

Forschungsobjekt Ionosphäre

Leonid Wedeschin, der Verfasser dieses Beitrags, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Interkosmos-Rats bei der Akademie der Wissenschaften der UdSSR.

Am 1. Dezember 1972 wurde in der Sowjetunion im Rahmen des Programms der Zusammenarbeit der sozialistischen Länder bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums zu friedlichen Zwecken der künstliche Erdsatellit Interkosmos 8 gestartet.

Mit dem turnusmäßigen Weltraumexperiment, an dem Fachleute aus der DDR, Ungarn, der CSSR und der UdSSR beteiligt sind, wird im Rahmen des Interkosmos-Programms die Untersuchung von Parametern der oberen Atmosphäreschichten und der Ionosphäre der Erde fortgesetzt. Diese Untersuchungen nehmen unter den Richtungen der Weltraumforschung, die von Wissenschaftlern aus den sozialistischen Ländern gemeinsam betrieben wird, einen bedeutenden Platz ein.

Zur Erforschung der oberen Atmosphäreschichten und der Ionosphäre werden künstliche Erdsatelliten, geophysikalische und meteorologische Raketen eingesetzt. Es wurde ein Netz von Bodenstationen für ihre Beobachtung errichtet.

Die Ionosphäre ist eine ausgedehnte Schicht des erdnahen Weltraums, die das Leben des Menschen auf diese oder jene Weise beeinflusst. Ihre untere Grenze ist etwa 50 und die obere 20 000 bis 30 000 Kilometer von der Erde entfernt. Die Ionosphäre ist die elektrisch leitfähige Erdhülle. Sie besteht aus geladenen Teilchen: freien Elektronen und Ionen mit geringer Wärmeenergie. Von der Ionosphäre hängt in beträchtlichem Maße die Ausbreitung der Funkwellen ab, da sie die Langwellen teilweise absorbiert und die Kurzwellen reflektiert. Der letztere Umstand erlaubt den Kurzwellenfunkverkehr weit über die Grenzen des sichtbaren Horizonts hinaus, praktisch zwischen beliebigen Punkten der Erde. Der stabile und störungsfreie Funkverkehr hängt vom Zustand der Ionosphäre ab, der sich je nach der Sonnenaktivität, der Jahres- und der Tageszeit ändert.

Die Ionosphäre ist elektrisch neutral, sie erfüllt die Funktion eines natürlichen Strahlungsschildes und schützt die Erde vor den aus dem Weltraum eindringenden Strahlen. In den oberen Atmosphäreschichten wird zu einem beträchtlichen Teil die Ultraviolett-, die Röntgen- und die Korpuskularstrahlung der Sonne absorbiert, was das Leben auf unserem Planeten erst möglich macht.

Die Mannigfaltigkeit der physikalisch-chemischen Prozesse, die sich in den oberen Atmosphäreschichten abspielen, ist einmalig. Deshalb kann die Ionosphäre als eine Art riesiges Labor zum Studium von Prozessen im Plasma, in elektrischen und Magnetfeldern dienen. Die Erforschung der komplizierten Prozesse des Temperatur- und Massenwechsels in den oberen Atmosphäreschichten ist auch für die Meteorologie in bezug auf die Erde sehr wichtig: Sie können nämlich den Zustand der Atmosphäre an der Erdoberfläche und folglich die Entstehung des Wetters und des Klimas beeinflussen.

Die Beschaffenheit und der jeweilige Zustand der Ionosphäre sind für die Qualität der Funkverbindung zwischen der Erde und Raumflugkörpern, den Einsatz von Nachrichtensatelliten sowie für die Entwicklung verschiedener Ionenimpulsgeber, die für die Orientierung von Raumschiffen unentbehrlich sind, ausschlaggebend.

