



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

AON 5343/2001

Ppłk dr inż. Gabriel NOWACKI
Kpt. dypl. inż. Wiesław KRZESZOWSKI

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA PRZESTRZENI KOSMICZNEJ

Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej

54233



09-054233-000-0



54233

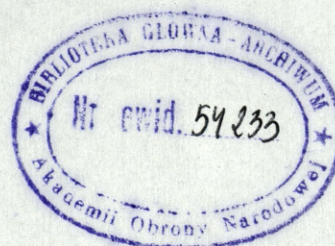
WARSZAWA

2001

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

AON 5343/2001



Pplk dr inż. Gabriel NOWACKI

Kpt. dypl. inż. Wiesław KRZESZOWSKI

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA PRZESTRZENI KOSMICZNEJ

Studium teoretyczne

WARSZAWA 2001



WPROWADZENIE

Wszechświat interesował człowieka od zarania dziejów. Pierwsze, systematyczne obserwacje astronomiczne prowadzone były już około 3000 lat p.n.e. w Chinach i Egipcie. Początkowo, obserwując gołym okiem niebo, dostrzegano Słońce, Księżyc i odległe gwiazdy, nie potrafiono jednak wyjaśnić obserwowanych zjawisk. Prowadzone badania zmierzały do poznania i zinterpretowania struktury wszechświata. Powstawały liczne, czasem bardzo fantastyczne teorie, które - chociaż bardzo odległe od rzeczywistości - świadczą dziś o wielkim ówczesnym pragnieniu ogarnięcia umysłem bezkresu kosmosu.

Przełom w poznawaniu wszechświata stanowiły dokonania Mikołaja Kopernika z początku XVI wieku¹. Teoria heliocentryczna, zaprezentowana przez tego wybitnego uczonego około 1510 roku, nie tylko ukierunkowała dalsze naukowe obserwacje kosmosu, ale wpłynęła także na ukształtowanie założeń praktycznego wykorzystania wiedzy o otaczającej przestrzeni.

Kolejnym, dużym postępowaniem w procesie poznawania kosmosu było sformułowanie na początku XVII wieku przez Johannes Keplera (1571-1630) trzech praw dotyczących ruchu planet², uzasadnionych później przez Izaaka Newtona (1643-1727). Odkrycia te dały człowiekowi nadzieję, że dotarcie do odległych gwiazd będzie kiedyś możliwe.

Na początku XX wieku, po ukazaniu się wielu opracowań naukowców nt. przestrzeni kosmicznej (szczególnie Księżyca i innych ciałach niebieskich), bliższa stała się perspektywa lotów kosmicznych. Od roku 1957, kiedy to wystrzelono pierwszego sztucznego satelitę Ziemi (Sputnik 1), odbyło się prawie 5000 startów rakiet, które wyniosły na orbity wokółziemskie różnego rodzaju obiekty.

Wszechświat, definiowany jako przestrzeń kosmiczna i wszystkie znajdujące się w niej ciała, istnieje prawdopodobnie od 10 - 20 mld lat. Poznawaniu jego struktury nieustannie towarzyszy wiele zagadek. Nie wiadomo, jak powstał i jaka jest jego budowa. Najdalsze, wykryte galaktyki znajdują się w odległości przekraczającej 10 miliardów lat świetlnych³ i wciąż się oddalają. Dziś najczęściej przyjmuje się, że podstawową cechą wszechświata jest jego nieskończoność. Z tego też powodu poznawanie jego struktury rozpoczęło się od najbliższego otoczenia Ziemi i w miarę rozwoju nauki i techniki

¹ Za jego najważniejsze dzieło uważa się traktat *O obrotach sfer niebieskich (De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI)*, wydany w 1543 roku.

² Są to tzw. prawa: orbit, pól i okresów.

³ Rok świetlny – stosowana w astronomii jednostka długości, równa odległości, jaką światło przebiega w próżni w ciągu jednego roku zwrotnikowego, tzn. ok. 9,5 biliona kilometrów.

postępuje coraz dalej. Dziś dość dobrze poznano zaledwie Układ Słoneczny i jego planety, a także niektóre dalsze ciała niebieskie.

