

ZYCIE i NOWOCZESNOŚĆ

ZYCIE WARSZAWY

NR 423

Polska w programie INTERKOSMOS

Doc. dr hab. JANUSZ B. ZIELIŃSKI
sekretarz naukowy Komitetu Badań Kosmicznych PAN

SŁOWO INTERKOSMOS powtarzane i odmiennie dziś we wszystkich przypadkach ma już ponad 10-letnią historię. Dzisiejsza popularność podbudowana jest wysiłkiem lat pracy — na ogół bezimiennych — dziesiątków większych i mniejszych zespołów.

Z inicjatywy rządu radzieckiego, w kwietniu 1967 r. podpisany został w Moskwie protokół, w którym przedstawiciele instytucji naukowych Bułgarii, Czechosłowacji, Kuby, Mongolii, NRD, Polski, Rumunii, Węgier i ZSRR zadeklarowali gotowość realizacji wspólnego programu kosmicznego w oparciu o radzieckie środki techniki kosmicznej.

Program rozdziałony został na 4 kierunki: fizyka kosmiczna, meteorologia kosmiczna, łączność kosmiczna oraz biologia i medycyna kosmiczna, dla których zorganizowano odpowiednie grupy robocze. Polska przystąpiła do współpracy we wszystkich tych czterech dziedzinach.

Fizyka kosmiczna

W ramach tej grupy podjęto największy program badań. Zostały nim objęte następujące tematy: geodezja satelitarna (wyznaczanie współrzędnych i pola grawitacyjnego Ziemi), badania atmosfery i jonosfery, badania przestrzeni międzyplanetarnej, korony słonecznej i Słońca, badania Księżyca i planet, promieniowania kosmicznego oraz odległych obiektów astronomicznych. Do tego doszły z czasem dwa kierunki bardziej techniczne, wymagające jednak samodzielnego rozwoju: budowy aparatury oraz opracowanie danych.

Pierwsze eksperymenty fizyki kosmicznej prowadzone były sposobem częściowo tylko kosmicznym, mianowicie wykonywane były pomiary natężenia sygnałów nadawanych ze sputników bądź obserwacje samych tych obiektów. Przykładem takiego eksperymentu było w 1968 r. zbadanie szeregu zjawisk w jonosferze, w drodze pomiaru sygnałów radiowych emitowanych ze sputnika „Kosmos 91”.

Pierwszy satelita z serii „Interkosmos” umieszczony został na orbicie w końcu roku 1969. Zawierał aparaturę zbudowaną w ZSRR, Czechosłowacji i NRD. Niedługo potem, bo już w listopadzie 1970 r., również polska aparatura znalazła się w kosmosie na pokładzie rakiety sondującej „Wertykal-1”. Był to spektrograf rentgenowski i blok tzw. pinhole-kamer, służące razem do zbadania promieniowania Słońca poza atmosferą Ziemi w paśmie rentgenowskim i ultrafioletowym.

Autorami tej pierwszej próby była grupa wrocławskich astronomów i heliofizyków, kierowana przez prof. J. Mergenthalera. Aparatura funkcjonowała sprawnie, wyniki po opracowaniu — przedstawiono na sympozjach COSPAR i INTERKOSMOS. W rok później analogiczny eksperyment został powtórzony.

Następnym etapem był pierwszy polski eksperyment satelitarny na satelicie „Interkosmos-6”. Był to satelita z serii tzw. ciężkich, powracających na Ziemię. Umieszczony został na nim blok emulsji światłoczułej, który na orbicie został poddany naświetlaniu promieniami kosmicznymi. Eksperyment ten przyniósł wyniki bardzo ciekawe z punktu widzenia fizyki cząstek. Eksperyment został zrealizowany przez grupę fizyków krakowskich z Instytutu Fizyki Jądrowej, kierowaną przez prof. M. Miśkiewicz.

Najpoważniejszym, jak dotąd, polskim przedsięwzięciem kosmicznym był program naukowy wystrzelonego w dniu 19 kwietnia 1973 r. satelity „Kopernik-500” („Interkosmos 9”). Było to chyba największe uczczenie 500-lecia urodzin wielkiego astronoma przez naukę polską. Program badawczy — pomiary promieniowania radiowego Słońca na falach dłuższych od 50 m (0,6–6 MHz) — był ambitny i nowatorski.

Celem naukowym było zbadanie wybuchów radiopromieniowania słonecznego w najwyższym paśmie częstotliwości.

Aparatura pracowała prawidłowo ponad pół roku, a więc znacznie dłużej niż prze-

kiwano. Informacja transmitowana była na Ziemię za pomocą nadajnika wykonanego w Czechosłowacji i odbierana również przez czeską telemetryczną stację naziemną w Ondřejovie, a także drugim kanałem przez radziecki system telemetryczny.

Wyniki uzyskane z „Kopernika-500” wzbudziły duże zainteresowanie na forum międzynarodowym. Eksperyment oceniono jako sukces naukowy i techniczny. Doszedł on do skutku dzięki współpracy wielu grup ludzi: z Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika PAN, z Instytutu Lotnictwa, z Instytutu Maszyn Matematycznych, a także z kilku instytutów ZSRR oraz obserwatorium Ondřejovskiego w Czechosłowacji. Kierownikiem naukowym eksperymentu był dr J. Hanasz z CAMK PAN. Szczególnie podkreślić trzeba niezwykłą życzliwość i zaangażowanie okazane przez stronę radziecką i to zarówno przez władze Akademii, jak też przez poszczególne instytuty i indywidualnych wykonawców.

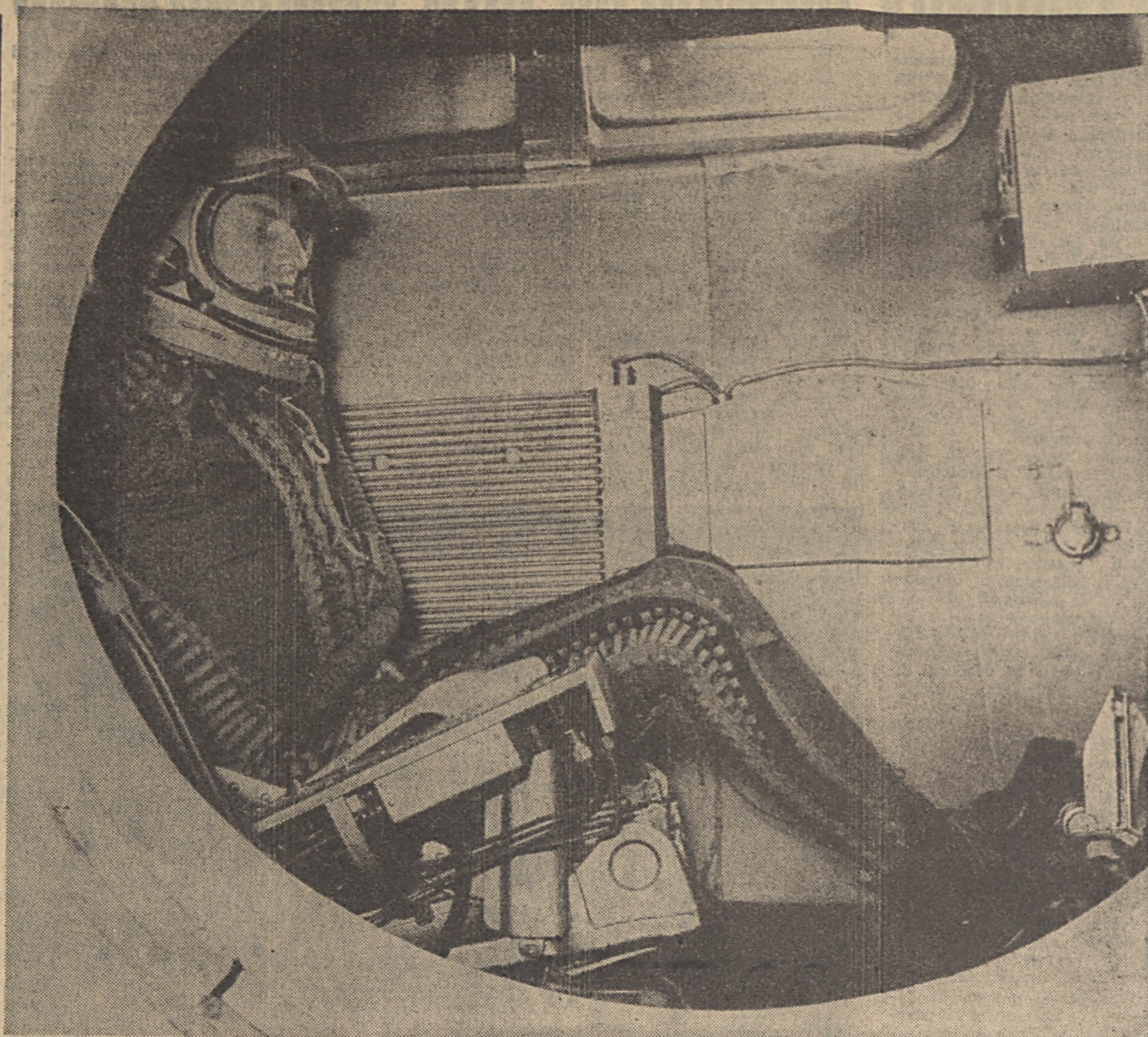
Po raz trzeci aparatura polska znalazła się na orbicie w czerwcu 1976 r. Zbudowane w Instytucie Lotnictwa układy systemu telemetrycznego zostały zastosowane w pierwszym sputniku z nowej serii AUOS (Automatyczna Uniwersalna Orbitalna Stacja). Aparatura działała bez zarzutu.

Obecnie przygotowujemy się do kolejnych eksperymentów. Na jednym z najbliższych obiektów serii „Interkosmos” znajdzie się polski przyrząd do analizy widma promieniowania elektromagnetycznego, będący rozwinięciem koncepcji zastosowanej na „Koperniku-500”.

Prowadzone są również prace interpretacyjne, wykorzystujące obecne materiały obserwacyjne i prace teoretyczne dające podstawy do planowania nowych badań eksperymentalnych.

Jednym z bardziej ciekawych przykładów bezpośredniego wykorzystania wyników fizyki kosmicznej jest prognozowanie stanu jonosfe-

DOKOŃCZENIE NA STR. 4



Kosmos i polityka głównych mocarstw

EDMUND JAN OSMANCZYK

Z DOBYWANIE kosmosu jest na razie polityką głównych mocarstw końca XX wieku. W XXI stuleciu stanie się jednak chyba polityką Narodów Zjednoczonych, bo po prostu kosmos okazał się za wielki nawet dla największych ziemskich mocarstw.

Aby to się stało musi się spełnić pierwszy, podstawowy warunek: nasze ziemskie mocarstwa i Narody Zjednoczone muszą dobrać do XXI stulecia bez eksplozji termojądrowej.

Równocześnie, do tego gigantycznego podboju kosmosu potrzeba jest dużo więcej ludzi i narodów niż ich mogą dać dwa, nawet największe mocarstwa na ziemskim globie.

Z okazji lotu w kosmos pierwszego polskiego kosmonauty — a przed nim czechosłowackiego a po nim niemieckiego — powiedzieliśmy sobie głośno, że to optymistyczne nakierowanie ludzkości na pokójowy podbój kosmosu rozpoczął dotąd tylko Związek Radziecki z Czechosłowakami, Polakami i wkrótce obywatelami NRD.

Anglicy, Francuzi, Belgowie muszą na razie zadowalać się sukcesami swoich głównych sojuszników — Amerykanów, a także uratowane z hitlerowskiej Penemünde ekipy naukowej zmarłego niedawno, jakiego zasłużonego obywatela USA, Niemca III Rzeszy — Wernhera von Brauna.

Nie sądzę. Przypominam tylko polityczne fakty, od których robi się śmiertelnie zimno. Fakty, które mogą przynieść nam i wszystkim narodom świata albo radość pokojowego, otwartego na niebo życia, albo grom powszechnej zagłady.

