

Neues kosmisches System der Nachrichten- übertragung

Am 15. November wurde in Moskau ein Abkommen über die Einrichtung eines internationalen Systems der kosmischen Nachrichtenübertragung unterzeichnet. Das Abkommen unterzeichneten Vertreter Bulgariens, der DDR, Kubas, der Mongolei, Polens, Rumäniens, der Sowjetunion, der Tschechoslowakei und Ungarns. Das Abkommen steht anderen Staaten zum Beitritt offen. Es bezweckt, den Bedarf der ihm beigetretenen Länder an Kanälen für Fernmeldeverbindungen sowie für Farb- und Schwarzweiß-Fernsehübertragungen besser zu befriedigen.

Erste Landung auf dem Roten Planeten

Am 2. Dezember 1971 ist zum erstenmal in der Geschichte der Raumfahrt die Landekapsel einer automatischen Station — der Sonde Mars 3 — weich auf der Oberfläche des Planeten Mars gelandet.

Der Flug der automatischen Station Mars 3 auf ihrer interplanetaren Bahn dauerte 188 Tage. Am 2. Dezember wurde die letzte Korrektur der Flugbahn vorgenommen. Die dazu erforderlichen Operationen wurden autonom mit Hilfe des Bordsystems der kosmischen Astronavigation und des Bordcomputers ausgeführt. Die Geräte berechneten selbsttätig Größe und Richtung des Korrekturimpulses — notwendige Bedingungen für die Loslösung der Landekapsel zum angegebenen Zeitpunkt, für deren Eintritt in die Marsatmosphäre und die weiche Landung auf der Oberfläche des Planeten.

Nach seiner Trennung tauchte der Landeapparat in die Atmosphäre des Planeten ein und schwebte an einem Fallschirm auf die südliche Halbkugel des Mars hinab, wo er zwischen den Gebieten Elektris und Phaetonis in einem Raum mit den Koordinaten 45 Grad südlicher Breite und 158 Grad westlicher Länge weich aufsetzte. An Bord des Landeapparates befindet sich ein Wimpel mit dem Wappen der Sowjetunion.

Die Orbitalstation Mars 3 setzte nach Loslösung der Landekapsel den Flug auf ihrer Bahn fort, die in 1500 Kilometer Entfernung von der Oberfläche des Planeten verläuft.

Die Signale der Landekapsel, die zur berech-

neten Zeit auf der Oberfläche des Planeten aufgesetzt hatte, wurden an Bord des Marsatelliten Mars 3 empfangen, aufgezeichnet und später, während der Funkkontakte vom 2. bis 5. Dezember, zur Erde übermittelt. Die von der Marsoberfläche empfangenen Bildsignale waren nur von kurzer Dauer und brachen unvermittelt ab.

Die sowjetische automatische Station Mars 2, die am 19. Mai auf eine interplanetare Bahn gebracht worden war, ist bereits am 27. November auf die Bahn eines künstlichen Marsatelliten eingeschwenkt. Auf ihrem 470 Millionen Kilometer langen Weg nahmen die an Bord der 4650 Kilogramm schweren Station installierten wissenschaftlichen Apparaturen Untersuchungen des interplanetaren Weltraums vor. Sie sollen unter anderem die Charakteristiken des Sonnenplasmas, der kosmischen Strahlen und der Radiationssituation erforschen.

Am 17. Juni, am 20. und am 27. November wurden programmgemäß Bahnkorrekturen vorgenommen. Das letzte Manöver von Mars 2 erfolgte ohne Steuerung von der Erde mit Hilfe der eigenen Bordautomatik.

Mars und Erde entfernen sich täglich etwa eine Million Kilometer voneinander. Die Funksignale von der Marsumlaufbahn gelangen deshalb mit jedem Tag später ins Steuerungszentrum. Es ist natürlich äußerst kompliziert, einen Raumflugkörper von der Erde aus zu steuern, wenn dessen Funksignale erst nach

Fortsetzung Seite 48

Mondsatelliten und ihre Aufgaben

Im Bereich der Mondforschung sind zwei Hauptrichtungen erkennbar. Bei der ersten werden Apparate verwendet, die sich unmittelbar auf der Mondoberfläche befinden. Experimente dieser Art wurden durch die Mondsonden Luna 9 und Luna 13 eingeleitet. Vor einem Jahr beförderte Luna 16 Mondgesteinsproben zur Erde, während Luna 17 das ferngesteuerte und selbstfahrende Laboratorium Lunochod 1 auf dem Mond absetzte.

