

POKOJOWE WYKORZYSTANIE SZTUCZNYCH SATELITÓW

I

OD PAMIĘTNEJ DATY 4.10.1957 r. do końca 1962 r. z wyrzutni ZSRR i USA dokonano 140 udanych startów sztucznych satelitów Ziemi i rakiet międzyplanetarnych. Biorąc pod uwagę wielocłonowość większości obiektów, penetracji przestrzeni kosmicznej dokonywało w tym czasie dwieście kilkadziesiąt sztucznych ciał niebieskich. Żywot niektórych z nich był krótkotrwały; po wykonaniu programu — pogrążone w atmosferze ziemskiej uległy zniszczeniu lub zostały sprowadzone na powierzchnię Ziemi. Natomiast lot znakomitej większości pojazdów trwa szereg miesięcy i lat lub też ze względu na ich duże odległości od Ziemi trwać będzie teoretycznie do nieskończoności. Niektóre wreszcie dotarły do Księżyca bądź poszybowały w głąb układu słonecznego. Już dziś opanowanie tego zagadnienia pod względem statystycznym staje się coraz trudniejsze. Tak na przykład w kwietniu 1962 umieszczono na orbicie 14 obiektów (łącznie z rakietami nośnymi i detalami), w maju 7, w czerwcu 8 itd; więc co dwa, trzy dni — nowy satelita!

Jest już komunałem powiedzenie, że nasze pokolenie przeżywa nową erę w dziejach ludzkości. Wiek nasz nazywano już „wiekiem penicyliny”, „wiekiem triumfu techniki” itd. Lecz jest sprawą niewątpliwą, że rzeczywiście nową erę rozpoczęły loty sztucznych satelitów, zaś pierwszy jej etap został zakończony dokołaziemskim lotem Gagarina. Dzieje wędrowek człowieka zaczęły się w zamierchłej historii. Era oderwania się człowieka od Ziemi rozpoczęła się dopiero za naszego życia skokiem od dwupłatowca do odrzutowca. Z kolei notujemy loty pierwszych sputników, potem loty pierwszych zwiadowców Księżyca i planet (Łunniki, Wenusnik, Mariner, Mars) i wreszcie lot pierwszego człowieka dokoła Ziemi w ciągu niespełna 100 minut. *Historia tej nowej ery trwa zaledwie 5 lat.*

1. CHARAKTERYSTYKA SZTUCZNYCH SATELITÓW I RAKIET KOSMICZNYCH

Listę pierwszych, ręką człowieka skonstruowanych ciał niebieskich otwierają radzieckie Sputniki. Obiekty noszące tę nazwę zostały wystrzelone z wyrzutni radzieckich w liczbie dziewięciu. I tak Sputniki 1, 2 i 3 miały do wykonania szeroki program badawczy, który najogólniej można podciągnąć pod zakres geofizyki, ze szczególnym uwzględnieniem fizyki górnych warstw atmosfery. Na pokładzie Sputnika 2 znajdowała się pierwsza żywa istota — pies Łajka. Sputnik 7 był ciężkim satelitą Ziemi (rekordowa dotychczas waga: 6483 kg) przeznaczonym do badania konstrukcji statków oraz dokładności ich umieszczenia na orbicie. Sputniki 4, 5, 6, 8 i 9; noszące ponadto nazwę STATKÓW KOSMICZNYCH 1, 2, 3, 4 i 5, począwszy od maja 1960 r., stanowiły pierwszą fazę doświadczeń z zakresu astronautyki; na pokładzie każdego z nich (z wyjątkiem Sputnika 4) znajdowali się pasażerowie w postaci piesków. Dodajmy dla porządku, iż automatyczna stacja międzyplanetarna, skierowana 12.II.1961 ku Wenus, została także oddzielona od sztucznego satelity, który po wykonaniu zadania został sprowadzony na Ziemię.

Kontynuując przegląd radzieckich satelitów wymienimy rozpoczętą w marcu 1962 r. serię satelitów KOSMOS. Do 20 października 1962 r. umieszczono na orbitach 11 obiektów z tej serii; ich zadanie to badanie górnych warstw atmosfery oraz różnorodnych zjawisk przestrzeni kosmicznej.