Jestem od trzech z górą dekad rzeczniczką odpręczenia tak polsko-niemieckiego, jak amerykańsko-radzieckiego i współpracy polsko-niemieckiej i amerykańsko-radzieckiej na Ziemi, ale również w kosmosie. Ale od nieszczonego Warszawskiego Powstania patrzę na wszystko już tylko politycznie, krajowo i międzynarodowo, a od „Sputnika” w 1957 roku także międzywzrostowo.

PRZED prawie dekadą, kiedy Amerykanie pierwsi w 1969 roku dwukrotnie dotarli do Księżyca, pytałem w tytule komentarza dla „Trybuny Robotniczej” — „Kiedy Polak na Księżycu?” i pisałem: „Koszt dwu pierwszych amerykańskich podróży na Księżyc wyniósł zawrotną sumę 24 miliardów dolarów, Amerykańska droga na Srebrny Glob jest więc z całą pewnością niedostępna dla pozostałych nacji.

Możemy od razu założyć — z przyczyn zresztą nie tylko ekonomicznych — że efektywniejsza będzie droga radziecka, daleko tańsza i mająca

charakter pośredniego, stopniowego skoku z Ziemi do wielkich stacji orbitalnych i, z kolei, na Księżyc.

Nie umniejszając wcale amerykańskiego osiągnięcia, nie wolno zapominać, że niezwykle kosztowny, bezpośredni skok Amerykanów na Księżyc w roku 1969 wynikał z czysto prestiżowych względów, mających przywrócić obywatelom Stanów Zjednoczonych wiarę w wyższość ich techniki, i, wiarę mocno zachwianą w ciągu z górą dziesięciolecia przodownictwa ZSRR w podboju kosmosu. Pragnąc przełamać ten impas, zaakceptowano ideę bezpośredniego lotu na Księżyc — notabene koncepcję konstruktora rakietowców, Wernhera von Brauna — odkładając budowę pierwszych stacji kosmicznych na lata 1975—1980.

Było to w pewnym stopniu wynikiem braku tradycji naukowej w USA w badaniu możliwości zdobywania kosmosu — odwrótnie niż w Związku Radzieckim, gdzie plany takiego podboju mają długą tradycję naukowych dociekań, tym się odznaczających w skali światowej, że dotyczących równocześnie teorii rakiet wielostopniowych i budowy sztucznych satelitów Ziemi, a więc — w najwyższym stadium — konstruowania w kosmosie stacji międzyplanetarnych.

Nie chcę — podkreślam to ponownie — pomniejszać w niczym samego wyczynu amerykańskich selenonautów, niemniej uważam, że nie wolno pomijać milczeniem faktu — a szczególnie w Polsce — iż wyczyn USA nie wypadł się od szlachetnego Edisona, lecz ma swe źródło w pruskim rozwoju broni najostrzejszego kalibru — od „grubej Berty” po „V-1” i „V-2”, a więc w rodowodzie i światopoglądzie starego Kruppa i von Brauna.

Natomiast radziecki podbój kosmosu ma swe źródło w głęboko humanistycznych koncepcjach wielkiego rosyjskiego uczonego, Konstantina Ciolkowskiego, syna polskiego zesłańca politycznego, człowieka o umyśle nastawionym nie na potęgowanie śmierci na Ziemi, lecz na rozwój życia ludzkiego w całym kosmosie. Myślę zatem, że nie przypadkowo amerykańska droga na Księżyc jest zbyt kosztowna dla innych narodów, gdy radziecka jest w założeniu swym otwarta dla przyszłej gigantycznej międzynarodowej współpracy całej ludzkości w opanowywaniu kosmosu.

Choć Rosjanie nie dotarli jeszcze na Księżyc, nikt w świecie nie wątpi, że uczynią

to z całą pewnością i to właśnie za pomocą stacji międzyplanetarnych.

To ostatnie twierdzenie o pieram na baczny obserwacji różnorodnych inicjatyw rządu ZSRR w ONZ i w Międzynarodowej Federacji Astronautycznej, dotyczących własnie kooperacji międzynarodowej w sprawach kosmosu. Zaczęło się to w roku 1956, co opisałem już szczegółowo w mej „Ciekawej historii ONZ”. Mianowicie, na kilkanaście miesięcy przed wystrzeleniem pierwszego sputnika przedstawiciel ZSRR, wybitny teoretyk kosmonautyki, prof. Leonid Siedow, zaproponował — anonując daleko posunięte prace radzieckie — wspólne wystrzelenie, pod flagą ONZ, pierwszego satelity Ziemi. Stany Zjednoczone uznały to za jeszcze jedną próbę Rosjan uzyskania dostępu do amerykańskiego programu kosmicznego.

W październiku 1957 roku Stany Zjednoczone zostały wstrząśnięte ukazaniem się na orbicie okołoziemskiej pierwszego sztucznego satelity pod flagą ZSRR i o rosyjskiej nazwie „Sputnik”.

Związek Radziecki również potem wielokrotnie proponował różne formy współpracy w badaniach kosmosu, ale dopiero w siedem lat później, w 1963 roku, prezydent Stanów Zjednoczonych John F. Kennedy postawił — bynajmniej nie na arenie międzynarodowej, lecz dopiero przed swoim społeczeństwem — sprawę „kosmiczności zbadania potrzeby” współpracy USA i ZSRR, „a nawet całego świata”, w dziedzinie podboju przestrzeni kosmicznej. Kennedy zwrócił uwagę na tę sprawę w swej głośnej mowie na Uniwersytecie Amerykańskim w Waszyngtonie, kiedy próbował zmienić kurs polityki USA ze ślepo antyradzieckiej i antykomunistycznej na bardziej przystosowaną do realnego układu sił kapitalistycznych i socjalistycznych w drugiej połowie naszego stulecia. W kilkanaście miesięcy później Kennedy nie żył, a jego następcą uczynił wszystko, aby maksymalnie sparałizować współpracę międzywzrostową kosmarną eskalację wojny w Wietnamie.

Do współpracy, jak wiadomo, potrzebne jest wzajemne zaufanie. Niestety, po strzałach w Dallas, nowy prezydent Lyndon Johnson nie przyniósł glorii Stanom Zjednoczonym, robiąc wszystko, co możliwe, aby wykluczyć kooperację mocarstw zarówno na Ziemi jak i w kosmosie.

Nie będzie zatem objawem pesymizmu, ale ostrożności,

jeśli współpracę radziecko-amerykańską w budowaniu międzynarodowego laboratorium na Księżycu wypadnie uznać za możliwą raczej w dalszej niż bliskiej przyszłości. Notabene można z całym prawdopodobieństwem założyć, iż Związek Radziecki będzie się starał umiędzynarodowić swoje wysiłki w badaniu kosmosu na platformie regionalnej, skoro niemożliwa jest jeszcze forma globalna. Pierwszą jednostką był „Interkosmos”, przy którego budowie brały udział Czechosłowacja i NRD oraz w mniejszym stopniu inne kraje socjalistyczne.

Tym samym, pytanie postawione na wstępie — kiedy pierwszy Polak dotrze do Księżyca — uwalnia nie jest pytaniem retorycznym. W miarę rozwoju współpracy państw demokracji ludowej ze Związkiem Radzieckim w dziedzinie badań kosmosu dacieżóg nie brad pod uwagę możliwości, że jakiś wybitny polski młody uczonec czy zespół specjalistów zdobędzie sławę w wyniku współuczestnictwa w którejś z kolejnych wypraw radzieckich na Księżyc? A po za tym, dacieżóg i my nie mamy rozwijać śmiało tych dziedzin nauki i techniki, które związane są z podbojem kosmosu, skoro ich waga użytkowa dla wielu gałęzi życia na Ziemi jest wielka w tempie zawrotnym?

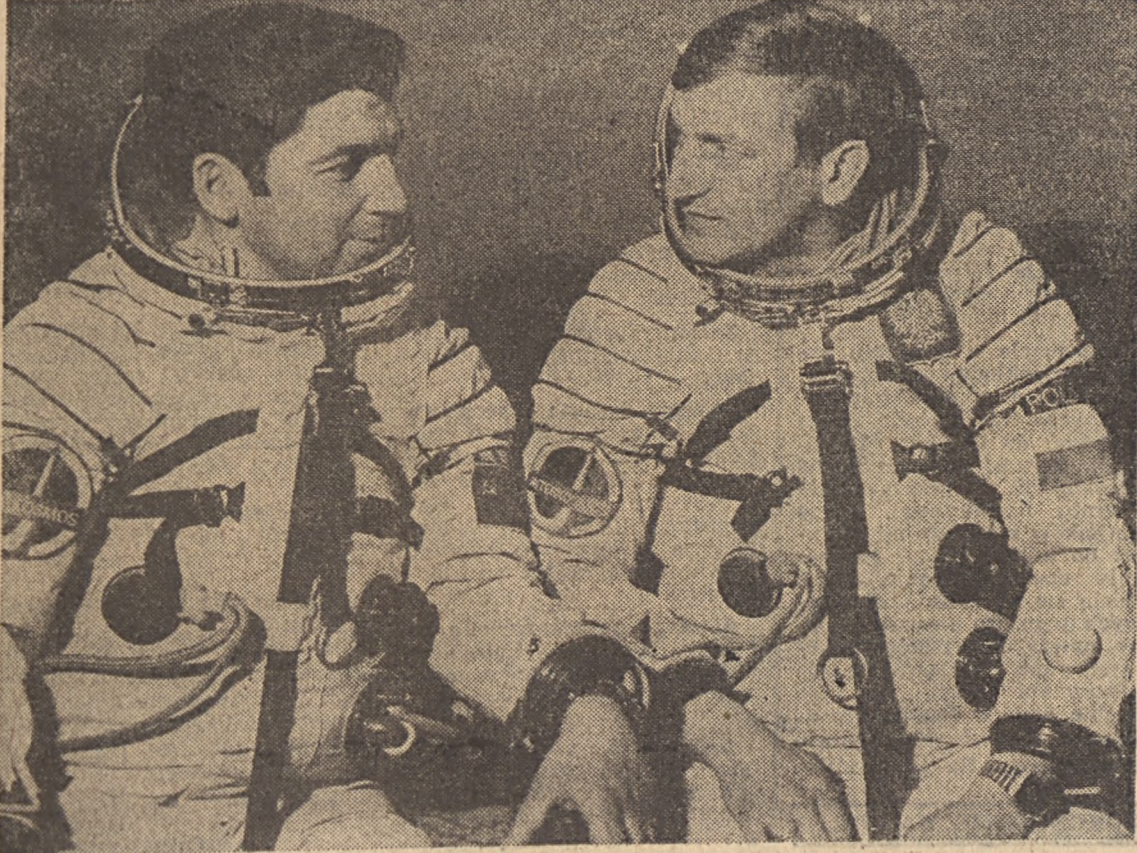
Dla większości ludzi mojego pokolenia — a więc urodzonych przed I wojną światową — ta bardzo ostrożna prognoza, że w ciągu najbliższych dwudziestu lat również i pierwszy Polak postawi nogę na Księżycu, wywołuje wzruszenie ramion. Ale kiedy jestem wśród ludzi młodszych, urodzonych po II wojnie światowej, większość przyjmuje taką możliwość za bardzo prawdopodobną, prawie naturalną i oczywistą.

A czy ktoś jest w stanie obliczyć, ile młodych polskich głów od lat już płonie marzeniami o różnorodnym uczestnictwie w podboju kosmosu? I czy wiemy, jaka w tych marzeniach jest siła ludzkiej niezmierzonych ambicji?

Osobiście bardzo głęboko wierzę w siłę tego nieobliczalnego płomienia.

Pisałem to w 1969 roku.

TERAZ w 1978, kiedy Rus, Czech i Lech podbijają wspólnie kosmos — i zaproszeni zostali już do udziału w tej największej przygodzie ludzkości: Niemiec, Bułgar, Kubańczyk, Mongol, Rumun, Węgier i Wietnamczyk — mam jednak tylko życzenie, aby jeszcze w tym stuleciu w Laboratorium Kosmicznym ONZ im. Apollo-Sofuz odbyło się pierwsze wszechświatowe pokojowe sympozjum kosmonautów dzisiejszych państw członkowskich NATO i Układu Warszawskiego.