Mit den Geräten der erwähnten Raumflugkörper wurden physikalisch-chemische Daten des Mondbodens ermittelt, elektromagnetische Strahlungen und manche andere Erscheinungen untersucht. Aber obwohl mit Lunochod 1 beispielsweise fast 500 000 Quadratmeter der Mondoberfläche untersucht wurden, erbringen Experimente dieser Art angesichts der Größe des Mondes nur unzureichende Angaben, während uns künstliche Satelliten weit umfangreichere Informationen liefern können.

Die Entwicklung künstlicher Mondtrabanten erwies sich deshalb als eine unumgängliche Etappe bei der Erschließung des Weltraums. Sie bietet weitreichende Möglichkeiten für das Studium physikalischer Eigenschaften der Himmelskörper und Planeten. Am 3. April 1966 wurde die Mondsonde Luna 10 auf eine Mondumlaufbahn gebracht, ihr folgten die Mondsonden Luna 11, Luna 12 und Luna 14 sowie die Raumflugkörper des Typs Sonde, mit denen wiederholte und großräumige Untersuchungen der Mondoberfläche vorgenommen wurden. Da der Mond keine Atmosphäre besitzt, zeichnen sich künstliche Mondsatelliten durch lange Lebensdauer aus, wobei ihre Umlaufbahnen in einer relativ geringen Höhe verlaufen können. Die Sichtweite eines Satelliten wird im allgemeinen durch die Bahnneigung und -höhe bestimmt. Auf einer Polarbahn kann beispielsweise ein Satellit im Laufe eines Mondtages, der 27 Erdtagen gleichkommt, die ganze Mondoberfläche überfliegen. Bei tiefgelegenen Umlaufbahnen verläuft dabei jede Mondumkreisung um einen Grad westlicher als die vorangegangene.

Mit dem Start automatischer Sonden auf mondnahe Bahnen werden im wesentlichen drei Ziele verfolgt: Studium der Struktur des Gravitationsfeldes des Mondes und namentlich Präzisierung des Verhältnisses zwischen Mond- und Erd-

masse; Erforschung der meteoritischen Materie, der Strahlungen und des Magnetfeldes im mondnahen Raum; Fotografieren der Mondoberfläche.

Die erste Aufgabe kann durch jeden beliebigen Mondsatelliten gelöst werden, insofern die Möglichkeit besteht, dessen Bahnparameter zu messen. Eine längerwährende Beobachtung der Veränderungen der Umlaufbahn versetzt uns in die Lage, die Parameter der Mondfigur, Exzentrizität und Heterogenität des Gravitationsfeldes sowie örtliche Anomalien zu ermitteln. Mit Hilfe von Mondsatelliten konnte beispielsweise bewiesen werden, daß sich die Gestalt des Mondes von einem sphärisch symmetrischen Körper unterscheidet und einer sich (auf die unsichtbare Mondseite zu) verjüngenden Birne gleicht. Es wurden ferner Gebiete mit einer beträchtlichen Massenkonzentration, die sogenannten Maskone, entdeckt, die bei den Satelliten eine merkliche Erhöhung der örtlichen Geschwindigkeit zur Folge hatten. Vermutlich handelt es sich bei den Maskonen um bedeutende Anhäufungen von Materie, die sich unterhalb der Ober-schicht des Mondes befinden.

Von beträchtlichem Interesse ist die Frage nach der Lebensdauer künstlicher Mondsatelliten. Obwohl keine Atmosphäre den Flug eines Satelliten um den Mond bremst, kann ein Mondsatellit nicht ewig existieren. Es treten Bahnstörungen infolge der Exzentrizität des Mond-Gravitationsfeldes auf, zum anderen wird der Satellitenflug von den Gravitationsfeldern der Erde und der Sonne beeinflusst, die die Umlaufbahn zum „Schaukeln“ bringen. Diese wird dadurch langgestreckt, so daß der Satellit schließlich auf den Mond abstürzt. Der Prozeß verläuft jedoch sehr langsam, ein Satellit kann den Mond jahrelang umkreisen.

Die zweite Aufgabe der Forschungs-sonden im mondnahen Raum besteht im Studium der Wechselwirkung zwischen den Magnetfeldern des Mondes, der Erde und des interplanetarischen Raums, in der Untersuchung der Ausstrahlung des Oberschichtgesteins des Mondes, seiner Reflexionsfähigkeit, der Meteoriteilchen usw.