Osobną rolę w tym wykazie zajmują wysłanniki w kierunku Księżyca i planet; tak więc Łunnik 1 stał się planetoidą sztuczną, Łunnik 2 osiągnął powierzchnię Księżyca, Łunnik 3 „musnął” srebrny glob w odległości kilku tysięcy kilometrów, dokonał zdjęcia jego niewidocznej strony i poszybował w głąb

układu słonecznego jako sztuczna planetka, wreszcie wspomniany wyżej Wenusnik, z którym niestety uczeni utracili kontakt radiowy. Podobny charakter ma amerykański Mariner 2 i radziecki Mars 1.

Listę radzieckich zwiadowców Kosmosu zamykają pod dzisiejszą datą, otwierając jednocześnie erę realizacji projektów astronomicznych cztery Wostoki, pilotowane przez Gagarina, Titowa, Nikołajewa i Popowicza. Autor niniejszego artykułu oddając go do druku (1.IX.1962) nie wątpi, że czytelnik otrzyma ów przegląd w pewnym stopniu przedawniony; doczekaliśmy się czasu, kiedy proces wydawniczy periodyku nie podąży za produkcją sztucznych satelitów...

Lista amerykańskich sztucznych satelitów zostaje otwarta z dniem 1 stycznia 1958 r., a więc w trzy miesiące później niż radzieckich, umieszczeniem na orbicie czternastokilogramowego Explorera 1. Satelity tej serii w liczbie jedenastu (numeracja amerykańska zawiera również obiekty „spalone”: satelity serii Explorer noszą np. oznaczenia od 1 do 13, pomijając 2 i 5, które nie wystartowały) stosowane były do różnych celów badawczych. Charakteryzowały się dużymi odległościami od powierzchni Ziemi; np. apogeum Explorera 6 wynosiło 42 000 km, przy perigeum 260 km. Następną, jedną z najstarszych serii amerykańskich stanowiły Vanguardy 1, 2 i 3, o niewielkiej masie (od 1,5 do kilkudziesięciu kg), przeznaczone do badań w zakresie geofizyki i geodezji. Satelity serii Discoverer w liczbie około czterdzieści, o numeracji niepełnej od 1 do 55, obiegające Ziemię na stosunkowo niedużej wysokości po orbitach okołobiegunowych, są przeznaczone do rozmaitych celów, m. in. do prób — obecnie coraz częściej udanych — z pochwyleniem 136 kg zasobnika w powietrzu lub wyłowieniem go z morza. Discoverer 36 nadto oddzielił od siebie satelitę Oscar, przeznaczoną dla łączności radioamatorów.

Satelity przeznaczone jako „bierne” przekazniki bądź jako „czynne” dla telekomunikacji to: Atlas-Score, który nadał w grudniu 1958 r. przemówienie Eisenhowera, Echo 1 — trzydziestometrowej średnicy kula, obiegająca Ziemię od sierpnia 1960 r., Courier 1B, wreszcie Telstar. Satelity meteorologiczne to seria Tiros 1, 2, 4, 5 (Tiros = Television, Infrared Observation Satellite). Satelity nawigacyjne przeznaczone także dla potrzeb geodezji to Transit 1B, 2A — który oddzielił od siebie satelitę Greb 3B — z hliźniakiem Lofti 4B — z satelita Traac. Amerykanie specjalizują się także w obiektach przeznaczonych do celów wojskowych — wwiadowczych. Do serii takich satelitów należą Midas (Missile Defence Alarm System). Samos oraz pewna liczba satelitów o nieustalonej charakterystyce orbity i nazwie. Ogółem do końca

1962 r. zarejestrowano 15 wojskowych satelitów USA. Satelita Midas 4, wystrzelony w końcu 1961 r., wydalil z siebie nadto osławiony rój igiełek programu West Ford.