Układ Słoneczny jest jednym z wielu układów wielkiego zbiorowiska gwiazd, zwanego układem Drogi Mlecznej lub Naszą Galaktyką. Dotychczas nikomu jeszcze nie udało się objąć badaniami całej Galaktyki. Na podstawie obserwacji i skomplikowanych obliczeń astronomowie ustalili, że ma ona kształt zbliżony do spirali o średnicy około 100 tysięcy lat świetlnych i zawiera co najmniej 100 miliardów gwiazd, wirujących wokół środka masy⁴.

Na jednym ze spiralnych ramion Naszej Galaktyki, w odległości około 25 tysięcy lat świetlnych od centrum, znajduje się Słońce i krążące wokół niego planety Układu Słonecznego, ich księżyce i inne ciała niebieskie.

Najbliższym sąsiadem Układu Słonecznego jest gwiazda *Proxima Centaura*, odległa od Ziemi o 4,3 lata świetlne⁵. Dalej, w odległości przekraczającej 10 lat świetlnych, znajduje się jeszcze kilkanaście innych gwiazd. Pozostałe odległe są od Ziemi o setki i tysiące lat świetlnych.

Wiedza o wszechświecie jest ciągle uzupełniana. Nowe narzędzia badania kosmosu (teleskopy optyczne, sztuczne satelity, sondy kosmiczne) oraz nowe osiągnięcia nauk pokrewnych, jak fizyka jądrowa, chemia i matematyka, zmuszają z biegiem czasu do odrzucenia wielu, zdawałoby się, ugruntowanych teorii i stawiania na ich miejsce nowych. Krok za krokiem człowiek zbliża się do prawdy, ale czy zdąży ją w pełni osiągnąć? Charakter każdej nauki, a tym bardziej głębia problemów astronomicznych, wciąż nowe i nowe stawia zadania człowiekowi, dążącemu do poznania prawdy. Przez rozpatrywanie biegu i rozwoju teorii kosmogonicznych istota i cel istnienia Wszechświata stają się bardziej zrozumiałe.

W tym kontekście treść poznawcza pracy została podporządkowana osiągnięciu głównego celu: *Określić możliwości wykorzystania przestrzeni kosmicznej.*

Osiągnięcie głównego celu badań nastąpiło na drodze rozwiązania *głównego problemu badawczego:*

Jakie są możliwości wykorzystania przestrzeni kosmicznej?

Z głównego problemu badawczego wyniknęły następujące *problemy szczegółowe:*

1. *Jaka jest geneza badań przestrzeni kosmicznej?*

⁴ Jednego pełnego obrotu wokół centrum gwiazdy dokonują w ciągu wielu milionów lat, np. nasze Słońce potrzebuje na to ok. 240 mln lat.

⁵ Dla porównania odległość Ziemi od Słońca wynosi nieco ponad 8 minut świetlnych.

2. *Jakie są międzynarodowe uwarunkowania prawne eksploracji kosmosu?*

3. *Jakie są kierunki wykorzystania przestrzeni kosmicznej?*

4. *Jakie są możliwości militaryzacji przestrzeni kosmicznej?*

Praca składa się z trzech rozdziałów i zawiera wyniki badań, ujęte w formie teorii, oraz propozycje przyszłościowych rozwiązań dotyczących wykorzystania kosmosu.

W rozdziale pierwszym przedstawiono historię i budowę wszechświata oraz najnowsze wyniki badań w tym zakresie.

Zasadniczą treścią rozdziału drugiego jest stan prawny wykorzystania przestrzeni kosmicznej, jej delimitacja oraz status ciał niebieskich i obiektów kosmicznych.

Rozdział trzeci poświęcono analizie możliwości wykorzystania kosmosu dla celów cywilnych.

W rozdziale czwartym scharakteryzowano militarne możliwości wykorzystania kosmosu.