Ein Teil dieser Aufgaben wurde von der Sonde Luna 10 gelöst, die gerade zu dem Zeitpunkt in eine Mondumlaufbahn eingesteuert wurde, als der Mond die „Magnet-

schleppe“ der Erde passierte, also jenes Gebiet der magnetischen Kraftlinien, die vom „Sonnenwind“ zur Nachtseite der Erde abgedrängt werden.

Das dritte Ziel ist das Fotografieren der Mondoberfläche. Obwohl anhand der Daten, die bei zahlreichen Mondflügen gewonnen wurden, Mondkarten und ein Mondglobus fertiggestellt werden konnten, fehlen den „Mondgeodäten“ hinreichend exakte Mondkarten kleinen Maßstabes mit einem genauen Anschluß des Geländes an die Mondkoordinaten. Von wesentlichem Interesse ist auch die Hypsometrie (Höhenmessung) der Mondoberfläche mit ihren Berggipfeln, „Meeresküsten“, „Kontinenten“ usw.

Das Fotografieren des Mondes ist eine spezifische Aufgabe der Sonden, die auf mondnahen Bahnen kreisen. Muß eine vollständige kartografische Aufnahme der Mondoberfläche durchgeführt werden, so ist es zweckmäßig, den Satelliten auf eine hochgelegene, nahezu polare Umlaufbahn zu bringen. Zum Fotografieren kleinerer Abschnitte der Mondoberfläche eignet sich dagegen eine Bahn, bei der sich das Periselenium, die geringste Flughöhe, über den zu erforschenden Gebieten befindet.

Die Angaben, die ein Mondflug erbringt, lassen sich in Forschungs- und Betriebsinformationen unterteilen. Bei den ersteren handelt es sich um die Daten, die mit der wissenschaftlichen Bordapparatur gewonnen und zur Erde gesendet werden, bei den letzteren um die Fernmeßdaten über das Funktionieren der Bordsysteme und -apparate. Obwohl bei den Raumfluggeräten ein und derselben Serie eine gewisse Kontinuität besteht, werden bei jedem Flug einige Baueinheiten erneuert. Die Fachleute wollen natürlich wissen, ob die von ihnen gewählten technischen Lösungen auch richtig waren.

Die Raumsonde Luna 19, die seit dem 3. Oktober als neuer künstlicher Satellit den Mond umkreist, muß ein umfangreiches Forschungs- und Versuchsprogramm absolvieren. Die Betriebs- und Forschungsinformationen von Bord dieser Sonde werden unser Wissen sowohl über die Arbeitsweise der neuen Raumsonde selbst als auch über die physikalischen Charakteristiken des Mondes und des mondnahen Weltraums erweitern.

Alexander Netschajew

Erste Landung auf dem Roten Planeten

Fortsetzung von Seite 6

acht Minuten Laufzeit auf der Erde empfangen werden.

Die Antennensysteme im Flugleitzentrum wurden weiter verbessert, die Empfindlichkeit der Empfangsvorrichtungen wurde erhöht. Dies führte zu einer Verstärkung des Zustroms der von Bord einlaufenden Informationen. Als Mars 2 sich bis auf 60 000 Kilometer der Marsoberfläche genähert hatte, erhielt die Station von der Erde den Befehl, alles weitere selbst zu erledigen.

Das System der selbständigen kosmischen Navigation nimmt in der Bordapparatur von Mars 2 einen besonderen Platz ein. Dieses System hat die Aufgabe, die abschließenden Operationen zur Bahnkorrektur in Planetennähe und das Einschwenken der Station in eine Marssatellitenbahn selbst zu gewährleisten.

Ehe man die eigentliche Arbeit zur Entwicklung dieses Systems in Angriff nahm, wurden alle vorhandenen Informationen über die fotometrischen Werte des Mars in den verschiedenen Bereichen des Spektrums gesammelt, denn Sensoren reagieren auf die Leuchtkraft des Planeten. Diese Angaben wurden einem Computer eingegeben, der optimale Charakteristiken errechnete, wie sie für die Schaffung eines Planetenmodells nötig waren. Entsprechend diesem Modell wurde das Navigationssystem entwickelt, eingerichtet und getestet.

Beim Flug der Station zum Mars begann ein Sensor den Planeten „abzutasten“. Binnen weniger Minuten wurden Tausende Messungen vorgenommen, die unrichtigen Resultate verworfen, die zutreffenden zu einem Mittelwert verallgemeinert. Dann ermittelte man die Koordinaten der Planetenmitte und den Radius. Die gewonnenen Ergebnisse wurden dem Bordcomputer eingegeben, der die erforderlichen Daten für die Bahnkorrektur errechnete und außerdem die Informationen zur Präzisierung der späteren Bremsvorgänge lieferte. Auf Befehl des Computers wurden dann das Triebwerk eingeschaltet und die Flugbahn korrigiert. Die Station orientierte sich nach der Sonne und dem Stern Kanopus.