Poza tym do grupy „różne” można zaliczyć satelity przeznaczone do rozmaitych badań naukowych: Ranger (cztery obiekty, z których jeden osiągnął w kwietniu 1962 powierzchnię Księżyca), O.S.O. (Orbital Solar Observatory), geodezyjny Anna, wreszcie anglo-amerykański geofizyczny Ariel. Spośród rakiet kosmicznych skierowanych z różnym skutkiem w kierunku planet lub Księżyca należy wymienić: Pionier od 1 do 5, wymieniony Ranger 4 oraz Mariner 2 wysłany 28.VIII.1962 ku Wenus.

Lista amerykańskich statków kosmicznych obejmuje kilka obiektów serii Merkury (4, 5, 6, 7), przy czym na statku oznaczonym liczbą 6 okrążył Ziemię kosmonauta Glenn, zaś liczbą 7, zwanym także Aurora 7 — Carpenter, a na Sigma 7 Schirra.

2. ASTRONAUTYKA — CEL NUMER 1 LOTÓW SATELITARNYCH

Umieszczenie na orbitach sztucznych satelitów i wysyłanie ku Księżycowi i planetom pojazdów kosmicznych to przede wszystkim miłowy krok na polu wymarzonej przez ludzkość astronautyki i związanej z nią techniki raketowej. O znaczeniu tego problemu dla rozwoju cywilizacji rozpisuje się wielu entuzjastów i w artykule niniejszym nie będziemy go rozwijali. Zatrzymajmy się pokrótce na ostatnim osiągnięciu kosmonautów radzieckich Nikołajewa i Popowicza i wynikających stąd perspektywach.

Uczeni radzieccy ulokowali na niemal identycznych orbitach okołoziemskich, obok siebie dwa pojazdy kosmiczne. Pierwszym rzucającym się w oczy skutkiem tego osiągnięcia jest zbadanie możliwości bezpośredniego kontaktu z obiektem, który już odbywa swój lot na orbicie. Opanowanie techniki takich spotkań w przestrzeni stanowi podstawowy warunek uruchomienia stacji przesiadkowych na drodze do Księżyca i ku planetom, z tankowaniem paliwa i zaokrętowaniem załogi; pozwoli na zakładanie kosmicznych stoczní statków międzyplanetarnych; wreszcie umożliwi montaż pozaatmosferycznych laboratoriów i obserwatoriów astronomicznych. Następnym etapem podboju Kosmosu będzie osiągnięcie Księżyca. Gdy nastąpi dzień kontaktu ze srebrnym globem, naipierw wylądują tam ruchome automaty kierowane drogą radiową, które będą wykonywały szeroki program badawczy. Rakietv będą dostarczały na jego powierzchnię żywność, tlen, paliwo, maszynv i aparatv potrzebne człowiekowi: na razie bowiem będzie on dokonywał lotów dokoła Księżyca. W ślad za zaopatrzeniem wylądują kosmonauci. Uczeni przewidują, iż właśnie

na Księżycu powstaną laboratoria i obserwatoria astronomiczne a wreszcie kosmodromy do startów na podbój Wenus i Marsa jeszcze w ciągu najbliższego dwudziestolecia. Sprawa lotów międzygwiazdnych, poza układ słoneczny, wiąże się z budową rakiet fotonowych (tj. poruszających się z prędkością światła) i nie jest także sprawą wyłącznie fantazji.

Z zagadnieniem podstawowym astronautyki i techniki raketowej wiąże się ściśle sprawa egzystencji istoty żywej, człowieka, którego „przygoda kosmiczna” wyniesie w głąb przestrzeni pozaziemskej. Tak więc biologia i medycyna zajmują się współcześnie zagadnieniem wpływu lotu raketowego na istotę żywą. Chodzi tu o wpływ przyspieszenia grawitacyjnego (jego zmian), szumu i wibracji, nieważkości. Jednocześnie tworzy się aparaturę zabezpieczającą warunki egzystencji załogi, regenerację powietrza, regulację temperatury, dostarczanie wody itp. I znowu, fakt grupowego lotu w analogicznych warunkach dwóch załudnionych pojazdów Wostok 3 i Wostok 4 pozwolił na dokonanie szeregu dodatkowych badań porównawczych w zakresie biologii i medycyny a w szczególności fizjologii i patologii kosmicznej. Dane w tej materii otrzymali uczeni nie tylko przez porównanie badań przeprowadzonych przed startem i po lądowaniu, ale także w czasie samego lotu za pomocą nowego elementu — konglomeratu nauki przyrodniczej z techniką — bio telemetrii.

stykę pierwszych lotów człowieka do górnych warstw atmosfery ziemskiej.