ŻYCIE NOWOCZESNOŚĆ ŻYCIE NOWOCZESNOŚĆ ŻYCIE NOWOCZESNOŚĆ

Problemy medyczne lotu kosmicznego

Doc. dr hab. med. KRZYSZTOF KWARECKI
Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej

W CZASIE lotu kosmicznego Jurija Gagarina, spełniającego odwieczne marzenie człowieka o oderwaniu się od Ziemi, towarzyszyła mu nasza troska o jego los, życie i zdrowie. Niezwykle prężny rozwój kosmonautyki na przestrzeni ostatnich lat i wiele szczególnych powrotów kosmonautów na Ziemię osłabiły z czasem nasz niepokój. Widzimy teraz przede wszystkim triumf bohaterów, często nie zdając sobie sprawy z ogromu trudu, któremu musieli oni poddać w czasie przygotowań do lotu, niedogodności samego lotu i okresu powrotu do życia na Ziemi po wyładowaniu.

Zakwalifikowanie do grona kandydatów na kosmonautów poprzedza m.in. szczegółowe badanie lekarskie i psychologiczne. Stosowane kryteria są takie jak w badaniach orzeczniczko-lekarskich pilotów samolotów odrzutowych. W zależności od charakteru przewidywanej misji kosmicznej, czasu jej trwania, składu załogi statku kosmicznego badania te poszerza się o badania specjalne (np. badania w komorze ciszy, komorze izolacyjnej, badanie wrażliwości na czynniki fizyczne — niskie i wysokie temperatury, komory niskich ciśnień itp.). Zadaniem wymienionych badań specjalnych jest określenie wrażliwości kandydata na stres środowiskowy. Wysoka odporność na stres środowiskowy jest z jednej strony dowodem wysokiego standardu zdrowia, z drugiej zaś świadczy o odpowiednich zdolnościach adaptacyjnych organizmu.

W procesie naboru kandydatów na kosmonautów przyjęte jest w Związku Radzieckim i Stanach Zjednoczonych wieloetapowe postępowanie. W Związku Radzieckim proces ten przebiega w trzech etapach:

— etap badań wstępnych — ambulatoryjnych,

— etap badań klinicznych, w warunkach stacjonarnych, obejmujący m.in. wielospecjalistyczne badania lekarskie i psychologiczne oraz badania wrażliwości na stres środowiskowy,

— ostateczny wybór kosmonautów spośród kandydatów w trakcie treningu przygotowawczego.

Do programu „Mercury” w USA wstępnej selekcji poddano 510 kandydatów, w II etapie 110, kierując następnie na 2-tygodniowe badania kliniczne, psychologiczne i fizjologiczne 35 kandydatów. Do przygotowań do lotu kosmicznego wyłoniono ostatecznie 6 kandydatów — astronautów.

Tak więc nawet zakwalifikowanie do grupy przygotowujących się do lotu kandydatów na kosmonautów nie jest gwarancją odbycia lotu. Cała grupa kandydatów odbywa wielomiesięczny, trudny trening, a do lotu zostają dopuszczeni nieliczni, najlepiej spełniający założone warunki.

W POCZĄTKACH ery załogowych lotów kosmicznych trening kandydatów-kosmonautów był oparty o metody stosowane dla pilotów-oblatywaczy, stąd dominowały w nim elementy techniki lotniczej. Z czasem trening ten poszerzono o zapoznanie kandydatów-kosmonautów z czynnikami towarzyszącymi lotowi kosmicznemu (krótkotrwała nieważkość, hypograwitacja) oraz zapoznanie z układami kontroli i sterowania statkiem kosmicznym. W końcowym etapie treningu kosmonauci spędzają wiele godzin w

W ŚROD licznych zadań, które należy rozwiązać w czasie przygotowań i podczas lotów kosmicznych — jednym z najważniejszych jest opracowanie systemu kierowania lotem aparatu kosmicznego oraz organizacja samego procesu sterowania. Kierowanie lotem to przede wszystkim sterowanie pracą aparatury pokładowej na pokładzie statku lub stacji kosmicznej. Chodzi o zapewnienie takiego reżimu funkcjonowania aparatury i urządzeń, przy którym stacja porusza się po zaprogramowanej trajektorii, jest odpowiednio zorientowana w przestrzeni oraz realizuje nakreślony program zadań.

Istnieją trzy sposoby kierowania lotem aparatu kosmicznego. Pierwszy z nich to kierowanie za pomocą automatycznych urządzeń pokładowych. Na pokładzie aparatu instaluje się komputery lub inne zaprogramowane urządzenia, które w odpowiednich momentach włączają i wyłączają właściwe przyrządy. W celu wykluczenia pomyłek, w skład aparatury sterowniczej

kompletnej i dokładnej mapie statku, nabywając perfekcji w jego znajomości, obdukcję, korzystaniu z urządzeń sanitarno-higienicznych, korzystaniu z „kosmicznej” kuchni.

Równolegle z treningiem lotniczo-kosmicznym odbywa się trening fizyczny oraz naukowy kosmonautów.

Trening fizyczny traktuje się jako niespecyficzną metodę podnoszenia odporności organizmu na działanie fizycznych czynników lotu kosmicznego. W treningu fizycznym szczególną rolę spełniają ćwiczenia gimnastyczne (batut, przyrządy specjalne),

nanie założeń badań i szczegółów stosowanych metod.

W okresie przygotowawczym do lotu kosmicznego kandydaci zapoznają się ze skutkami fizjologicznymi lotu. Uprowadzani są o możliwości wystąpienia wielu dolegliwości, zwłaszcza w pierwszych godzinach po osiągnięciu przez statek kosmiczny ustalonej orbity lotu. Niestety, w chwili obecnej nie można zbyt dokładnie prognozować wrażliwości poszczególnych kandydatów na działanie długiej trwającej nieważkości w warunkach ziemskich. Intensywność i czas utrzymywania się doleliwości i za-

burzeń zależy od wrażliwości osobniczej kosmonauty. Kosmonauta będzie musiał zmobilizować wszystkie siły moralne i fizyczne, by wykonać wszystkie ustalone czynności mimo złego początkowo samopoczucia i niezwykłości sytuacji.

Ponieważ nieważkość, jak dotąd, jest najgroźniejszym czynnikiem towarzyszącym lotowi, z punktu widzenia zdrowia i samopoczucia kosmonautów, wymaga osobnego i szerszego omówienia.

W ŚWIETLE dotychczasowych doświadczeń załogowych lotów kosmicznych, szereg powtarzających się objawów i zaburzeń w czynnościach organizmu i jego układów przyjęto łączyć w tzw. kliniczny zespół nieważkości. W skład tego zespołu wchodzi:

— zaburzenia w czynności układu krążenia,

— zaburzenia gospodarki wodno-mineralnej,

— zaburzenia w czynności układu przedsionkowego i autonomicznego układu nerwowego,

— zaniki mięśni szkieletowych i demineralizacja kości.

Należy się od razu zastrzec, że stopień tych zaburzeń u ludzi zdrowych, przy dotychczasowej długości trwania lotów kosmicznych (nieco ponad kwartał), nie stanowi istotnego zagrożenia dla zdrowia, a tym bardziej życia kosmonautów. Wprowadzane metody profilaktyki zmniejszają intensywność tych zaburzeń. Zaburzenia w czynności układu krążenia polegają z jednej strony na zmianie dystrybucji krwi w poszczególnych regionach ciała, z drugiej na postępującym spadku

ziemską chorobą lokomocyjną — zwaną także chorobą morską, powietrzną). Przyczyną „kosmicznej” choroby lokomocyjnej mogą być zaburzenia w krążeniu — przemieszczenie krwi do głowy oraz nieprawidłowa czynność elementów sensorycznych i motorycznych układu nerwowego. Innymi słowy, istnieje dysharmonia pomiędzy elementami układu nerwowego, korygującymi położenie naszego ciała w stosunku do pola grawitacyjnego (układ przedsionkowy i zmysł wzroku), a elementami realizującymi polecenie wykonania konkretnego ruchu. W stanie nieważkości umowność pojęcia podłoża-sufitu jest inaczej rejestrowana przez narząd wzroku, a inaczej przez narząd równowagi i orientacji przestrzennej.

Przy burzliwych i utrzymujących się objawach choroby lokomocyjnej (zawroty głowy, nudności, wymioty), staje się konieczne używanie przez kosmonautów odpowiednich leków. W miarę trwania lotu kosmicznego objawy choroby lokomocyjnej ustępują.

Odwapnienie kości oraz zaniki mięśniowe (określane czasem mianem zaniku z bezczynności) są również następstwem wpływu nieważkości i nie różnią się zasadniczo od zaników występujących u chorych noszących unieruchamiające opatrunki gipsowe, np. w przebiegu leczenia złamań kości.

Demineralizacji kości, jak i zanikom mięśniowym w znacznej mierze zapobiega trening fizyczny prowadzony w trakcie lotu. Podobnie spełnia on dobroczynny skutek w zapobieganiu nałemu spadkowi wydolności fizycznej. Trening ten obejmuje m.in. jazdę na cykloergometrze, bieg na bieżni ruchomej. Przy obu wymienionych formach ruchu kosmonauci zakładają rodzaj szelek dościsających ich do podłoża z siłą około 70 kg, co ma imitować ciążenie ziemskie.

Przemieszczeniu krwi z dolnych do górnych części ciała zapobiega częściowo codzienny trening w urządzeniu do dekompresji dolnej połowy ciała oraz noszenie przez kilkadziesiąt minut spodni podciśnieniowych.

Poza nieważkością, w różnych fazach lotu, kosmonauci narażeni są na wpływ innych czynników lotu. Czynnikami te w obecnym etapie rozwoju kosmonautyki nie stanowią zagrożenia dla życia i zdrowia kosmonautów.

NA przestrzeni ostatnich kilkunastu lat medycyna kosmiczna wyszła z postaci teoretycznej, korzystając prawie wyłącznie z dorobku medycyny lotniczej, stała się samodzielną dyscypliną praktyczną, stosowaną, o liczącym się dorobku naukowym. Wywarła już też pewien wpływ na „ziemską” medycynę, przyczyniając się do postępu w diagnostyce lekarskiej, rehabilitacji, medycynie sportowej. Z jej osiągnięć korzysta higiena i medycyna przemysłowa.

W Polsce problemami biologii i medycyny kosmicznej interesuje się kilka ośrodków naukowych. Większość prowadzonych badań jest wykonywana w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej, w ramach współpracy międzynarodowej programu INTERKOSMOS. Dzięki doniesieniom do udziału w lotach kosmicznych kosmonautów z krajów socjalistycznych, młodzi medycyści mają możliwość praktycznego wniknięcia w problemy klinicznej medycyny kosmicznej, przygotowując i przeprowadzając badania kwalifikacyjne polskich kandydatów na kosmonautów.

Realizacja trzeciego sposobu wymaga rozwiązania wielkiej liczby skomplikowanych zadań. Przede wszystkim należy stworzyć cały system kanałów łączności dwustronnej między pokładem aparatu kosmicznego i Ziemią oraz skonstruować aparaturę służącą do wymiany i opracowywania informacji. W tym celu niezbędne są całe zespoły specjalistów realizujących sam proces kierowania lotem.

Informacje o działaniu systemów pokładowych przekazuje się za pomocą teletekstów, czujników, drogą radiową, do Centrum Kierowania Lotem. W zależności od konstrukcji i przeznaczenia aparatu kosmicznego, liczba czujników waha się od kilkuset do kilku tysięcy. Przekazują one informacje, które dzielą się na kilka podstawowych grup. Do pierwszej grupy należą informacje wykorzystywane bezpośrednio do kierowania lotem. A więc ogólne dane o działaniu podstawowych systemów aparatu kosmicznego. Na ich podsta-

rowania. Przy czym tak się je dobiera, by zapewnić maksymalną niezawodność i efektywność lotu. Do tej pory nie opracowano sformalizowanej metody optymalizacji tego procesu, toteż każdorazowo problem doboru metod kierowania rozwiązuje się drogą analiz różnych wariantów.