Bevor zu Forschungszwecken Raketen und Satelliten eingesetzt wurden, bestand die einzige Möglichkeit, Daten über die Ionosphäre zu gewinnen, darin, reflektierte Funkwellen von Bodenstellen aus zu messen und die Besonderheiten ihrer Ausbreitung zu untersuchen. Die Entwicklung der Raumfahrttechnik bot für die Erforschung von geophysikalischen Erscheinungen im erdnahen Weltraum vollkommen neue Möglichkeiten. Es konnten Verfahren angewendet werden, deren man sich zuvor nur im Labor bediente, zum Beispiel die Untersuchung ionisierter Gase während eines Fluges unmittelbar in der Ionosphäre oder im interplanetaren Raum darüber.

In Höhen, in denen künstliche Erdsatelliten fliegen, unterscheiden sich die Temperaturen der neutralen Teilchen, positiven Ionen und Elektronen erheblich voneinander. Während die Temperatur der neutralen Teilchen etwa 1000 Grad Kelvin beträgt, sind es bei den Elektronen 3000 bis 4000 Grad Kelvin und die Ionentemperatur weist einen mit der Höhe zunehmenden Zwischenwert auf. Die Ionosphäre stellt also für die Physiker ein Medium dar, in dem sie Erscheinungen beobachten können, die sich im Laboratorium nicht nachbilden lassen. Diesen Besonderheiten der Ionosphäre und den damit zusammenhängenden praktischen und wissenschaftlichen Interessen galt die Forschungsserie mit dem Satelliten Interkosmos 2 und den Raketen Vertikal 1 und Vertikal 2, die in eine Höhe von etwa 500 Kilometern geschossen wurden. Die unteren Schichten

der Ionosphäre wurden mit Hilfe meteorologischer Raketen der Typen M 100 und MR 12 untersucht, die eine Gipfelhöhe von 100 bis 170 Kilometern erreichen.

Nun ist der Ionosphärensatellit Interkosmos 8 gestartet worden. Dank der weit größeren Bahnneigung zum Äquator (71 Grad) als bei Interkosmos 2, überfliegt er nicht nur die über dem Äquator liegenden und die mittleren Breiten, sondern auch die über hohen Breiten gelegenen Gebiete der Ionosphäre sowie Nordlichtzonen, wo die Ionosphäre wegen des Eindringens von aus der Sonne kommender Teilchenströme sehr spezifische Eigenschaften annimmt.

Bei der Ionosphärenforschung ergänzen Satelliten und Raketen einander. Mit Satelliten werden Daten globaler Art gesammelt, die die Verteilung der Teilchen entlang der Satellitenbahn (rund um die Erde) beschreiben, während bei einem Vertikalflug Daten über einem bestimmten geographischen Punkt aufgezeichnet werden. Darunter auch in Höhen unter 200 Kilometern, die von Satelliten bekanntlich nicht befliegen werden.

Gleichzeitig beobachteten Wissenschaftler aus der DDR und der UdSSR von den Bodenstationen AMA (DDR) und STEP 1 und STEP 2 (UdSSR) in unmittelbarer Nähe der Raketenstartplätze die Absorption der Funkwellen durch die Ionosphäre. Durch Messung der Elektronenkonzentration in der oberen Atmosphäre, die von Bodenstellen und mit Raketen vorgenommen wurde, konnte die Häufigkeit der Zusammenstöße zwischen Elektronen und neutralen Teilchen in Höhen bis zu 105 Kilometern ermittelt werden. Dieser Parameter der Ionosphäre hat für die Berechnung der Funkwellen-Ausbreitung große Bedeutung. Mit Interkosmos 2 wurden zum erstenmal die räumliche Verteilung der Elektronentemperatur in der Äquatorialionosphäre festgestellt sowie neue Daten über die Zusammenhänge zwischen Erscheinungen in der Ionosphäre über der nördlichen und der südlichen Erdhalbkugel ermittelt, die durch ein und dieselben Kraftlinien des geomagnetischen Feldes miteinander verbunden sind.

Der komplexen Erforschung der Ionosphäre kommt große Bedeutung zu, und die Wissenschaftler versprechen sich vom Flug des Ionosphärensatelliten Interkosmos 8 eine Menge Ergebnisse.

