Engineering), Prof., contact@spacecorp.ru*
Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article describes the role of Joint Stock Company “Russian Space Systems” in realization of national space programs, in study of space and planets of the solar system by automatic spacecraft and interplanetary complexes. The history of the creation of the national ground control system for long-range spacecraft in realization of the program of scientific research in deep space is briefly described. The main scientific results of these studies are given.

Keywords: deep space, Earth satellite, spacecraft, space station, antenna, planet, atmosphere, planet surface, history

XX-е столетие ознаменовалось великими достижениями советских и российских ученых, конструкторов и технических специалистов в создании уникальных условий для исследований космического пространства и планет Солнечной системы. Мы первые запустили искусственный спутник Земли (ИСЗ), первые освоили условия пребывания космонавта на борту ИСЗ, первые предложили и осуществили целый ряд космических экспериментов по программам «Луна», «Венера», «Марс» и др.

Рождение первых искусственных спутников Земли, ознаменовавших начало космической эры, происходило под руководством главного конструктора ОКБ-1 С. П. Королева и его сподвижников в создании наземных средств управления запускаемых космических аппаратов для исследования дальнего космоса: главных конструкторов М. С. Рязанского, М. И. Борисенко, Е. Я. Богуславского (НИИ-885) и Л. И. Гусева (ФГУП «РНИИ КП»).

Отправным событием в создании НИИ-885 явилось историческое Постановление Совета Министров СССР от 13 мая 1946 г., определившее начало работ в стране по созданию ракетной техники. От этой даты, собственно, начинается формирование НИИ-885 как головного предприятия по системам управления ракет (в Постановлении — «научно-исследовательский институт с проектно-конструкторским бюро по радио- и электроприборам управления дальноточными и зенитными реактивными снарядами»).

Исследования дальнего космоса

К моменту начала космических исследований с помощью космических аппаратов (КА) в Советском Союзе наибольшим опытом использования радиотехнических систем для управления ракетами дальнего действия обладал НИИ-885. Поэтому естественным образом исследование дальнего космоса — Луны, Марса, Венеры — осуществлялось с участием НИИ-885, обеспечивавшим создание систем управления дальними космическими аппаратами. Начало исследований дальнего космоса в Советском Союзе было положено запуском в 1961 г. космической станции «Венера-1» и в 1962 г. космической станции «Марс-1». Связь со станцией

«Венера-1» поддерживалась до 23 млн км, со станцией «Марс-1» — до 104 млн км.

Для управления первыми дальними КА (ДКА) в специально созданном СКБ-567 под руководством Е. С. Губенко были разработаны бортовые аппаратные комплексы «Венера» (В) и «Марс» (М) и наземный радиотехнический комплекс (НРТК) «Плутон», установленный в городе Евпатории.

В составе комплекса «Плутон» были созданы и использовались антенны АДУ-1000, в которые входило по 8 штук 16-метровых антенных зеркал, сигналы с которых суммировались, мощность передатчика составляла 60 кВт (рис. 1).

Для определения траектории полета КА на приземном участке полета с большей точностью и за более короткое время в НИИ-885 были разработаны три станции приземного контроля (СПК). Эти станции с восьмиметровыми антеннами были установлены в городах Евпатории, Щелково и Уссурийске. Вместе с НРТК «Плутон» они образовали первый наземный комплекс управления дальними космическими аппаратами.

В 1963 г. правительство приняло решение об объединении предприятий НИИ-885 и СКБ-567.

Следующий запуск КА «Венера-2» и «Венера-3» был осуществлен в 1965 г. В составе станции «Венера-3» уже предусматривался спускаемый аппарат (СА) для проведения исследований в атмосфере Венеры. Станция «Венера-2» прошла на расстоянии 24 тыс. км от Венеры, а станция «Венера-3» совершила жесткую посадку на поверхность планеты.

Впервые успешно осуществила исследование атмосферы Венеры спускаемым аппаратом космическая станция «Венера-4», запущенная в 1967 г. Полученные результаты исследования атмосферы Венеры были подтверждены при полете КА «Венера-5» и «Венера-6» в 1969 г.