P IERWSZE dwa sposoby kierowania lotem wymagają skomplikowanej aparatury na pokładzie statku i wysokiego stopnia automatyzacji. Trzeci — ogólnie mówiąc — również wymaga za instalowania na pokładzie skomplikowanych urządzeń, niemniej jednak najważniejszą rolę odgrywa w tym wypadku naszemu ośrodku sterowania lotem. Dwa pierwsze sposoby sterowania wykorzystywane są również w niekosmicznych dziedzinach techniki, na przykład w sterowaniu lotami samolotów. Trzeci sposób jest realizowany szeroko tylko w lotach kosmicznych.

Praktycznie, w każdym locie wykorzystuje się wszystkie wymienione sposoby kie-

— zaburzenia gospodarki wodno-mineralnej,

— zaburzenia w czynności układu przedsionkowego i autonomicznego układu nerwowego,

— zaniki mięśni szkieletowych i demineralizacja kości.

Należy się od razu zastrzec, że stopień tych zaburzeń u ludzi zdrowych, przy dotychczasowej długości trwania lotów kosmicznych (nieco ponad kwartał), nie stanowi istotnego zagrożenia dla zdrowia, a tym bardziej życia kosmonautów. Wprowadzane metody profilaktyki zmniejszają intensywność tych zaburzeń. Zaburzenia w czynności układu krążenia polegają z jednej strony na zmianie dystrybucji krwi w poszczególnych regionach ciała, z drugiej na postępującym spadku

ziemską chorobą lokomocyjną — zwaną także chorobą morską, powietrzną). Przyczyną „kosmicznej” choroby lokomocyjnej mogą być zaburzenia w krążeniu — przemieszczenie krwi do głowy oraz nieprawidłowa czynność elementów sensorycznych i motorycznych układu nerwowego. Innymi słowy, istnieje dysharmonia pomiędzy elementami układu nerwowego, korygującymi położenie naszego ciała w stosunku do pola grawitacyjnego (układ przedsionkowy i zmysł wzroku), a elementami realizującymi polecenie wykonania konkretnego ruchu. W stanie nieważkości umowność pojęcia podłoża-sufitu jest inaczej rejestrowana przez narząd wzroku, a inaczej przez narząd równowagi i orientacji przestrzennej.

Przy burzliwych i utrzymujących się objawach choroby lokomocyjnej (zawroty głowy, nudności, wymioty), staje się konieczne używanie przez kosmonautów odpowiednich leków. W miarę trwania lotu kosmicznego objawy choroby lokomocyjnej ustępują.

Odwapnienie kości oraz zaniki mięśniowe (określane czasem mianem zaniku z bezczynności) są również następstwem wpływu nieważkości i nie różnią się zasadniczo od zaników występujących u chorych noszących unieruchamiające opatrunki gipsowe, np. w przebiegu leczenia złamań kości.

Demineralizacji kości, jak i zanikom mięśniowym w znacznej mierze zapobiega trening fizyczny prowadzony w trakcie lotu. Podobnie spełnia on dobroczynny skutek w zapobieganiu nałemu spadkowi wydolności fizycznej. Trening ten obejmuje m.in. jazdę na cykloergometrze, bieg na bieżni ruchomej. Przy obu wymienionych formach ruchu kosmonauci zakładają rodzaj szelek dościsających ich do podłoża z siłą około 70 kg, co ma imitować ciążenie ziemskie.

Przemieszczeniu krwi z dolnych do górnych części ciała zapobiega częściowo codzienny trening w urządzeniu do dekompresji dolnej połowy ciała oraz noszenie przez kilkadziesiąt minut spodni podciśnieniowych.

Poza nieważkością, w różnych fazach lotu, kosmonauci narażeni są na wpływ innych czynników lotu. Czynnikami te w obecnym etapie rozwoju kosmonautyki nie stanowią zagrożenia dla życia i zdrowia kosmonautów.

Realizacja trzeciego sposobu wymaga rozwiązania wielkiej liczby skomplikowanych zadań. Przede wszystkim należy stworzyć cały system kanałów łączności dwustronnej między pokładem aparatu kosmicznego i Ziemią oraz skonstruować aparaturę służącą do wymiany i opracowywania informacji. W tym celu niezbędne są całe zespoły specjalistów realizujących sam proces kierowania lotem.

Informacje o działaniu systemów pokładowych przekazuje się za pomocą teletekstów, czujników, drogą radiową, do Centrum Kierowania Lotem. W zależności od konstrukcji i przeznaczenia aparatu kosmicznego, liczba czujników waha się od kilkuset do kilku tysięcy. Przekazują one informacje, które dzielą się na kilka podstawowych grup. Do pierwszej grupy należą informacje wykorzystywane bezpośrednio do kierowania lotem. A więc ogólne dane o działaniu podstawowych systemów aparatu kosmicznego. Na ich podsta-

rowania. Przy czym tak się je dobiera, by zapewnić maksymalną niezawodność i efektywność lotu. Do tej pory nie opracowano sformalizowanej metody optymalizacji tego procesu, toteż każdorazowo problem doboru metod kierowania rozwiązuje się drogą analiz różnych wariantów.

Przy burzliwych i utrzymujących się objawach choroby lokomocyjnej (zawroty głowy, nudności, wymioty), staje się konieczne używanie przez kosmonautów odpowiednich leków. W miarę trwania lotu kosmicznego objawy choroby lokomocyjnej ustępują.

Odwapnienie kości oraz zaniki mięśniowe (określane czasem mianem zaniku z bezczynności) są również następstwem wpływu nieważkości i nie różnią się zasadniczo od zaników występujących u chorych noszących unieruchamiające opatrunki gipsowe, np. w przebiegu leczenia złamań kości.

Demineralizacji kości, jak i zanikom mięśniowym w znacznej mierze zapobiega trening fizyczny prowadzony w trakcie lotu. Podobnie spełnia on dobroczynny skutek w zapobieganiu nałemu spadkowi wydolności fizycznej. Trening ten obejmuje m.in. jazdę na cykloergometrze, bieg na bieżni ruchomej. Przy obu wymienionych formach ruchu kosmonauci zakładają rodzaj szelek dościsających ich do podłoża z siłą około 70 kg, co ma imitować ciążenie ziemskie.

Przemieszczeniu krwi z dolnych do górnych części ciała zapobiega częściowo codzienny trening w urządzeniu do dekompresji dolnej połowy ciała oraz noszenie przez kilkadziesiąt minut spodni podciśnieniowych.

Poza nieważkością, w różnych fazach lotu, kosmonauci narażeni są na wpływ innych czynników lotu. Czynnikami te w obecnym etapie rozwoju kosmonautyki nie stanowią zagrożenia dla życia i zdrowia kosmonautów.

NA przestrzeni ostatnich kilkunastu lat medycyna kosmiczna wyszła z postaci teoretycznej, korzystając prawie wyłącznie z dorobku medycyny lotniczej, stała się samodzielną dyscypliną praktyczną, stosowaną, o liczącym się dorobku naukowym. Wywarła już też pewien wpływ na „ziemską” medycynę, przyczyniając się do postępu w diagnostyce lekarskiej, rehabilitacji, medycynie sportowej. Z jej osiągnięć korzysta higiena i medycyna przemysłowa.

W Polsce problemami biologii i medycyny kosmicznej interesuje się kilka ośrodków naukowych. Większość prowadzonych badań jest wykonywana w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej, w ramach współpracy międzynarodowej programu INTERKOSMOS. Dzięki doniesieniom do udziału w lotach kosmicznych kosmonautów z krajów socjalistycznych, młodzi medycyści mają możliwość praktycznego wniknięcia w problemy klinicznej medycyny kosmicznej, przygotowując i przeprowadzając badania kwalifikacyjne polskich kandydatów na kosmonautów.

Realizacja trzeciego sposobu wymaga rozwiązania wielkiej liczby skomplikowanych zadań. Przede wszystkim należy stworzyć cały system kanałów łączności dwustronnej między pokładem aparatu kosmicznego i Ziemią oraz skonstruować aparaturę służącą do wymiany i opracowywania informacji. W tym celu niezbędne są całe zespoły specjalistów realizujących sam proces kierowania lotem.

Informacje o działaniu systemów pokładowych przekazuje się za pomocą teletekstów, czujników, drogą radiową, do Centrum Kierowania Lotem. W zależności od konstrukcji i przeznaczenia aparatu kosmicznego, liczba czujników waha się od kilkuset do kilku tysięcy. Przekazują one informacje, które dzielą się na kilka podstawowych grup. Do pierwszej grupy należą informacje wykorzystywane bezpośrednio do kierowania lotem. A więc ogólne dane o działaniu podstawowych systemów aparatu kosmicznego. Na ich podsta-

rowania. Przy czym tak się je dobiera, by zapewnić maksymalną niezawodność i efektywność lotu. Do tej pory nie opracowano sformalizowanej metody optymalizacji tego procesu, toteż każdorazowo problem doboru metod kierowania rozwiązuje się drogą analiz różnych wariantów.

Praktycznie, w każdym locie wykorzystuje się wszystkie wymienione sposoby kie-

Dziesięć ekspedycji na stacji „Salut”

KRAŻĄCA wokół Ziemi orbitalna stacja „Salut-6” jest od kilku miesięcy podstawową bazą prowadzenia różnych eksperymentów. Jest swego rodzaju laboratorium kosmicznym, do którego co jakiś czas dociera nowa ekipa w celu wypełnienia nowych zadań. Wiele z nich wykonano po raz pierwszy na pokładzie „Saluta-6” i niektóre z nich na pewno przejdą do historii kosmonautyki.

Z udziałem „Saluta-6” po raz pierwszy zbudowano na orbicie kompleks trzech aparatów kosmicznych. Po raz pierwszy na pokładzie tej stacji pracowali załogi, które przybyły tam w różnych dniach. Po raz pierwszy dwie załogi zamieniły się w „Salucie” swoimi „Sojuzami”, którymi tam przybyły. Po raz pierwszy realizowano automatyczny system transportu z Ziemi na pokład stacji orbitalnej. Wreszcie po raz pierwszy stacja przyjęła na swój pokład międzynarodową załogę kosmonautów — A. Gubarię i V. Remkę. Na „Salucie-6” J. Romanienko i G. Greczko pobili światowy rekord przebywania w kosmosie.

Te osiągnięcia jak i wiele innych, o których na pewno jeszcze usłyszymy, poprzedziło wystrzelenie stacji typu „Salut”. Pierwszą wprowadzono na orbitę w kwietniu 1971 roku. Od tamtej pory na wszystkich „Salutach” przebywało dziewięć ekspedycji, kolejne są w trakcie wykonywania swych zadań. Przypomnijmy historię tych wypraw.

PIERWSZA EKSPEDYCJA („Salut-1”, „Sojuz-11”) — 1971 rok; wystrzelenie stacji — 19 kwietnia, start „Sojuza” — 6 czerwca, połączenie statku i stacji — 7 czerwca.

Załoga: dowódca — ppłk W. W. Gorbakow, inżynier pokładowy — ppłk J. N. Glazkow. Lot trwał 16 dob. Kontynuowano badania rozpoczęte w czasie poprzedniej wyprawy.

Powrót załogi na Ziemię — 25 lutego. Następnego dnia od „Saluta-5” odłączył się zasobnik z materiałami badawczymi i automatycznie powrócił na Ziemię, 8 sierpnia „Salut-5” spłonął w atmosferze po wykonaniu 6630 okrążeń wokół Ziemi.

SIÓDMA EKSPEDYCJA („Salut-6” — „Sojuz-26”) — 1977—1978 rok; wystrzelenie stacji — 29 września 1977, start „Sojuza” — 10 grudnia, połączenie ze stacją — 11 grudnia.

Załoga: dowódca — ppłk J. W. Romanienko, inżynier pokładowy — G. M. Greczko.

Program naukowy: badanie mikrometeorologii, obserwacje korony słonecznej, obserwacje powierzchni Ziemi i atmosfery oraz Oceanu Spokojnego, lodowców i pokrywy śnieżnej. Przeprowadzono również liczne eksperymenty techniczne i technologiczne oraz badania medycyno-biologiczne.