Es war Ende des vorigen Jahrhunderts, als in der russischen Provinzstadt Kaluga der Schullehrer Konstantin Ziolkowski die Theorie der Rückstoßbewegung aufstellte. Seine Arbeiten haben die Entwicklung der Wissenschaft auf diesem Gebiet für viele Jahre vorweggenommen. Ziolkowski formulierte die Bewegungsgesetze der Rakete, begründete die Möglichkeit der Verwendung von Rückstoßtriebwerken für interplanetare Flüge und löste eine Reihe anderer wichtiger Probleme. Bereits Ziolkowski machte sich Gedanken über die Organisation eines interplanetaren Verkehrs und dessen Entwicklungsperspektiven.

80 Jahre trennen den Flug Juri Gagarins von den ersten Zeichnungen Ziolkowskis über den Kosmos. In diesem Zeitraum gin-

Am Vorabend des 50. Jahrestages der UdSSR zieht das ganze Sowjetvolk — Arbeiter, Kolchosbauern und Wissenschaftler — ein Fazit seiner Tätigkeit auf den verschiedenen Lebensgebieten. Zu den größten Leistungen in der Sowjetunion zählt zweifellos die Raumfahrt, in der sich die Ergebnisse jahrelanger Forschung und die Fortschritte in allen Zweigen der Industrie konzentrieren. In der Geschichte der Raumfahrt nehmen die sowjetische Wissenschaft und die sowjetischen Kosmonauten einen führenden Platz ein. In dieser Ausgabe unserer Zeitschrift, die dem 50. Jahrestag der UdSSR gewidmet ist, geben wir auch einem Kosmonauten das Wort — dem zweifachen Helden der Sowjetunion Alexej Jelissejew.

gen im Leben des Sowjetlandes tiefgreifende Änderungen vor sich. Das Volk hatte mit der Oktoberrevolution die Macht in seine Hände genommen, hatte schon in den ersten Planjahrfünfteln das Fundament einer neuen, der sozialistischen Industrie gelegt. Damit wurde ein mächtiges ökonomisches Potential geschaffen, das zur Grundlage eines bedeutenden wissenschaftlich-technischen Fortschritts geworden ist.

Die achtunggebietenden Erfolge unseres Landes einschließlich der Erschließung des Weltraums sind ein Ergebnis der Zusammenarbeit aller Unionsrepubliken. Die mitunter äußerst komplizierten Fragen der kosmischen Forschung werden im gemeinsamen Bemühen der Wissenschaftler des ganzen Landes gelöst. Das Kosmodrom Baikonur, von wo unsere Raumschiffe und Satelliten starten, befindet sich auf dem Territorium Kasachstans, die kosmischen Anlagen und Ausrüstungen in Baikonur stammen aus Industriebetrieben der ganzen Sowjetunion.