1. GENEZA BADAŃ PRZESTRZENI KOSMICZNEJ

1.1. Wiedza o wszechświecie

Od najdawniejszych czasów astronomowie, przyrodnicy i filozofowie pragnęli znaleźć odpowiedź na trudne pytanie o pochodzenie świata (gr. Kosmogonia = pochodzenie świata). Ponieważ najbliższym astronomicznym otoczeniem człowieka jest układ słoneczny, pierwsze koncepcje w ramach nauki, o pochodzeniu świata ograniczały się do tego układu.

Zarówno w Chinach, jak i w starożytnym Egipcie astronomia doszła do rozkwitu już przed pięciu tysiącami lat. Bardzo wczesnie przyjęto tam długość roku na 365 dni. Dobę podzielili Chińczycy na 12 podwójnych godzin, które odmierzono przy pomocy zegarów wodnych. Chińczycy trwając w izolacji nie tylko politycznej, ale i kulturalnej poza swym „murem”, zupełnie niezależnie dochodzili do wyników naukowych, które przetrwały do obecnych czasów. Wielką wagę przykładano do zjawisk zaćmień Słońca i Księżyca, których periodiczność była znana tamtejszym uczonym, a przepowiednie tego typu przydawały im uznania i powagi w oczach cesarza i narodu.

W Egipcie rozpowszechnione zostały zegary słoneczne. Zdumiewająca jest dokładność, z jaką Egipcjanie orientowali swe monumentalne budowle według stron świata. Przypuszcza się, że znaczna ilość wiadomości astronomicznych przeniknęła do Egiptu z sąsiedniego Babilonu.

Teorie kosmogoniczne ludów starożytnych noszą przeważnie charakter mitów religijnych. Niemniej są to pierwsze próby wyjaśnienia powstania świata. Oczywiście posługiwano się tu przede wszystkim fantazją. Tego typu były kosmogonie Babilończyków, Egipcjan czy Hebrajczyków (Księga Genesis). Podobnie rzecz miała się początkowo w starożytnej Grecji. Wszystkie klechdy kosmogoniczne zebrał najstarszy po Homerze poeta grecki Hezjod (żył na przełomie VIII i VII wieku p.n.e.) w poemacie pt. „Teogonia”. Mają one wyraźne podobieństwo do mitów Babilończyków.

Znaczny postęp w zakresie pochodzenia kosmosu można dostrzec u filozofów szkoły jońskiej. Szkołę tę zapoczątkował Tales z Miletu (ok. 640 – 546 p.n.e.). Uważał on wodę za prąródło wszystkich rzeczy. Ziemia według Talesa jest podobna kształtem do wielkiego płaskiego dysku, który pływa po niezmiernych wodach oceanu. Słońce, księżycy i gwiazdy są kłębami rozżarzonej pary, niesionej ze wschodu na zachód prądem niebieskiego oceanu.

Uczeń Talesa, Anaksymander z Miletu (ok. 610 – 540 p.n.e.), za osnowę wszechrzeczy uważał materię niezniszczalną, zresztą bliżej nie określoną – „apejron”. Dała ona podstawę czterem żywiołom tworzącym świat, a więc: ziemi, wodzie, mgłę i ogniovi. Zakładając, że podstawową właściwością materii jest ruch, doszedł Anaksymander do wniosku, że wszelkie przemiany materialne są wynikiem ruchu, a tym ruchem – według niego – miało kierować określone prawo.

Anaksymenes z Miletu (ok. 610 – 550 p.n.e.), uczeń Anaksymandra, twierdził, że ruch w kosmosie jest wieczny, a sam kosmos nie ma granic. Poglądy szkoły jońskiej, jakkolwiek nieco prymitywne, odegrały jednak rolę, i to nawet dość poważną, w różnych ośrodkach Hellady, gdzie zagadnienia te były rozpatrywane.

Pitagoras (ok. 582 – 507 p.n.e.) dowodził, że ciała niebieskie mają kształt kulisty, a posuwają się po drogach o kształcie doskonałych kół. Filozofowie, którzy wyszli ze szkoły założonej przez niego w Krotonie, utrzymywali, że światem rządzi liczba.