3. PRZEGLĄD NAUKOWYCH I PRAKTYCZNYCH ZASTOSOWAŃ SZTUCZNYCH SATELITÓW

Dziedziny nauki, dla których sztuczne satelity stanowią nowy, precyzyjny instrument badawczy, można uszeregować w dwie grupy. Jedna z nich zbiera materiał badawczy za pomocą umieszczonej na pokładzie satelity automatycznej aparatury, która radiotelegraficznie przekazuje wyniki zarejestrowanych obserwacji na Ziemię. Druga grupa nauk korzysta z materiałów otrzymanych wskutek astronomicznych, i radiolokacyjnych obserwacji pozycji sztucznych satelitów na ich orbitach. Do pierwszej grupy dyscyplin należą głównie: geofizyka ze szczególnym uwzględnieniem fizyki atmosfery oraz astrofizyka. Zupełnie odrębną dziedzinę badawczą stanowią obserwacje pozycyjne, które mają szczególne znaczenie dla geodezji wyższej w zakresie badania figury Ziemi, dla astronomii praktycznej, w niektórych aspektach związanych z teorią względności, wreszcie dla teorii o ruchach ciał niebieskich.

Osobny podział można wprowadzić dla szeregu zastosowań użytkowych. Sztuczne satelity otworzyły nowe horyzonty przed światową meteorologią. Pojawiło się zagadnienie kosmicznych stacji przekątnikowych dla telełączności. Nowe możliwości stanęły przed nawigacją, kartografią terenów izolowanych,

Nazwa statku	Pilot	Data startu	Liczba okrążeń Ziemi	Wysokość orbity w periogeum	Wysokość orbity w apo-geum
Wostok 1	J. Gagarin	1961.4.12	1	175	302
Mercury—R3	A. Shepard	1961.5.05	—	187	—
Mercury—R4	V. Grissom	1961.7.21	—	190	—
Wostok 2	H. Titow	1961.8.06	17	178	257
Mercury—A6	J. Glenn	1962.2.20	1	160	256
Aurora 7	S. Carpenter	1962.5.24	3	154	262
Wostok 3	A. Nikołajew	1962.8.11	64	183	251
Wostok 4	P. Popowicz	1962.8.12	48	180	254
Sigma 7	W. Schirra	1962.10.3	6	160	280

Czas trwania w stanie nieważkości poszczególnego kosmonauty wynika z pomnożenia liczby okrążeń przez okres jednego obrotu dookoła Ziemi, który wyniósł około 88,5 minuty (Gagarin 89,1 min); Shepard i Grissom przebywali w stanie nieważkości po kilka minut; ich loty nie były dookołaziemskie.

Skoro już mowa o ekspansji nauk przyrodniczych na rejony pozaziemskie, trzeba wspomnieć, iż III Międzynarodowe Sympozjum Komitetu Badań Przestrzeni (COSPAR) odbyło się w maju 1962 r. pod znakiem tzw. egzobiologii. Sesja naukowa poświęcona tej dyscyplinie z udziałem Glenna i Titowa stała się centralnym epizodem konferencji.

Na zakończenie ustępu poświęconego astronautycznemu aspektowi lotów satelitarnych podajemy tabelkę zawierającą charaktery-

triangulacją międzykontynentalną. Znane są wreszcie projekty baz międzyplanetarnych o znaczeniu wojskowym.

Przechodząc do szczegółowego omówienia roli sztucznych satelitów w naukowych badaniach przestrzeni kosmicznej, należy wymienić kilka wartości, które wnoszą ten nowy instrument badawczy.