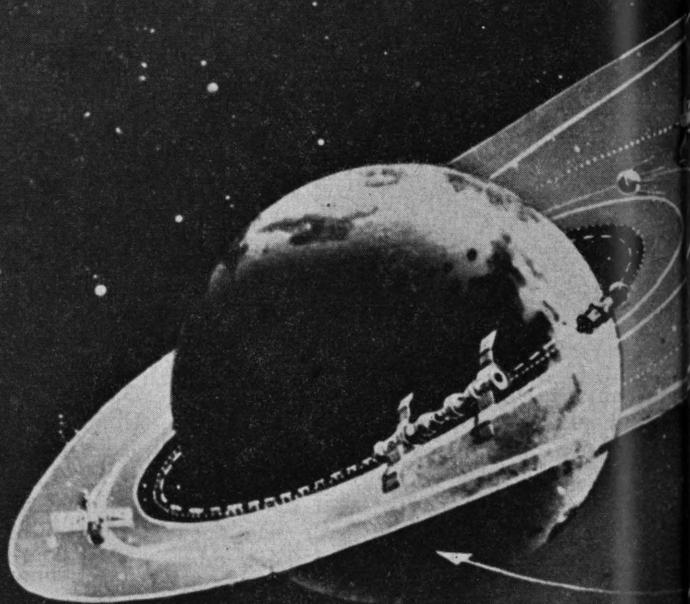
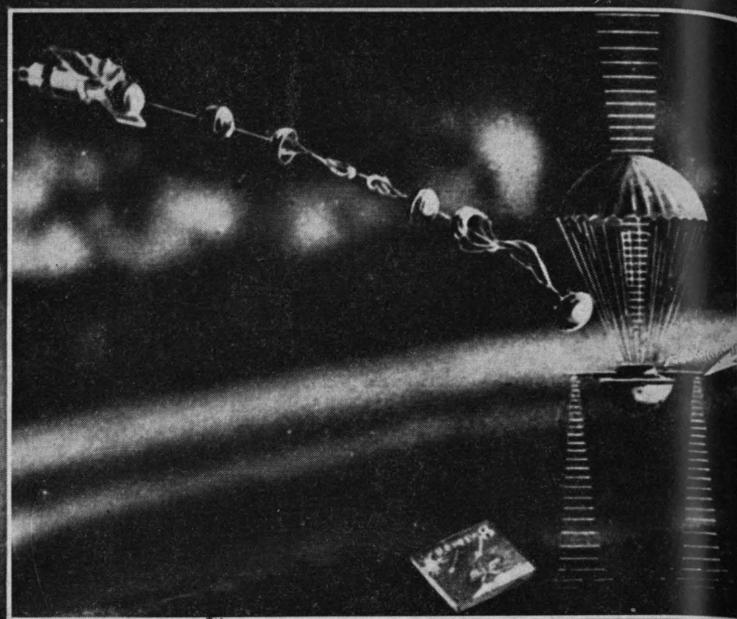
In den fünfziger Jahren wurden in der Sowjetunion ballistische Raketen entwickelt, die es ermöglichen, die Erdatmosphäre zu

durchstoßen und mit der unmittelbaren Erforschung des Weltraums zu beginnen. Sodann wurden die Hauptaufgaben auf dem Wege zur Erschließung des erdnahen Raums gelöst. Es gelang, die Erdgravitation zu überwinden, am 4. Oktober 1957 wurde in der Sowjetunion Sputnik 1, der erste künstliche Erdtrabant der Welt, gestartet. Der nächste Schritt bestand darin, die Probleme der Rückkehr von Raumflugkörpern auf die Erde zu erforschen. Am 20. August 1960 kehrte erstmals in der Geschichte der Menschheit ein — sowjetisches — Raumschiff nach einem Flug auf einer erdnahen Bahn auf die Erde zurück. Schließlich bewältigten unsere Wissenschaftler und Konstrukteure die Aufgabe, das Leben des Menschen während eines Raumflugs zu sichern.

Am 12. April 1961 startete der sowjetische Kosmonaut Juri Gagarin als erster Mensch in den Kosmos. Die 108 Minuten seines Fluges bestätigten die Richtigkeit der in der Sowjetunion gefundenen technischen Grundlösungen. Dem ersten Flug folgten weitere, kein Flug sowjetischer Raumschiffe war jedoch eine einfache Wiederholung des vorangegangenen. Bei jedem Start wurden auf der Grundlage der neugewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse neue Aufgaben gestellt. Die Dauer der Flüge nahm zu, mehrsitzige Raumschiffe wurden entwickelt, Mittel für den Ausstieg des Menschen aus dem Raumschiff in den Weltraum erprobt, Experimente im freien Kosmos vorgenommen, Gruppenflüge von Raumschiffen durchgeführt, dann wurde das Problem der Annäherung und Kopplung von Raumschiffen auf einer Umlaufbahn gelöst. 1971 konnte schließlich die erste bemannte Orbital-Dauerstation der Welt geschaffen werden. Die Kosmonauten begannen, wichtige wissenschaftliche und volkswirtschaftliche Aufträge für die Verwertung in der Praxis zu übernehmen.