Und nun erfolgte das letzte Einschalten des Triebwerks auf Mars 2. Die Zeit für den Bremsvorgang war entsprechend den Meßergebnissen des Systems der selbständigen Navigation exakt ermittelt worden. Mit Hilfe des Triebwerks wurde die Geschwindigkeit der Station derart verlangsamt, daß Mars 2 als künstlicher Satellit auf eine Umlaufbahn um den Planeten einschwenkte.

Das alles erfuhr man im Zentrum für kosmische Fernverbindungen erst, als die Speichervorrichtungen der Station, die die geringsten Einzelheiten des Betriebs der Bordsysteme festhielten, von der Erde aus „befragt“ wurden.

Die Station Mars 2 umkreist jetzt den Planeten auf einer Bahn mit folgenden Parametern: maximale Entfernung von der Oberfläche des Planeten 25 000 Kilometer, minimale Entfernung von der Oberfläche des Planeten 1380 Kilometer,

Bahnneigung relativ zur Marsäquatorebene 48 Grad und 54 Minuten, Umlaufzeit 18 Stunden. Sämtliche Systeme und Aggregate der automatischen Station Mars 2 arbeiten normal.

Das Zentrum für kosmische Fernverbindungen hält die Verbindung mit den Stationen Mars 2 und Mars 3 aufrecht. Das Koordinations- und Rechenzentrum wertet die anfallenden Informationen aus.

Die Wissenschaft ist vorerst noch nicht sonderlich reich an Daten über die Physik der Oberfläche und der Atmosphäre des Planeten Mars. Ungenügend ist auch das Gravitationsfeld des Mars erforscht, unzureichend sind ferner die Informationen über den Einfluß der anderen Planeten und der Sonne auf die Bewegung der Marssatelliten. Mit der Zeit aber wird der Start von kosmischen Apparaten zum Mars nicht viel komplizierter sein, als es heute der Start von künstlichen Erdtrabanten ist. Die mit der weichen Landung auf dem Mars erneut nachgewiesene Leistungsfähigkeit der sowjetischen Raumfahrt eröffnet weite Perspektiven für die weitere Erforschung des Sonnensystems mittels automatischer Apparate.

In Zukunft werden es die autonomen Navigationssysteme an Bord automatischer Flugapparate in Verbindung mit Computern ermöglichen, kosmische Verbindungen zu den fernsten Planeten herzustellen, konstatierte die „Prawda“ in einem Bericht aus dem sowjetischen Flugleitzentrum.

In Zusammenhang mit den Experimenten an Bord der beiden Sonden Mars 2 und Mars 3 veröffentlichte die „Prawda“ einen Beitrag über die Erforschung des „Magnetschweif“ der Erde. Die Zeitung betont, daß die amerikanischen automatischen Stationen Pioneer 7 und Pioneer 8 den geomagnetischen Schweif in einer Entfernung von rund 3,35 Millionen Kilometern und 6,7 Millionen Kilometern von der Erde durchquert haben. Die jüngsten Starts von sowjetischen Marssonden boten ausgezeichnete Möglichkeiten, diese Messungen in sehr großen Entfernungen von der Erde durchzuführen.

In der Zeitung wird hervorgehoben, daß das an Bord von Mars 3 befindliche Gerät 36 Stunden lang in einer Entfernung von 20 Millionen Kilometern Ionenströme registrierte, deren Verteilung der Geschwindigkeit nach sich stark von denen unterscheidet, die im Sonnenwind beobachtet werden. Die wahrscheinlichste Erklärung dieser Erscheinung ist, daß die automatische Station in dieser Zeit ein Gebiet durchflog, in dem gleichzeitig hochionisierte Gase des Sonnenwindes und Auswirkungen des geomagnetischen Schweifs anzutreffen waren.

Eine Hauptaufgabe der Sonde ist das Studium der Oberflächenstruktur des Mars. Besonderes Interesse gilt der Beobachtung der jahreszeitlichen Veränderungen der Polkappen. Ähnlich wie der sowjetische Mondsatellit Luna 10 Basalte als Hauptgestein auf dem Mond identifizierte, kann der Marssatellit von seiner Umlaufbahn aus Marsminerale bestimmen.

Wladim Lewski