Na pierwszym miejscu wymienimy zdolność wykonywania obserwacji i pobierania próbek bezpośrednio ze środowiska, w którym

satelita odbywa swój lot. Do niedawna bezpośrednio pomiary parametrów fizycznych atmosfery były możliwe tylko do wysokości 40 km za pomocą balonów-sond; prócz tego stosowano metody pośrednie przez badanie meteorów, zór polarnych, świecenia nocnego nieba. Sięgnąć bezpośrednio do górnych warstw atmosfery udało się dopiero dzięki zastosowaniu rakiet i sztucznych satelitów.

Drugą oczywistą wartością metody satelitarnej jest możliwość wykonywania obserwacji globu ziemskiego, Księżyca oraz przestrzeni międzyplanetarnej z miejsca znajdującego się poza Ziemią, co jest w całej rozciągłości wykorzystywane w badaniach meteorologicznych oraz geodezyjnych.

Wreszcie trzecia — to zdolność wykonywania obserwacji ciał niebieskich spoza atmosfery, a więc obserwacji wolnych od wpływu refrakcji, absorpcji i refleksji przez otaczającą Ziemię atmosferę.

4. BADANIE ATMOSFERY ZIEMSKIEJ ZA POMOCĄ SZTUCZNYCH SATELITÓW

Przedmiotem badań jest ciśnienie, gęstość i temperatura atmosfery oraz skład jej górnych warstw. Najwięcej kłopotów związane jest z pomiarem temperatury, gdyż nie można jej pomierzyć bezpośrednio ze względu na dużą prędkość satelity, znacznie przewyższającą prędkość ruchu cieplnego cząsteczek atmosferycznych gazów. Stosuje się więc drogę pośrednią przez pomiar gęstości i ciśnienia oraz rozwiązanie zależności teoretycznych. Do pomiaru ciśnienia i gęstości atmosferycznej używane są specjalne manometry jonizacyjne i magnetyczne. Metoda pomiaru polega na wykorzystaniu efektów jonizacji, które są proporcjonalne do gęstości atmosfery w danym miejscu. Wyniki pomiarów są przekazywane na Ziemię za pomocą aparatury radiowej. Odrębnym sposobem pomiaru gęstości atmosferycznej jest metoda jej wyznaczania na podstawie obserwacji zmian parametrów orbity satelitarnej wskutek zanurzania się pocisku w coraz gęstsze warstwy atmosfery.

Badania składu górnych warstw atmosfery, tj. ciężaru atomowego i cząsteczkowego pierwiastków związków znajdujących się w środowisku otaczającym satelitę, przeprowadza się sposobem pochłaniania przez przyrząd spektrometryczny jonów atmosferycznych, które następnie podlegają działaniu silnych pól elektrostatycznych i zostają identyfikowane pod wpływem zmieniających się napięć.

Sztuczne satelity umożliwiają także zbieranie informacji o koncentracji jonów dodatnich: dotychczas analiza odbić fal radiowych od jonosfery dawała informacje jedynie o koncentracji w atmosferze elektronów.

Wreszcie osobne znaczenie metody satelitarnej polega na jej zastosowaniu do badania

pól elektrostatycznych w górnej atmosferze, których istnienie zostało już od dawna stwierdzone dzięki obserwacjom zorzy polarnej i prądów korpuskularnych. Pola te znajdują się na wysokości ponad 500 km, do których pewne serie satelitów mają dostęp. Do badania tych zjawisk służą specjalne czułe aparaty umieszczane na pokładzie satelity i przekazujące wyniki na Ziemię.

5. BADANIE POLA MAGNETYCZNEGO ZIEMI

Jak wiadomo, magnetyzm ziemski manifestuje się w szeregu efektów, które zachodzą w górnych warstwach atmosfery. Pomiary wykonywane na powierzchni Ziemi informują nas, że stała składowa pola magnetycznego ziemskiego jest spowodowana zjawiskami zachodzącymi wewnątrz Ziemi, zaś przyczyn zmian krótkookresowych należy poszukiwać zewnątrz globu. Mogą być one spowodowane, na przykład, przez prądy elektryczne na rozmaitych wysokościach. Sztuczne satelity Ziemi, zwłaszcza o dużych nachyleniach orbit w stosunku do równika, pozwalają na wykonywanie ogólnego zdjęcia magnetycznego w trzech wymiarach oraz na badanie zmian pola w czasie. Podstawowym instrumentem aparatury pokładowej służącej do pomiaru pola geomagnetycznego jest samoorientujący magnetometr, za którego pomocą wyznacza się natężenie pola oraz kierunki magnetycznych linii sił.