В 1970 г. была запущена космическая станция «Венера-7». Основной задачей станции было осуществление мягкой посадки СА на поверхность Венеры, для этого аппаратура спускаемого аппарата необходимым образом дорабатывалась, чтобы была возможность выдержать температуру более 500 °С и давление до 100 атм.

КА «Венера-7» впервые совершил мягкую посадку на поверхность планеты и получил полный температурный разрез атмосферы.

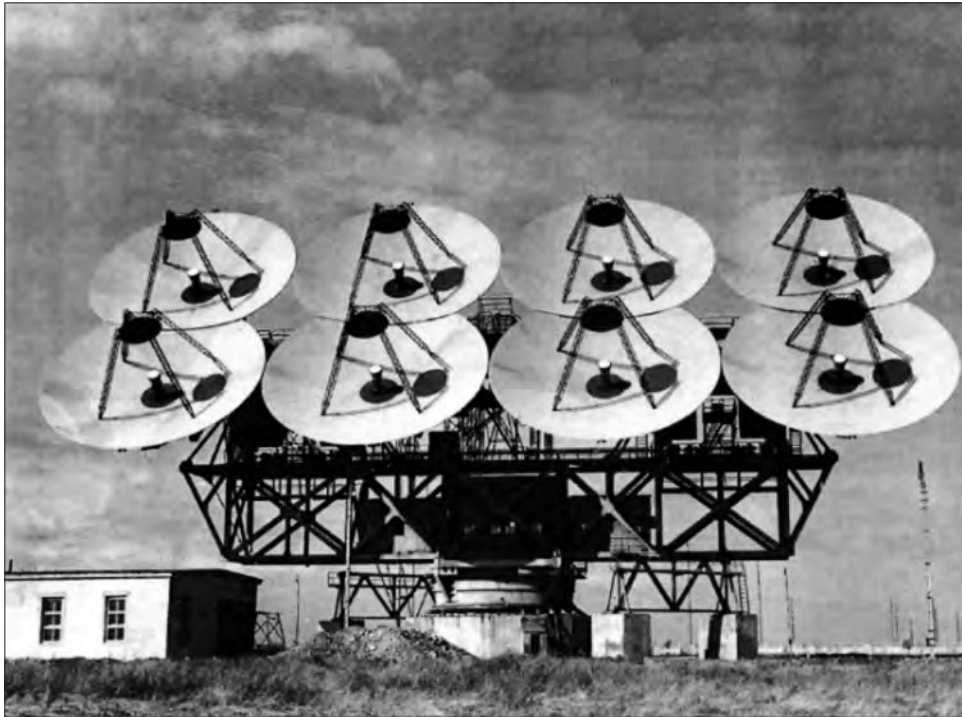


Рис. 1. Антенна АДУ-1000

Начиная с 1971 г. для исследования Венеры и Марса стали использоваться КА нового поколения, выводимые на траекторию полета мощной ракетой-носителем «Протон», что позволило значительно увеличить вес КА и вес полезной нагрузки и расширить объем проводимых исследований в дальнем космосе.

Для реализации требований новых космических программ бортовой и наземный радиокomплексы были значительно доработаны:

- в составе НКУ ДКА был создан в городе Уссурийске Восточный центр дальней космической связи;

- повышены точность траекторных измерений и пропускная способность радиолинии передачи научной информации.

Комплекс «Плутон» в городе Евпатории был модернизирован. В состав комплекса была введена аппаратура широкополосного сантиметрового канала. Такой же комплекс аппаратуры, рассчитанный для работы в сантиметровом диапазоне, был установлен в городе Симферополе.

Для обеспечения высокого энергетического потенциала ответных радиолиний в НРТК «Са-

турн-МСД» использовалась вновь созданная высокоэффективная приемная антенна П-400 с диаметром зеркала 32 м и эффективной площадью 400 м² (рис. 2). Передающая антенна П200П (рис. 3) имела диаметр зеркала 25 м, мощность передатчика составляла 80 кВт.