Załoga ustanowiła rekord światowy przebywania w kosmosie: 98 dni.

OSMA EKSPEDYCJA („Salut-6” — „Sojuz-27”) — 1978 rok; start statku — 10 stycznia, połączenie z kompleksem orbitalnym „Salut-6” — „Sojuz-26” — 11 stycznia 1978.

Załoga: dowódca — ppłk W. A. Dżanibekow, inżynier pokładowy O. G. Makarow.

Lot trwał 5 dob, w czasie których na pokładzie „Saluta” przebywało czterech kosmonautów. 16 stycznia Dżanibekow i Makarow powrócili na Ziemię na pokładzie statku „Sojuz-26”, pozostawiając „Sojuz-27” załodze Romanienko—Greczko.

DZIEWIĄTA EKSPEDYCJA („Salut-6” — „Sojuz-28”) — 1978 rok; wystrzelenie „Sojuza” — 2 marca, połączenie z „Salutem” — 3 marca.

Załoga: dowódca — lotnik kosmonauta A. Gubarię, kosmonauta badacz — V. Remkę.

Był to pierwszy lot międzynarodowej załogi radziecko-czechosłowackiej realizowany w ramach programu „Interkosmos”. Kontynuowano program badań rozpoczęty przez Greczko i Romanienkę, przeprowadzono również liczne nowe eksperymenty.

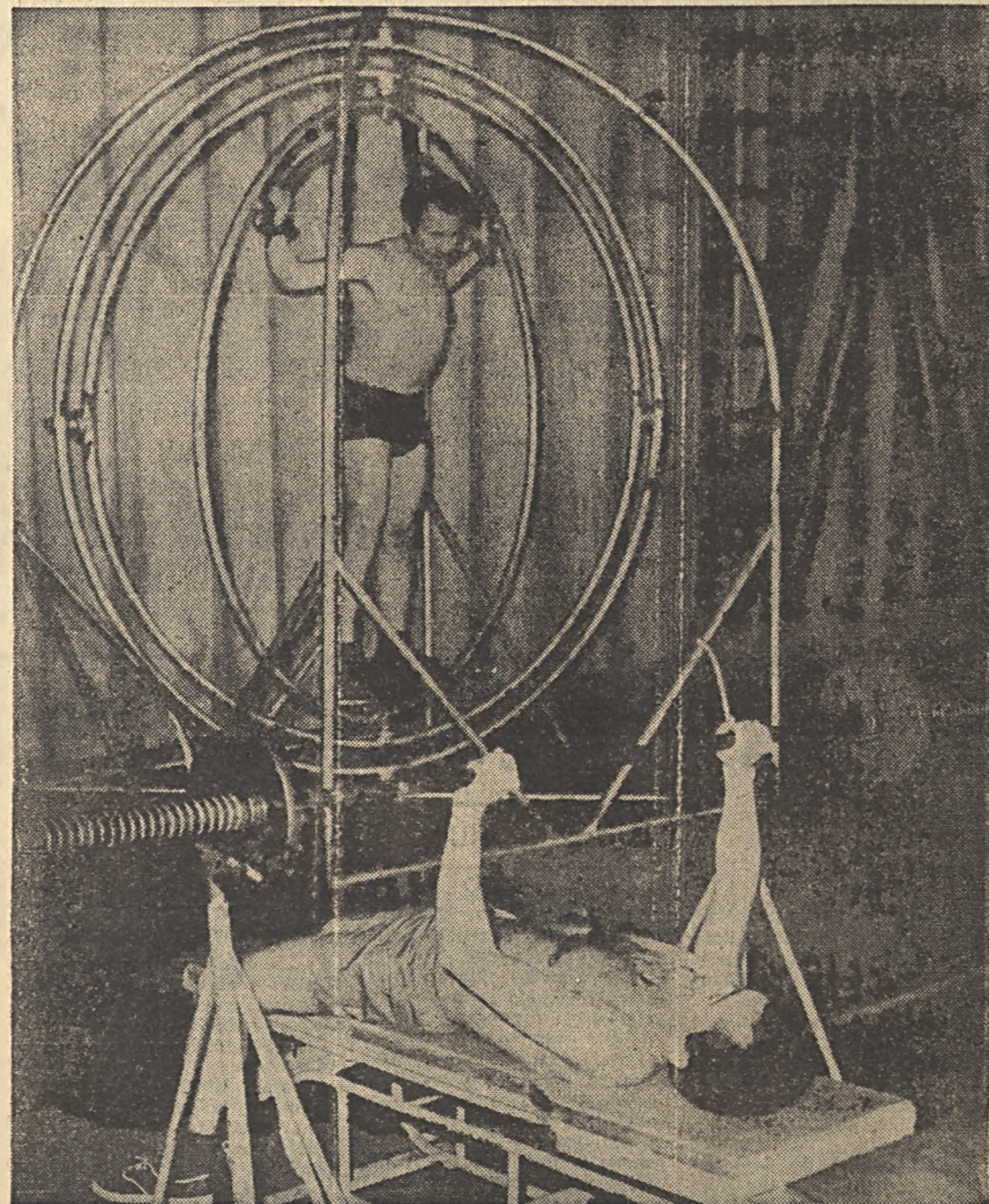
Powrót na Ziemię — 12 marca.

DZIESIĄTA EKSPEDYCJA („Salut-6” — „Sojuz-29”) — 1978 rok; start statku — 15 czerwca, połączenie z „Salutem” — 17 czerwca.

Załoga: dowódca — W. Kowaloniuk, inżynier pokładowy A. Iwaneczkow.

Lot trwa.

Opracował
ANDRZEJ GORZYM



uważa się bowiem, że podnosi one odporność układu przedsionkowego (orientacji przestrzennej człowieka) dezorientowanego nieważkością w locie kosmicznym. Również dużo uwagi poświęca się pływaniu, zwłaszcza nurkowaniu, jako treningowi imitującemu w pewnym stopniu nieważkość (stan hypograwitacji). Przynajmniej raz w roku kandydaci-kosmonauci przebywają na obozie kondycyjnym w górach.

Trening naukowy jest szczególnie obszerny u przyszłych kosmonautów-naukowców, reprezentujących różne dyscypliny nauki. Trening ten ma zagwarantować jak najdoskonalsze przygotowanie planowanych eksperymentów naukowych. Treningiem tym objęci są również kandydaci pilotów-kosmonautów. Niejednokrotnie realizują oni badania z różnych dyscyplin naukowych, stąd niezbędność poz-

uważa się bowiem, że podnosi one odporność układu przedsionkowego (orientacji przestrzennej człowieka) dezorientowanego nieważkością w locie kosmicznym. Również dużo uwagi poświęca się pływaniu, zwłaszcza nurkowaniu, jako treningowi imitującemu w pewnym stopniu nieważkość (stan hypograwitacji). Przynajmniej raz w roku kandydaci-kosmonauci przebywają na obozie kondycyjnym w górach.

Trening naukowy jest szczególnie obszerny u przyszłych kosmonautów-naukowców, reprezentujących różne dyscypliny nauki. Trening ten ma zagwarantować jak najdoskonalsze przygotowanie planowanych eksperymentów naukowych. Treningiem tym objęci są również kandydaci pilotów-kosmonautów. Niejednokrotnie realizują oni badania z różnych dyscyplin naukowych, stąd niezbędność poz-

uważa się bowiem, że podnosi one odporność układu przedsionkowego (orientacji przestrzennej człowieka) dezorientowanego nieważkością w locie kosmicznym. Również dużo uwagi poświęca się pływaniu, zwłaszcza nurkowaniu, jako treningowi imitującemu w pewnym stopniu nieważkość (stan hypograwitacji). Przynajmniej raz w roku kandydaci-kosmonauci przebywają na obozie kondycyjnym w górach.

Trening naukowy jest szczególnie obszerny u przyszłych kosmonautów-naukowców, reprezentujących różne dyscypliny nauki. Trening ten ma zagwarantować jak najdoskonalsze przygotowanie planowanych eksperymentów naukowych. Treningiem tym objęci są również kandydaci pilotów-kosmonautów. Niejednokrotnie realizują oni badania z różnych dyscyplin naukowych, stąd niezbędność poz-

Kierowanie lotami kosmicznymi

wchodzą specjalne bloki służące do rozpoznawania sygnałów. Jeśli sygnał pochodzi z elementu uszkodzonego, aparatura wysyła odpowiedni rozkaz i wtedy wyłącza uszkodzony blok lub powierza jego funkcję sprawnym urządzeniom. Ten sposób kierowania lotem jest wystarczająco efektywny w wypadku, gdy liczba operacji w określonym przedziale czasu nie jest zbyt duża oraz gdy algorytm czynności wykonywanych automatycznie jest na tyle prosty, że można go zaprogramować wcześniej i przekazać urządzeniom pokładowym.

Drugi sposób — to ręczne sterowanie systemami aparatu kosmicznego. Ten sposób realizuje załoga zgodnie z opracowanymi metodami. Ręczne sterowanie wymaga mniej skomplikowanych urządzeń niż sterowanie automatyczne. Jest od niego pewniejsze i stosuje się je przede wszystkim wtedy, gdy sytuacja wymaga obecności czło-

wieła. Dla przykładu, sterowanie systemem termoregulacji odbywa się zazwyczaj automatycznie. Istnieją bowiem proste i niezawodne czujniki temperatury, które utrzymują reżim ogrzewania lub chłodzenia. Jednak sterowanie teleskopem słonecznym powierza się załodze, gdyż nie tylko trzeba wybrać interesujący obiekt obserwacji, lecz także ocenić czy istnieją odpowiednie warunki do wykonania zdjęć.

Trzeci sposób kierowania lotem, podstawowy i obecnie najbardziej skomplikowany, to zdalne sterowanie z Ziemi. Ten sposób stosuje się wtedy, kiedy procedura sterowania wymaga obecności wysoko kwalifikowanych specjalistów lub gdy na przykład trzeba nazmiennymi środkami wykonać pomiary trajektorii i obliczenia balistyczne.

Praktycznie, w każdym locie wykorzystuje się wszystkie wymienione sposoby kie-

rowania. Przy czym tak się je dobiera, by zapewnić maksymalną niezawodność i efektywność lotu. Do tej pory nie opracowano sformalizowanej metody optymalizacji tego procesu, toteż każdorazowo problem doboru metod kierowania rozwiązuje się drogą analiz różnych wariantów.

P IERWSZE dwa sposoby kierowania lotem wymagają skomplikowanej aparatury na pokładzie statku i wysokiego stopnia automatyzacji. Trzeci — ogólnie mówiąc — również wymaga za instalowania na pokładzie skomplikowanych urządzeń, niemniej jednak najważniejszą rolę odgrywa w tym wypadku naszemu ośrodku sterowania lotem. Dwa pierwsze sposoby sterowania wykorzystywane są również w niekosmicznych dziedzinach techniki, na przykład w sterowaniu lotami samolotów. Trzeci sposób jest realizowany szeroko tylko w lotach kosmicznych.

Praktycznie, w każdym locie wykorzystuje się wszystkie wymienione sposoby kie-

rowania. Przy czym tak się je dobiera, by zapewnić maksymalną niezawodność i efektywność lotu. Do tej pory nie opracowano sformalizowanej metody optymalizacji tego procesu, toteż każdorazowo problem doboru metod kierowania rozwiązuje się drogą analiz różnych wariantów.