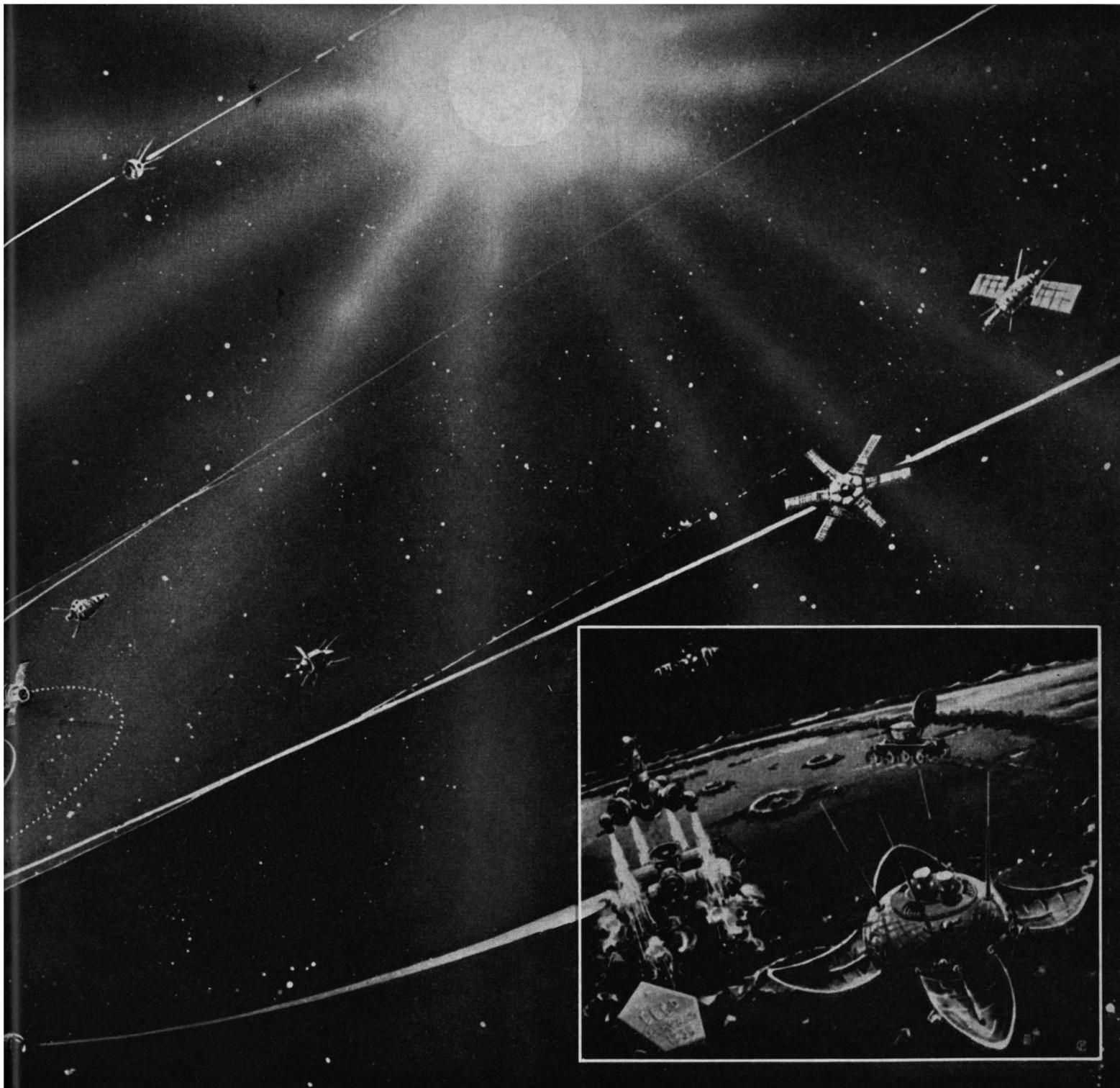
Gleichzeitig mit den Fortschritten des bemannten Weltraumflugs erweiterte sich rasch der Kreis der Aufgaben, die von automatischen kosmischen Apparaten erfüllt werden können. Solche Apparate stehen heute ständig im Einsatz und sammeln für die Wissenschaft täglich neue Informationen über die Struktur des Weltraums. Sowjetische automatische Stationen fotografierten zum Beispiel die Rückseite des Mondes, führten Flüge auf einer mondnahen Umlaufbahn aus, brachten Mondgestein auf die Erde, landeten weich auf den Planeten Venus und Mars. Dank der auf diese Weise bestandenen Tests konnten die Wissenschaftler mit einzigartigen Instrumenten für die Erforschung des Alls versehen werden.