Одним из способов увеличения объема научной информации, передаваемой СА, стало использование орбитального космического аппарата в качестве ретранслятора сигнала СА на Землю через остроуправленную бортовую антенну орбитального КА.

В 1971 г. были запущены и выведены на орбиту спутника Марса космические станции «Марс-2» и «Марс-3» и выведены на орбиту спутника Марса. СА ДКА «Марс-3» впервые совершил мягкую посадку на поверхность Марса, и с него в расчетное время в течение 20 с принимался на Земле сигнал, ретранслированный через орбитальный аппарат «Марс-3».

Используя компьютерную обработку принятого сигнала СА ДКА «Марс-3», удалось получить фрагмент панорамы марсианской поверхности. С помощью научной аппаратуры орбитальных комплексов КА «Марс-2» и «Марс-3» в течение длитель-



Рис. 2. Приемная антенна П-400



Рис. 3. Передающая антенна П200П

ного времени производились дистанционные исследования поверхности Марса (температура, рельеф, состав и строение атмосферы), магнитного поля и ионосферы планеты.

В 1973 г. к Марсу были запущены четыре автоматические межпланетные станции: «Марс-4», «Марс-5», «Марс-6» и «Марс-7». Станции «Марс-4» с пролетной траектории и «Марс-5» с орбиты спутника Марса с помощью фототелевизионного устройства провели высококачественное фотографирование поверхности планеты с использованием различных объективов и светофильтров. Впервые были синтезированы цветные снимки поверхности Марса. Спускаемый аппарат ДКА «Марс-6» совершил спуск на парашюте в атмосфере с высоты 20 км до поверхности планеты. Впервые производились прямые измерения химического состава атмосферы Марса, а также давления, температуры и др.

Станции нового поколения «Венера-9» и «Венера-10» запущены в 1975 г. Эти станции впервые были выведены на орбиты искусственных спутников Венеры с высотой 1600 км и периодом обращения

около 2 сут. СА станций совершили мягкую посадку на невидимой с Земли освещенной стороне Венеры.

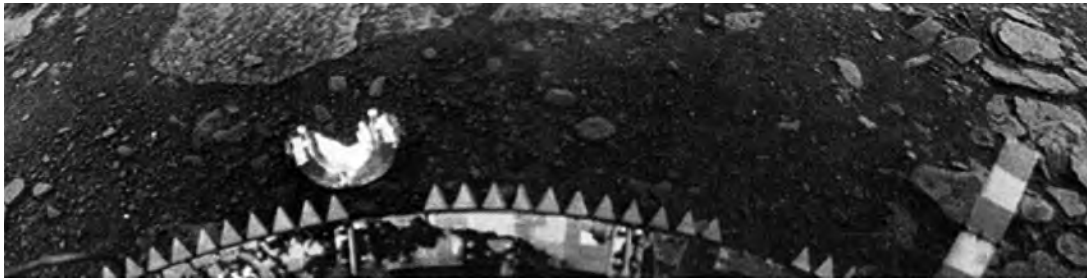
Станции «Венера-13» и «Венера-14» запущены в 1981 г. В марте 1982 г. СА станций совершили мягкую посадку на поверхность Венеры на расстоянии 1000 км один от другого в районах с различными характеристиками рельефа, а станции были выведены на орбиты спутников Венеры. Передача ТМИ и цветного панорамного изображения при спуске СА происходила на скорости 64 кбит/с с ретрансляцией сигналов через орбитальные аппараты (рис. 4).