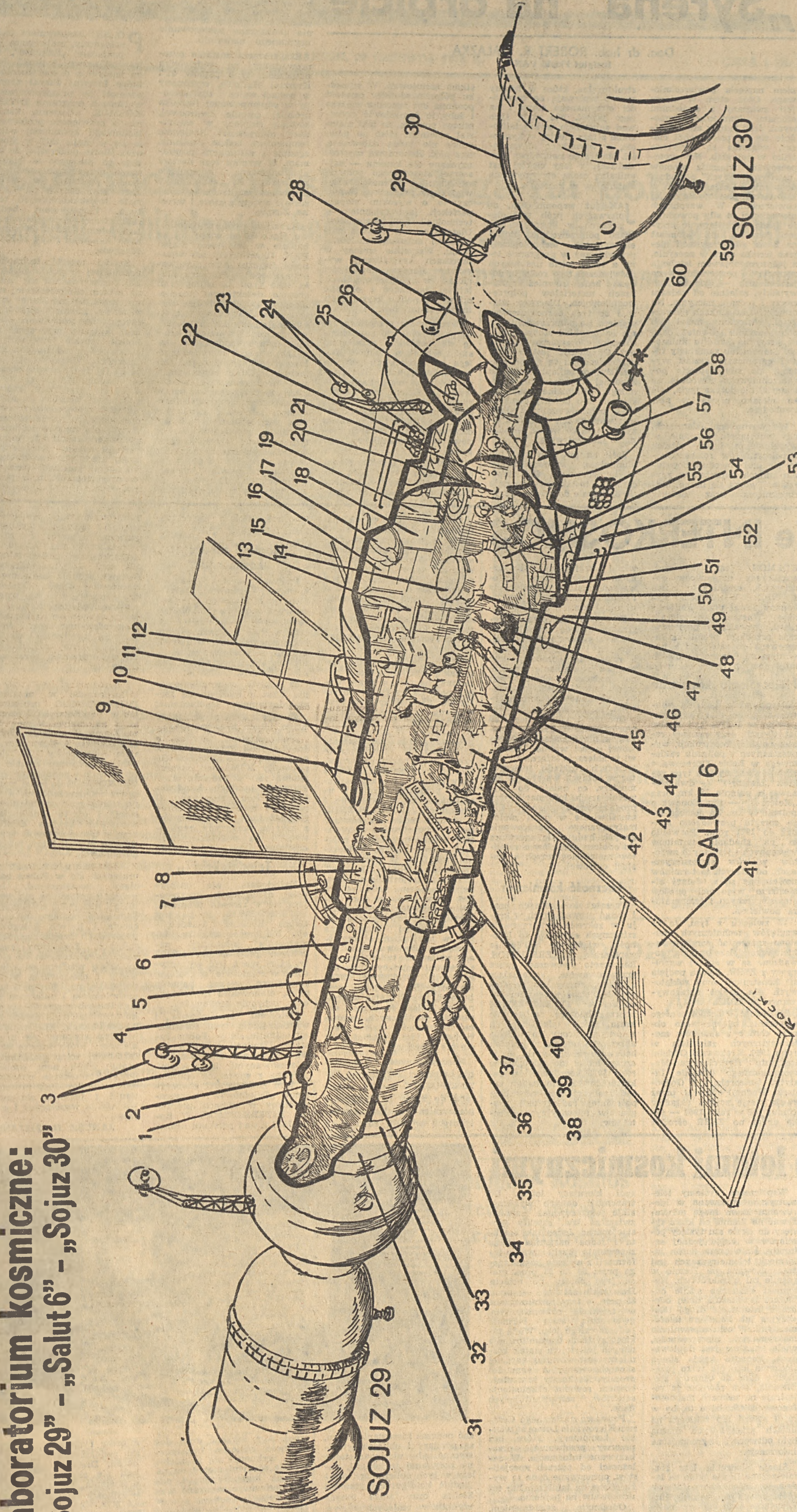
P IERWSZE dwa sposoby kierowania lotem wymagają skomplikowanej aparatury na pokładzie statku i wysokiego stopnia automatyzacji. Trzeci — ogólnie mówiąc — również wymaga za instalowania na pokładzie skomplikowanych urządzeń, niemniej jednak najważniejszą rolę odgrywa w tym wypadku naszemu ośrodku sterowania lotem. Dwa pierwsze sposoby sterowania wykorzystywane są również w niekosmicznych dziedzinach techniki, na przykład w sterowaniu lotami samolotów. Trzeci sposób jest realizowany szeroko tylko w lotach kosmicznych.

Praktycznie, w każdym locie wykorzystuje się wszystkie wymienione sposoby kie-

DOKOŃCZENIE NA STR. 4

Laboratorium kosmiczne:

„Sojuz 29” – „Salut 6” – „Sojuz 30”



- 1. Pokrywa luku wjazdowego
- 2. Wspornik dla telekamery
- 3. Anteny radiowego systemu cumowniczego
- 4. Przyrządy zewnętrzne
- 5. Pulpit pneumatycznego osprzętu komory służbowej
- 6. Pulpit sterowniczy wyjścia w kosmos
- 7. Czujnik orientacji baterii słonecznych
- 8. Kamera telewizyjna
- 9. Mechanizm obrotu baterii słonecznych
- 10. Elektroniczne bloki systemów stacji
- 11. Ekran ochronny
- 12. Webergometr
- 13. Przyrząd do mierzenia masy ciała kosmonauty
- 14. Komora z aparaturą naukową
- 15. Antena systemów telemetrycznych

- 16. Miejsce do spania
- 17. Komora służowa do wydalania odpadów
- 18. Zapasy żywności
- 19. Filtrowy przeciwpyłowy
- 20. Toaleta i zbiornik odchodów
- 21. Przybory toaletowe
- 22. Agregaty pneumatykoautomatycznego systemu urządzeń silnikowych
- 23. Dysze silników orientujących i stabilizujących
- 24. Anteny radiowego systemu cumowniczego
- 25. Telekamera do obserwowania cumowania
- 26. Wentylator
- 27. Pokrywa luku wjazdowego
- 28. Anteny radiowego systemu cumowniczego
- 29. Przedział mieszkalny statku transportowego „Sojuz 30”

- 30. Aparat lądujący „Sojuz 30”
- 31. Aktywne urządzenie cumownicze statku
- 32. Pasywne urządzenie cumownicze statku
- 33. Luk roboczy
- 34. Czujnik położenia Słońca
- 35. Luminator
- 36. Butle ze sprężonym powietrzem
- 37. Bloki systemu termoregulacji
- 38. Skafandry do wychodzenia w kosmos
- 39. System zabezpieczenia składu powietrza
- 40. Pulpit stanowiska dowodzenia stacją
- 41. Płyta baterii słonecznej
- 42. Zbiornik z wodą do picia
- 43. Aparat fotograficzny
- 44. Pojemniki próżniowe

- 45. Wzrost mocujący czołowej owiewki
- 46. Aparat fotograficzny MKF-6M
- 47. Chodnik ruchomy do wykonywania ćwiczeń
- 48. Pulpity i bloki zasilające aparaturę naukową
- 49. Antena systemów telemetrycznych
- 50. Puste zbiorniki na odpady
- 51. Przewody systemu doładowczego zespołu silnikowego
- 52. Butla układu doładowczego
- 53. Anteny układu łączności
- 54. Zapasy wody pitnej
- 55. Wizjer aparatury naukowej
- 56. Dysze silników orientujących i stabilizujących
- 57. Zbiornik z paliwem
- 58. Silnik korekcyjny
- 59. Sworzeń kontaktu stykowego
- 60. Antena radiowego systemu cumowniczego

Doc. dr hab. Robert R. Gałązka jest autorem projektu eksperymentu technologicznego „Syrena”, który polski kosmonauta przeprowadzi na pokładzie radzieckiej stacji orbitalnej „Salut-6”.

WYKORZYSTANIE takich właściwości przestrzeni kosmicznej, jak nieważkość i wysoka próżnia, stwarza ogromne perspektywy przed nową dziedziną nauki i techniki — technologią kosmiczną. Ten termin pojawił się niedawno w słownictwie naukowym. W latach 1973—1974, na pokładzie amerykańskiej stacji orbitalnej „Skylab” przeprowadzono sześć eksperymentów krystalizacji różnych materiałów. W tej dziedzinie aż pięć doświadczeń dotyczyło krystalizacji materiałów półprzewodnikowych. Po raz pierwszy w historii nauki przeprowadzono w stanie nieważkości pełny proces technologiczny: od stopienia materiału do jego krystalizacji. Technologia kosmiczna jest więc jedną z najmłodszych dziedzin nauki i techniki.

Od zarania dzieł wszystkich, co dzieje się na naszej planecie, polega działaniu pola grawitacyjnego Ziemi. Wpływ tego pola nie można uniknąć, co więcej — nie można na dłużej nawet zmniejszyć siły jego działania. Czy grawitacja jest czynnikiem sprzyjającym, czy też przeszkadzającym w procesach technologicznych? Wszystko, co wiemy o procesach technologicznych przeprowadzanych tu, na Ziemi, uwzględnia wpływ pola grawitacyjnego. Ma to zresztą swoje odbicie w kształcie i konstrukcji aparatury techno-

logicznej oraz różnego rodzaju pieców i reaktorów chemicznych.

Na orbicie, w stanie nieważkości, te same procesy przebiegają inaczej. Dlaczego tak się dzieje? Na przykład w procesach krystalizacji na Ziemi konkurują ze sobą dwa zjawiska: konwekcja, związana bezpośrednio z obecnością pola grawitacyjnego oraz dyfuzja, która w pierwszym przybliżeniu od grawitacji nie zależy.

Konwekcja — to proces pionowego unoszenia ciepła i materii, spowodowany różnicą ciężyć właściwych występujących w różnych miejscach cieczy lub gazu. Takie różnice występują również w jednorodnej chemicznie substancji, na przykład w wodzie, na skutek różnicy temperatur. Konwekcja miesza więc substancje jednorodne — wyrównuje temperaturę oraz oddziałując składniki łatwiejsze od cięższych, powoduje segregację w mieszaninach wieloskładnikowych. Natomiast dyfuzja wyrównuje różnice stężeń i koncentracji domieszek w substancji.

W warunkach ziemskich, w obecności grawitacji, bardzo często zwycięża konwekcja. Dzięki temu, w procesach krystalizacji otrzymywane stopy są również niejednorodne, a co za tym idzie — mają niską jakość. Tej wady nie mają stopy uzyskiwane w warunkach nieważkości, gdyż zjawisko konwekcji wtedy nie istnieje.

Inne, równie ważne zjawisko fizyczne, prawie niezauważalne na Ziemi, ale istotne w procesach krystalizacji z fazy cieklej w warunkach kosmicznych, wiąże się z istnie-

„Syrena” na orbicie

Doc. dr hab. ROBERT R. GAŁĄZKA
Instytut Fizyki PAN

nieniem napięcia powierzchniowego. Otóż atom w cieczy jest związany z sąsiednimi atomami siłami międzycząsteczkowymi. Jeśli jednak atom znajduje się na powierzchni cieczy, wiązania są wysyczone tylko w jej głębi. Nie skompensowane wiązania atomów „powierzchniowych” powodują powstanie sił skierowanych w głąb cieczy, prostopadłe do jej powierzchni. W warunkach nieważkości te siły powodują, że każda ciecz dąży do przyjęcia kształtu kuli. Natomiast na Ziemi siła grawitacji nie jako wiążąca ciecz w naczynie, a jedynie objawem istnienia napięcia powierzchniowego jest menisk — wklęsły lub wypukły, zależnie od rodzaju cieczy i rodzaju naczynia. Na orbicie, w warunkach nieważkości, roztopiony metal lub półprzewodnik również dąży do przyjęcia kształtu kulistego. Ampuła lub zamknięty tygiel ograniczają kształt wypływu, ale siły napięcia powierzchniowego powodują, że materiał nie dotyka tygla, tylko niejako pływa w nim swobodnie.

W warunkach ziemskich, gdy substancja krzepnie w wypełnionym tyglu, różnica współczynników rozszerzalności cieplnej powoduje powstanie silnych naprężeń w kształcie. Tworzą się liczne mikropęknięcia oraz defekty

strukturalne, które w istotny sposób wpływają na własności otrzymanego stopu i na jego jakość. Nie mają tych wad substancje wykrystalizowane z fazy cieklej w kosmosie, w warunkach nieważkości. Możliwość swobodnej krystalizacji z fazy cieklej jest unikalną cechą otrzymywania materiałów w kosmosie.