Eine unschätzbare Hilfe bedeuten Raumschiffe und Raumstationen auch für unsere Volkswirtschaft. Sie helfen bei der Wettervorhersage und bei der Erkundung neuer Bodenschätze, bei der Messung der Fläche der Schneedecke, bei der Registrierung der Sonneneruptio-



Alexej Jelissejew

Brücke in den Kosmos



nen, bei der Herstellung zuverlässiger Radio- und Fernsehbrücken zwischen weit entfernten Landesgebieten. Fast jede Woche werden in der UdSSR Satelliten der Kosmos-Serie gestartet. Sie sind monatelang im Einsatz, sammeln und übertragen wissenschaftliche und wirtschaftlich verwertbare Daten über die Erde. Der Anwendungsbereich dieser Sputniks erweitert sich von Jahr zu Jahr. Bald werden sie auch im Dienst der Kolchosbauern stehen, den Fischern, die in den grenzenlosen Weiten der Ozeane unterwegs sind, wichtige Informationen liefern, oder den Feuerwehren helfen, indem sie Brandherde in der sibirischen Taiga melden. Das sind keine utopischen Vorstellungen, sondern durchaus realisierbare Dienstlei-

stungen, die von entsprechend ausgestatteten Satelliten übernommen werden können.

Die praktischen Ergebnisse der Raumforschung könnten zweifellos größer sein, wenn das wissenschaftliche und technische Potential mehrerer Länder zusammengefaßt würde. Die Sowjetunion hält die Ausweitung der internationalen Kontakte auf dem Gebiet der Raumfahrt für sehr wichtig. Seit sieben Jahren führen die sozialistischen Länder gemeinsame Forschungen im Rahmen ihres Interkosmos-Programms durch.

Gemeinsame Arbeiten werden auch von sowjetischen und französischen Weltraumforschern durchgeführt. Die Teilnahme Frankreichs an den Experimenten mit Lunochod

Schematische Darstellung sowjetischer Weltraumexperimente. Das Bild oben links zeigt das Niedergehen der Sonde Venus 8 in der Atmosphäre der Venus. Rechts unten sind verschiedene Mondsonden (Lunochod 1 usw.) dargestellt. Zeichnung: Semjon Naumow, APN

1, Mars 3 und Aureole, der Start eines französischen autonomen Klein-Sputniks mit einer sowjetischen Rakete, die Forschungen auf dem Gebiet der kosmischen Meteorologie — das sind lediglich erste gemeinsame Schritte beider Länder. Sie stellen ein gutes Beispiel fruchtbarer Zusammenarbeit von Staaten mit unterschiedlicher Gesellschaftsordnung dar, die ihre Anstrengungen bei der Lösung von wissenschaftlich-technischen Aufgaben vereinigen. Unlängst wurde ein Abkommen über die Durchführung gemeinsamer Experimente

bei der Erforschung und Nutzung des Weltalls zwischen der UdSSR und den USA geschlossen. Man kann hoffen, daß diese Kontakte noch fester werden.

Die Zukunft der Erde hängt in mancher Hinsicht davon ab, was die Menschen aus dem Zeitalter der Raumfahrt machen. Der Kosmos muß zu einer Zone des Friedens werden. Die Sowjetunion, die das Prinzip der friedlichen Koexistenz verkündet hat, verfolgt die Politik der friedlichen Koexistenz auch im Bereich der Weltraumforschung.