В рамках следующей космической программы «Вега» («Венера — комета Галлея», 1984–1986 гг.) предполагалось решение нескольких важных научных проблем:

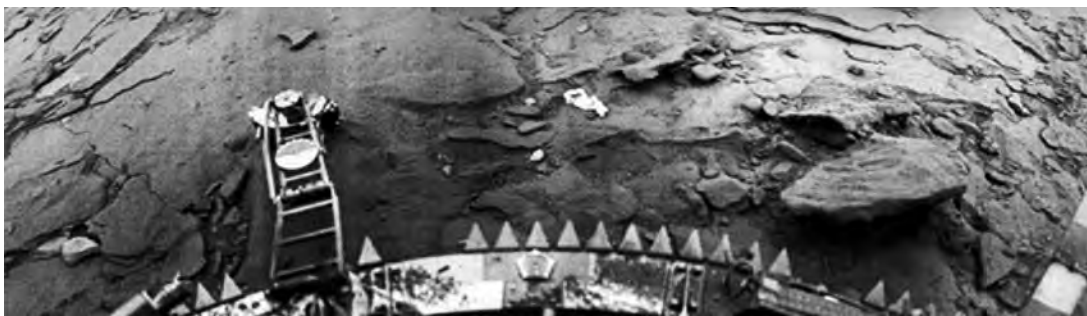
- исследование особенностей атмосферной циркуляции и уточнение параметров венерианского облачного покрова с помощью дрейфующих аэростатных зондов (АЗ);
- дальнейшее изучение атмосферы и поверхности Венеры с помощью СА.



а



б



в



г

Рис. 4. Панорамы, переданные станциями «Венера-13» (а, б) и «Венера-14» (в, г)

Комплексные исследования кометы Галлея с пролетного аппарата (ПА)

Для выполнения этих задач были значительно доработаны бортовая и наземная аппаратуры комплекса радиуправления КА. В Уссурийске в 1985 г. были введены антенна П-2500 и НРТК

«Квант-Д» в полном объеме. В составе аппаратуры АЗ разработали высоконадежный малогабаритный передатчик с мощностью 4,5 Вт, работающий в диапазоне 18 см.

Запуск космических станций «Вега-1» и «Вега-2» был осуществлен в декабре 1984 г. СА космических станций совершили мягкую посадку



Рис. 5. Снимок кометы Галлея

на поверхность Венеры в районах, отстоящих друг от друга на 1500 км, в июне 1985 г.

6 и 9 марта 1986 г. ПА станций «Вега-1» и «Вега-2» прошли соответственно на расстояниях 8890 км и 8030 км от ядра кометы и произвели фотографирование и другие исследования кометы Галлея.

Всего со станций «Вега-1» и «Вега-2» было принято около 1500 фотоизображений кометы (рис. 5).

В 1988 г. были запущены космические аппараты «Фобос-1» и «Фобос-2» для продолжения исследования Марса. Проект «Фобос» представлял собой многоцелевую программу, предусматривавшую комплексное исследование объектов Солнечной системы: Марса, его спутника Фобоса, Солнца и межпланетного пространства.

На базе аппаратуры НРТК «Фобос» в 2010 г. был создан НРТК «Спектр-Х» с антенной ТНА-57, с диаметром зеркала 12 м, установленный на полигоне Байконур. Этот комплекс был предназначен для работы ДКА на приземном участке полета и с КА, работающим на вытянутых эллиптических орбитах вокруг Земли. Аппаратура комплексов «Фобос» и «Спектр-Х» была установлена также на пункте «Медвежья Озера».

Полностью выполнить программу «Фобос» не удалось из-за гибели КА.

Цикл исследований Луны

Параллельно с обеспечением исследований в дальнем космосе с участием ФГУП «РНИИ КП» (АО «Российские космические системы») был проведен цикл исследований Луны, а также исследования с помощью научных космических лабораторий, запускаемых на вытянутые эллиптические орбиты спутников Земли.

В 1959 г. к Луне были запущены две лунные станции — «Луна-1» и «Луна-2». Станция «Луна-1» прошла мимо Луны и стала первым искусственным спутником Солнца. Станция «Луна-2» совершила жесткую посадку на поверхность Луны, доставив туда вымпел нашей страны. Лунная станция «Луна-3» была запущена к Луне в 1959 г. и осуществила первое фотографирование обратной стороны Луны.