JAK już wspomnieliśmy, do pierwszych prób technologicznych w kosmosie wybrano półprzewodniki. Polski eksperyment technologiczny przewidziany w programie lotu, a także wiele następnych doświadczeń tego rodzaju, dotyczyć będzie również krystalizacji materiałów półprzewodnikowych. Dlaczego właśnie do tych eksperymentów wybiera się półprzewodniki, a nie na przykład stopy metali, substancje organiczne czy inne? Odpowiedź jest krótka: półprzewodniki są grupą materiałów o najlepiej obecnie zbadanej i opracowanej technologii. Minimalne zanieczyszczenia lub defekty struktury w półprzewodnikach silnie wpływają na ich własności fizyczne i — co ważne — wiadomo jak wpływają.

Jeśli na przykład stal lub aluminium, wyprodukowane w hutach, mają 99,9 proc. czystości, to taki metal nadaje się doskonale do prawie wszy-

stkich zastosowań. W wypadku półprzewodników czystość powinna być znacznie większa i żeby to uzmysłowić czytelnikowi powiem, że taki materiał powinien mieć po przecinku nie jedną dziesiątą, lecz pięć. Rekordową czystość uzyskano dla krzemu — najszerszej stosowanej półprzewodnika: aż jedenaście dziesiątek po przecinku. Świadczy to o wysokim stopniu perfekcji, jaki osiągnięto w technologii tych materiałów. Dlatego są one obecnie najlepszymi substancjami testowymi. Wszystkie zmiany w procesach krystalizacji wywołane stanem nieważkości można w półprzewodnikach łatwiej zauważyć i określić niż w przypadku krystalizacji innych materiałów.

Eksperyment przeprowadzony przez polskiego kosmonautę na pokładzie radzieckiej stacji orbitalnej „Salut-6” polega na krystalizacji półprzewodników typu HgCdTe z fazy cieklej w warunkach nieważkości. Celem tego eksperymentu jest zbadanie procesów krystalizacji w warunkach nieważkości, a głównie otrzymanie jednorodnych stopów półprzewodników tego typu.

Rtęć, kadm i telur różnią się znacznie między sobą ciężarem atomowym. Procesy konwekcji, wynikające z ist-

nienia grawitacji, w istotny sposób utrudniają uzyskanie takich jednorodnych stopów w warunkach ziemskich. A od tej jednorodności zależą ich własności fizyczne, a następnie praktyczne zastosowanie uzyskanego materiału.

Eksperyment zostanie przeprowadzony na radzieckim urządzeniu typu „Sław 01”. Krystalizator HgCdTe, wykonany w postaci walca i umieszczony w odpompowanej (wysoka próżnia) ampule kwarcowej, zostanie stopiony w warunkach nieważkości. Następnie temperatura będzie obniżana, zgodnie z założonym programem. W wyniku tego nastąpi ukierunkowane krzepnięcie materiału. Po zakończeniu procesu krystalizacji krystalizator zostanie wyjęty z pieca i wróci na Ziemię.

Krystały półprzewodnikowe HgCdTe od wielu lat są badane w Instytucie Fizyki PAN. Określiłmy ich własności fizyczne oraz możliwości zastosowań. Półprzewodniki tego typu są najlepszymi obecnie detektorami promieniowania podczerwonego. Wysoka czułość, a przede wszystkim mała bezwładność umożliwiają odbiór bardzo krótkich (nanosekundowych) sygnałów, stwarzają szerokie możliwości ich zastosowań. Detektory HgCdTe mogą wykrywać promieniowanie w obszarze 10 mikrometrów, tzn. w obszarze tzw. okna atmosferycznego, ponieważ chmury i inne gazy atmosfery nie pochłaniają promieniowania w tym zakresie. Można również wykorzystywać te materiały do budowy półprzewodnikowych laserów podczerwieni lub halotronów. Oczekujemy, że otrzymane w warunkach nie-

ważkości półprzewodniki typu HgCdTe będą bardziej jednorodne i doskonalsze z punktu widzenia struktury krystalograficznej niż materiały uzyskiwane na Ziemi.

POLSKI eksperyment technologiczny, realizowany na pokładzie „Saluta-6”, otrzymał nazwę „Syrena”. Jest on jednym z eksperymentów, które Instytut Fizyki zaproponował do przeprowadzenia w ramach programu INTERKOSMOS. (Pierwsza konferencja poświęcona problemom technologii kosmicznej odbyła się w maju 1977 w Moskwie). Warto podkreślić, że będzie to pierwszy w historii nauki eksperyment technologiczny wykonany w warunkach kosmicznych na materiale trójskładnikowym tego typu. Eksperyment będzie realizowany we współpracy z Instytutem Badań Kosmicznych Akademii Nauk ZSRR w Moskwie.

Szybki rozwój technologii kosmicznej przybliży okres, w którym wytwarzać się będzie na orbicie okołoziemskiej różne materiały na skalę przemysłową. Zdaniem niektórych specjalistów, pod koniec obecnego stulecia wytwarzać się będzie rocznie tony różnych substancji w warunkach kosmicznych. Wszystko wskazuje na to, że niebawem będziemy świadkami narodzin nowej dziedziny przemysłu, którego zadaniem będzie produkcja nowych materiałów o coraz doskonalszych właściwościach. Przyczynią się one do dalszego postępu nauki i techniki.

Eksperyment „Syrena” na pokładzie „Saluta-6” jest wkładem polskich uczonych w przyspieszenie tego postępu.

Polska w programie INTERKOSMOS

DOKONCZENIE ZE STR. 1

ry, prowadzone w Centrum Badań Kosmicznych PAN.

W roku 1973 Pracownia Fizyki Jonoferów Instytutu Geofizyki — PAN, przy współudziale Pracowni Związków Słońce—Ziemia Zakładu Astronomii PAN oraz Pracowni Przetwarzania Danych Satelitarnych Instytutu Maszyn Matematycznych — przystąpiła do prac nad dynamicznym modelem jonoferów. Są to badania o charakterze poznawczym, jednakże ich efektem jest obecnie możliwość prognozowania stanu jonoferów w funkcji aktywności Słońca. W związku z tym, w Centrum Badań Kosmicznych PAN opracowywane są aktualnie miesięczne prognozy radiowe na poszczególne radiostacje oraz wydawana jest dzienna informacja o stanie aktywności heliogeofizycznej i warunkach łączności.

Niezależnie od tego, komunikaty o stanie aktywności heliogeofizycznej wysyłane są do niektórych placówek naukowych badających wpływ tej aktywności na żywe organizmy.

Geodezja satelitarna

W grupie roboczej fizyki kosmicznej znalazły się również tematyka geodezji satelitarniej.

Obserwacje pozycyjne satelitów rozpoczął się w Polsce zaraz po pojawieniu się pierwszych spustników, w roku 1953. Zorganizowana została sieć stacji, obejmująca wszystkie kraje socjalistyczne, która była niejako załącznikiem późniejszego programu INTERKOSMOS. Z polskich stacji wyróżniły się obserwatorium w Borowcu oraz w wielu innych stacjach sieci INTER-

skie obserwatorium PTMA w Gdyni. Później powstały stacje przy Akademii Rolniczej w Olsztynie i w Astronomicznym Obserwatorium Szerokociowym PAN w Borowcu, które działają do dziś.

Pierwsze obserwacje były prowadzone wyłącznie wizualnie. Obecnie stacja w Borowcu, należąca do Centrum Badań Kosmicznych PAN, wyposażona jest w nowoczesną kamerę fotograficzną f-mv „Zeiss” oraz aparaturę laserową do pomiaru odległości. Celem wykonywanych tam obserwacji jest systematyczne badanie zmian położenia i efektów geodynamicznych, przy czym do badań tych stosowane są również obserwacje astronomiczne i geofizyczne.

Obserwatorium w Borowcu pracuje w systemie stacji INTERKOSMOS, tworzącym ciąg Arktyka—Antarktyka. Obserwacje z całej sieci służą zarówno do celów geodezyjnych, jak i do wyznaczania orbit. Analiza zmian elementów orbit pozwala badać pole grawitacyjne Ziemi, a zatem jej kształt.

W Polsce wykonano wiele prac nad zastosowaniem obserwacji satelitarnych do geodezyjnych sieci podstawowych. Jeden z programów, o nazwie „czworobok geodezyjny”, zorganizowany przez Zakład Geodezji Planetarnej Centrum Badań Kosmicznych PAN, miał charakter międzynarodowy, gdyż wchodziły w niego stacje: Ryga, Użgorod, Sofia i Poznań. Wyniki tego eksperymentalnego programu posłużyły do udoskonalenia techniki wyznaczeń geodezyjnych.

Aparatura laserowa znajdująca się w Obserwatorium w Borowcu oraz w wielu innych stacjach sieci INTER-

KOSMOS jest wynikiem współpracy naukowców radzieckich, czeskich, polskich i NRD. W Polsce wykonany został przez Politechnikę Warszawską miernik czasu, pozwalający pomierzyć czas przebiegu promienia laserowego do satelity i z powrotem z dokładnością dwóch miliardowych części sekundy.

Meteorologia kosmiczna

Bezpośrednie badania wiatrów w górnej atmosferze rozpoczęło w Polsce pod koniec lat 60-tych przy pomocy rakiet polskiej konstrukcji, wypuszczanych z poligonu rakietowego w Łębie. Opracowane zostały wówczas dwa typy rakiet: „Meteor-1” — dwuczłonowa, o pułapie 35 km oraz „Meteor-3” — trzyczłonowa o pułapie 60 km. Za pomocą tego sprzętu prowadzono sondaż do 1971 roku. Pozwoliło to na zbadanie terminów wiosennych i jesiennych zwrotów wiatrów stratosferycznych, od których to terminów uzależnione są w dolnej atmosferze wysokości opadów atmosferycznych i temperatura powietrza.

W związku z tym, że ze względów technicznych musiano zaprzestać sondażu rakietowego, dalsze badania prowadzone są w ścisłej współpracy z ZSRR. Polska podjęła się konstrukcji sond rakietowych dla rakiet opracowywanych w ZSRR.

Możliwość bezpośredniego odbierania telewizyjnego obrazu z chmur z satelitów meteorologicznych zaistniała w roku 1966. Krakowski Oddział Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego (obecnie Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej) odbierał przez swoją stację zdjęcia układów chmur już w roku 1967 — jako drugi po ZSRR ośrodek

wśród krajów socjalistycznych. Ostatnio został wprowadzony system pozwalający rozróżniać szczegóły o średnicy ok. 1 km.

W Polsce opracowano oryginalną metodę przewidywania występowania zjawisk burzowych i rodzajów opadów, i rozpoczęto opracowywanie prognoz wystąpienia opadów na podstawie chmurowych zdjęć telewizyjnych odbieranych z satelitów meteorologicznych.

Obecnie trwają prace nad wprowadzeniem odbioru obrazów w niewidzialnej podczerwonej części widma. Umożliwi to zbieranie informacji dotyczących rozkładu temperatur w różnych warstwach atmosfery, co należy do najważniejszych informacji przy prognozowaniu pogody. Dla umożliwienia w pełni automatyzowanego opracowania danych buduje się aparaturę do odbioru sygnałów z satelitów meteorologicznych w postaci cyfrowej.

Łączność kosmiczna

Początek konkretnych prac i badań prowadzonych w kraju w zakresie wykorzystania sztucznych satelitów do łączności wiąże się ściśle ze współpracą INTERKOSMOS. Rozpoczęto wówczas prace przygotowawcze, zmierzające z jednej strony do włączenia się Polski w system łączności INTERSPUTNIK poprzez budowę na terenie kraju stacji satelitarniej, a z drugiej strony do wzięcia aktywnego udziału w pracach badawczo-rozwojowych, a w szczególności do podjęcia w roku 1972 koordynacji w zakresie dotyczącym badań zasad realizacji systemów bezpośredniej radiodifuzji programów telewizyjnych z satelitów.

Dokonano oceny założeń techniczno-ekonomicznych i projektu wstępnego między-narodowego systemu łączności satelitarnej z wykorzystaniem satelitów typu „Molnia”. Jednocześnie prowadzono prace zmierzające do poznania właściwości techniczno-eksploatacyjnych i warunków pracy stacji naziemnych przystosowanych do współpracy w ramach systemu INTERSPUTNIK.