6. BADANIE METEORÓW

Badanie meteorów, ich liczebności, zagęszczenia, masy itp. oraz ich rozmieszczenia w układzie słonecznym ma duże znaczenie zarówno dla astronomii i geofizyki, jak i dla badań nad ewolucją i pochodzeniem układów planetarnych. Podstawowym zadaniem pomiarów meteorowych jest pomiar energii meteoroidów i ich strumieni, co jest nieosiągalne za pomocą metod naziemnych ani nawet przez stosowanie sond radiowych. Do powierzchni sztucznego satelity umocowane są balistyczne piezoadaptory, które przekazują na Ziemię częstość i energię bombardujących mikrometeoroidów. Warto zaznaczyć, iż badanie środowiska meteorowego ma znaczenie również w ustalaniu najoptyczniejszych orbit sztucznych satelitów i torów rakiet.

7. BADANIE PROMIENIOWANIA KOSMICZNEGO

Zebranie wiadomości o budowie jądrowej promieni kosmicznych ma duże znaczenie dla zbadania ich pochodzenia, jest również źródłem wiadomości o Wszechświecie w ogóle. Zadanie to może być wykonane jedynie na dużych wysokościach, osiągalnych przez sztuczne satelity, gdyż wewnątrz atmosfery promieniowanie kosmiczne ma zupełnie zmie-

niony charakter wskutek zderzeń z cząstkami atmosferycznymi. Badanie promieniowania kosmicznego znajduje się także w sferze zainteresowań geofizyki (zagadnienie wpływu promieniowania na atmosferę, na pole magnetyczne Ziemi i inne). Do badania składu promieni kosmicznych umieszczane są na pokładzie satelity specjalne liczniki — w ZSRR tzw. licznik Czerenkowa. Składa się on z optycznego, przezroczystego pleksiglasu pełniącego rolę detektora, który jest przytwierdzony do fotoelektrycznego wzmacniacza. W ośrodku przezroczystym powstają fotony przy przejściu prędkości ładunków z prędkościami większymi niż prędkość światła w ośrodku. Osobne liczniki, np. Geigera, służą do pomiaru intensywności ogólnej promieniowania.

8. BADANIE KORPUSKULARNEGO PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO

Promieniowanie korpuskularne Słońca odgrywa dużą rolę w jonizacji górnych warstw atmosfery oraz w efektach magnetyzmu ziemskiego. Za pomocą aparatury umieszczanej na sztucznych satelitach zbiera się informacje dotyczące rozkładu i przenikania słonecznych cząsteczek w górne warstwy atmosfery oraz ich rozkładu dziennego według geomagnetycznych współrzędnych geograficznych. Np.

na pokładzie Sputnika 3 umieszczono fluorescencyjny ekran, świecący pod wpływem promieniowania. Grał on rolę indykatora cząsteczek.

*

W powyższym przeglądzie omówiliśmy jedynie najbardziej banalne badania naukowe, przeprowadzane za pomocą umieszczonej w satelitach aparaturze naukowej. Lecz lista zastosowań satelitów w pracach badawczych jest rozleglejsza. Geofizycy otrzymują wiadomości o albedo Ziemi, tj. procencie odbicia promieniowania słonecznego od atmosfery. Fizycy mają możliwość zbadania relatywistycznych przesunięć widma źródła światła w polach grawitacyjnych. Nie wyczerpaliśmy także szerokiego wachlarza badań z zakresu biologii kosmicznej.

Osobną grupę dziedzin badawczych stanowią problemy rozwiązywane za pomocą pozycyjnych obserwacji sztucznych satelitów, wykonywanych z powierzchni Ziemi metodami optycznymi bądź radionamiarowymi. Zanim przejdziemy do ich omówienia, należy przedstawić krótką teorię ruchu sztucznego satelity na orbicie.

(dokończenie nastąpi)