Мягкая посадка на поверхность Луны осуществлена станцией «Луна-9» в 1966 г. Она впервые передала на Землю панорамное изображение с высокой четкостью поверхности Луны. В том же

году программа фотографирования поверхности Луны была повторена станцией «Луна-13».

На орбиту искусственных спутников Луны были выведены станции «Луна-10», «Луна-11», «Луна-12», проводивших исследование Луны (фотографирование), гравитационное поле Луны и др. В период 1964–1970 гг. производилось исследование Луны КА «Зонд-3, -4, -5, -6, -7, -8». Основной задачей этих запусков была отработка мягкой посадки КА на Землю при возврате со второй космической скоростью. При этих запусках было повторено фотографирование обратной стороны Луны с высоким качеством, а с помощью полученных фотографий созданы полный глобус Луны и «Атлас обратной стороны Луны».

По программе исследования Луны осуществили создание движущейся по поверхности лаборатории — лунохода. Для управления луноходом создали специальный наземный комплекс — пункт управления луноходом, установленный вблизи Симферополя (НИП-10). С его помощью специально обученный экипаж осуществлял управление луноходом и получением с него научной информации.

Всего было запущено два лунохода — «Луноход-1» и «Луноход-2». «Луноход-1» проводил исследования Луны в течение 10 мес и прошел по поверхности Луны 10,5 км (11 лунных дней). «Луноход-2» проводил исследования Луны в течение 3,5 месяцев (4 лунных дней) и прошел расстояние 42 км.

Параллельно с исследованием Луны с помощью специальных лунных станций с возвратной ракетой проводились работы по автоматической доставке на Землю лунного грунта. Лунный грунт из различных районов Луны был доставлен на Землю три раза: 12.09.1970 — «Луна-16»; 14.02.1972 — «Луна-20»; 09.08.1976 — «Луна-24». «Луна-24» доставила грунт с глубины 2 м.

Перспективы

В настоящее время все более становится актуальным вопрос о проведении исследований в дальнем космосе автоматическими и пилотируемыми КА. Прорабатываются задачи расширения исследований в дальнем космосе, в том числе продолжение цикла исследований Луны — про-

екты «Луна-26, -27, -28», проектирование постоянно действующих станций на поверхности Луны и Марса, исследования астероидов и др.

В 2021 г. наблюдательный совет Госкорпорации «Роскосмос» одобрил программу стратегических преобразований предприятий космического приборостроения и решение по формированию холдинга космического приборостроения на основе АО «Российские космические системы». Эти решения определяют будущий облик одного из важнейших предприятий ракетно-космической отрасли России и направлены на сохранение и поступательное развитие научного, технологического, производственного и инновационного потенциала головного предприятия космического приборостроения.

Список литературы

1. История создания и развития АО «Российские космические системы»; сост. А. С. Селиванов, И. А. Морозов, Н. С. Данилин, М. В. Подвербная и др.; пред. ред. колл. А. Е. Тюлин. АО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем». Екатеринбург: Форд Диалог-Исеть, 2015. 350 с.
2. Ежов С. А., Ватутин В. М., Круглов А. В., Молотов Е. П., Селиванов А. С. История создания и перспективы развития Российского наземного комплекса управления дальними космическими аппаратами при реализации отечественных космических программ исследования дальнего космоса. Результаты исследований // Успехи современной радиоэлектроники. 2018. № 3. С. 3–15.
3. Селиванов А. С., Старцев В. К. Первые искусственные спутники Земли — советские космические аппараты ИСЗ-1, ИСЗ-2 // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2017. Т. 4, вып. 4. С. 94–97.
4. Молотов Е. П., Тимофеев Ю. А. Воспоминания об отдельных событиях эпохи освоения Луны в рамках советской программы Е-8, Е-8/5 и программы США «Аполлон» // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2019. Т. 6, вып. 4, С. 97–101.
5. Селиванов А. С. Программа Е-6: первая мягкая посадка на Луну и передача первой лунной панорамы // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2016. Т. 3, вып. 3. С. 98–99.