W wyniku badań nad optymalną lokalizacją stacji naziemnej na terenie kraju wybrano psary, w obszarze Gór Świętokrzyskich. Prowadzona w szybkim tempie budowa stacji, zrealizowana w przeciągu 18 miesięcy, została zakończona we wrześniu 1974 roku. W pierwszym okresie stacja naziemna pozwalała na transmisję programów telewizyjnych i radiofonicznych pomiędzy krajami uczestniczącymi w systemie i organizacji INTERSPUTNIK, a obecnie może ona również być wykorzystywana do realizacji międzynarodowych połączeń telefonicznych. Połączenia następują za pomocą radzieckich satelitów „Molnia”, krążących po orbicie eliptycznej o apogeum około 40 000 km. Ze względu na ruch satelity względem powierzchni Ziemi, 12-metrowa antena stacji naziemnej wyposażona jest w mechanizm obrotowo-sterujący. Budowa stacji usprawniła nie tylko łączność z krajami należącymi do organizacji INTERSPUTNIK, ale pozwoliła na dalszą rozbudowę, umożliwiając włączenie się Polski do innych systemów satelitarnych, zarówno do łączności stałej, jak i ruchomej, np. łączności w służbie morskiej.

Międzynarodowa Organizacja Łączności Satelitarnej INTERSPUTNIK została powołana do życia na podstawie porozumienia krajów socjalistycznych w 1971 roku i od

tego roku Polska jest członkiem tej organizacji.

Biologia i medycyna kosmiczna

Pracami w tym zakresie kieruje Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej. Koncentrują się one wokół następujących zagadnień:

- wpływ czynników lotu kosmicznego na wydolność organizmu, obejmuje on m.in. nieważkość, przyspieszenie, niedotlenienie, wibracje;

- wpływ napromieniania wraz z możliwością farmakologicznego zapobiegania;

- zagadnienia psychologiczne w lotach kosmicznych.

Doświadczenia zebrane w trakcie realizacji tematów w programie INTERKOSMOS pozwoliły WIML-owi odegrać istotną rolę w procesie przygotowań polskich kandydatów do lotu załogowego. O poziomie tych prac świadczy również ilość eksperymentów z zakresu medycyny, realizowanych na pokładzie stacji orbitalnej.

Teledetekcja

Najmłodsza, ale najbardziej dynamicznie rozwijająca się w ramach programu INTERKOSMOS grupa jest Grupa Robocza Teledetekcji. Ma ona zadanie dostarczenia informacji zebranych przy użyciu satelity, które mogą być wykorzystane w rolnictwie, w geologii, gospodarce wodnej, badaniu mórz, planowaniu przestrzennym, ochronie środowiska.

Metodami opracowania i wykorzystania tych informacji zajmuje się w Polsce Instytut Geodezji i Kartografii we współpracy z innymi zainteresowanymi instytucjami.

Jedną z większych operacji w tym zakresie był eksperyment „Telefoto-77”, przeprowadzony w ramach programu INTERKOSMOS. W lipcu 1977 r. nad polskimi obsza-

rami testowymi „Środa Śląska” i „Mosina” wykonano zdjęcia lotnicze z samolotu-laboratorium AN-30, udostępnionego przez Akademię Nauk ZSRR, a także wykonano badania naziemne aparaturą z ZSRR i Bulgarii. W wyniku otrzymano zdjęcia lotnicze wielospektralne, obrazy skanerowe i dane aerofotogrametryczne. Interpretacja wyników trwa; da ona niezbędne przygotowanie do wykorzystania zdjęć satelitarnych.

Rozpoczęcie w programie INTERKOSMOS orbitalnych lotów załogowych oznacza skok na nowy, wyższy poziom współpracy. W lipcu 1976 r. podpisane zostało porozumienie podnoszące INTERKOSMOS do rangi współpracy międzyrządowej, a jednocześnie rząd radziecki wystąpił z ofertą umożliwienia wszystkim krajom działającym w tym programie wzięcia udziału w serii lotów międzynarodowych.

Większość z nas, osób zajmujących się w Polsce badaniami kosmicznymi, była wprost oszołomiona tak wspólną i niezwykłą możliwością. Sadzę, że podobnie byli odczuć i inni kolegowie z pozostałych krajów współpracujących. Zostaliśmy zaproszeni do wkroczenia w główny szlak wiedzący o odkrywaniu i opanowaniu przyrody, szlak, na którym dotąd nieśmiałością i należnym szacunkiem obserwowaliśmy tylko przedstawicieli dwóch najpotężniejszych krajów świata. Dziś styramy się z problemami, które jeszcze wczoraj były science fiction. A znany wielu nam osobliście polski kosmonauta pozdrawia nas z orbity. Jest to triumf nauki i techniki, ale przede wszystkim współpracy i przyjaźni.

JANUSZ B. ZIELIŃSKI

DOKONCZENIE ZE STR. 2

wie można jednoznacznie rozstrzygnąć czy aparatura pracuje normalnie, czy też niezgodnie z przewidzianym reżimem i podjąć odpowiednią decyzję. Takie informacje przekazuje się na Ziemię wtedy, gdy kontrolowany system lub urządzenie jest włączone. Jeśli natomiast kontrola objęty jest parametrem, który może się zmienić w każdej chwili, na przykład hermetyczność, to informacja o tym jest przekazywana regularnie na Ziemię podczas całego lotu. Takie podstawowe informacje są analizowane w czasie całego lotu.

Do drugiej grupy informacji należą te dane, które dotyczą urządzeń wypróbowywanych eksperymentalnie w czasie lotu. Natomiast trzecią grupę tworzą dane pochodzące z aparatury naukowej zaistalowanej na pokładzie statku kosmicznego. Liczba tych informacji zależy od zestawu nagromadzonej aparatury. Względne proporcje ilościowe między tymi grupami zależą od rodzaju statku kosmicznego i zadań, które realizuje. Dla przykładu — na stacjach orbitalnych typu „Salut” kontroluje się i przekazuje na

Kierowanie lotami kosmicznymi

Ziemię informacje o około 2000 parametrach. Połowa tych informacji dotyczy aparatury naukowej i urządzeń eksperymentalnych. Natomiast w statkach transportowych monitoruje się o połowę mniej parametrów, a na informację naukową przypada zaledwie od 5 do 10 proc. sygnałów przekazywanych na Ziemię.

INFORMACJE z różnych czujników gromadzi się na pokładzie periodycznie, w zależności od wagi kontrolowanego parametru i tempa jego zmian. Dzieje się to od jednego pomiaru na minutę do setek w ciągu sekundy. Na Ziemi, informacje te przekazywane są bezpośrednio lub rejestruje się je na taśmie magnetofofonowej i przesyła wtedy, gdy statek znajduje się w strefie łączności radiowej z Centrum Kierowania Lotem. Informacje te zakodowane są w systemie dwójkowym. Każdy pomiar to 7—10-miejscowa liczba. Przy siedmiu miejscach — dokładność sięga jednego procentu, przy dziesięciu — około 0,1 proc. mierzonego zakresu.

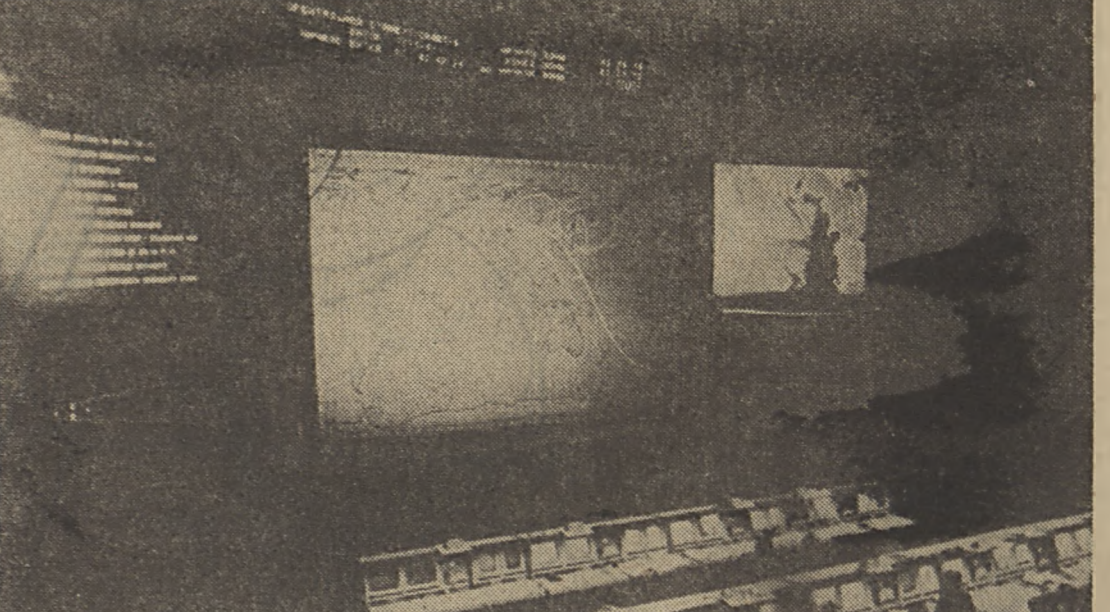
Współczesne systemy telemetryczne stosowane w kierowaniu lotem mogą przekazywać na Ziemię od kilku tysięcy do około stu tysięcy pomiarów w ciągu jednej sekundy. Największą liczbą informacji telemetrycznych jest transmitowana na Ziemię w paśmie fal ultrakrótkich. Natomiast naziemne stacje odbiorcze przekazują dalej odebrane informacje drogą telewizyjną lub kanałami telefonicznymi. W celu zapewnienia maksymalnej niezawodności, wiele kanałów jest dublowanych. Ponadto każda stacja śledzenia lotu nie tylko przekazuje dane do centrum sterowania, lecz również je rejestruje na taśmach magnetofofonowych. Chodzi o to, by w razie awarii lub zakłóceń na liniach przesyłowych można było odtworzyć nagromadzone informacje.

Stacje śledzenia lotu rozmieszczone są nie tylko na lądzie, lecz również na statkach pływających po oceanach. Rozlokowanie tych statków należy również do jednych z zadań, które musi rozwiązać ze-

spół kierujący lotem. Do transmisji danych wykorzystuje się również satelity, zwłaszcza tzw. satelity geostacjonarne. Jeden taki satelita i jedna naziemna stacja zapewniają przekazywanie informacji z aparatu kosmicznego przez 50 do 55 proc. czasu jego obiegu po orbicie. Dwa takie satelity — przez 85 proc., a trzy, rozmieszczone w trójkącie równobocznym, gwarantują stałą łączność podczas całego lotu. Wadą takiego systemu transmitowania danych jest to, że statek kosmiczny jest wówczas bardziej skomplikowany, a sam lot droższy. Na koszty te rzutuje bowiem również eksploatacja satelitów retransmitujących dane.

Podstawą naziemnego Centrum Kierowania Lotem są wielkie komputery, które bez przerwy przetwarzają przekazywane informacje. W zależności od potrzeb specjalistów, opracowane dane są wyświetlane na tablicach lub też drukowane na papierze.

Odrębnym zagadnieniem, bardzo złożonym i bardzo ważnym, które należy rozwią-



zać podczas kierowania lotem, są pomiary i obliczenia balistyczne. Aby utrzymać statek na pożądaną trajektorii, należy w tych obliczeniach uwzględnić konfigurację planet i Słońca oraz wiele innych czynników mających wpływ m.in. na lot i orientację aparatu kosmicznego w przestrzeni.

Aby uzyskać dużą dokładność obliczeń balistycznych, wykonuje się je wielokrotnie różnymi metodami na różnych komputerach i potem porównuje uzyskane wyniki. Przed zespoleniem zadaniami są balistyką kierowania lotu stoją problemy zwiększenia dokładności po-

miarów i obliczeń, a zwłaszcza zwiększenia szybkości obliczeń. Dlatego ciągle doskonalili się zarówno techniczne urządzenia, jak i metody obliczeń. Od nich bowiem zależy pomyślna realizacja programu postawionego przed każdym lotem.

Oprac. ANDRZEJ GORZYM