Anaksagoras (500 – 428 p.n.e.) z Klasomeny (w pobliżu Efezu) napisał dzieło „O naturze”. Jak wynika z jego treści, wszystkie ciała składają się z nieskończonej liczby elementów, które pozostawały początkowo w chaosie. Anaksagoras starał się racjonalnie wyjaśnić zjawiska niebieskie. Słońce uważał za rozżarzoną masę kamienną, większą niż Półwysep Peloponeski. Obserwując Księżyc, wyraził przekonanie, że znajdują się tam góry i doliny. Zapytany, dlaczego ciała niebieskie mimo swego ciężaru nie spadają na Ziemię, odpowiedział, że na taki upadek nie pozwala im ruch obrotowy. Była to pierwsza w astronomii wzmianka o sile odśrodkowej, która odgrywa wielką rolę w ruchach ciał niebieskich.

Godne uwagi są poglądy Demokryta z Abderry (460 – 370 p.n.e.) i Epikura (341 – 270 p.n.e.), którzy wyjaśniają budowę świata i ewolucję kosmosu przy pomocy teorii atomistycznej. Demokryt, rozwinięszy poglądy atomistyczne swego nauczyciela Leukipposa (VI – V w.p.n.e.), przyjął jako jedyną rzeczywistość dwa elementy: najmniejsze niepodzielne cząsteczki materii, tj. atomy, oraz pustkę. Warto tu wspomnieć, że teoria atomistyczna Demokryta dopiero w XIX wieku weszła na wokandę naukową. Ponieważ atomów nie można – według Demokryta – zniszczyć, gdyż nie znikają i nie powstają, przeto świat nie ma początku ani końca.

Epikur (341 – 270 p.n.e.) z Samos przyjął w 100 lat później teorię kosmogoniczną Demokryta za pośrednictwem jego ucznia Nausifonosa i rozbudował ją. Większość greckich hipotez kosmogonicznych zakłada, że przy powstaniu świata główną rolę

odgrywały siły przyrody i w tym jest ich wyższość nad teoriami, które przyjmują akcję sił nadprzyrodzonych.

Klaudiusz Ptolemeusz uważał, że Ziemia jest środkiem świata. Jego podręcznik stanowił przez 13 wieków oficjalne źródło wiedzy astronomicznej.

Przełomu w tym zakresie dokonał dopiero astronom polski Mikołaj Kopernik (19 lutego 1473 – 24 maja 1543). Główne jego dzieło „O obrotach ciał niebieskich” na nowo gruntuje heliocentryzm, lokalizując Ziemię na właściwym miejscu (i to dość skromnym) w systemie planetarnym. Było to uwolnienie ludzkości od zasadniczego błędu, który leżał u podstaw niemal wszystkich teorii o budowie świata, wynikających ze złudzenia i nieznajomości zasady ruchów względnych.

W 1750 roku Thomas Wright z Durham opublikował „Teorię Wszechświata”, w której twierdził, że Droga Mleczna ma kształt płaskiego krążka, i wyjaśnił, dlaczego z obserwacji Drogi Mlecznej wynika, że musi się ona składać z dużej liczby gwiazd.

Immanuel Kant (1724-1804), filozof z Królewca, przedstawił w 1755 roku w dziele „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels” („Ogólna historia przyrody i teoria nieba”) swoją słynną hipotezę meteorytową (z gr. Meteoron = unoszący się w powietrzu, hypotithenai = przypuszczać, podkładać, od hypo = pod, tithenai = kłaść). Według tej hipotezy układ planetarny powstał z dużego obłoku pierwotnego, którego cząstki znajdowały się w nieustannym ruchu, zderzały się nawzajem, traciły prędkość i przyciągane były ku centrum obłoku, z którego powstało Słońce. Cząsteczki materii, które kierowały się ku peryferiom obłoku, nabierały prędkości i łączyły się, tworząc planety i księżyce. Przeciwno szczegółom teorii Kanta przytaczano później różne argumenty, jednakże zasadniczy model poruszającego się gazu i pyłu pozostaje do dziś w ramach teorii powstania Układu Słonecznego. Kant objaśnił także występowanie zarówno okrągłych, jak i wydłużonych mgławic, których coraz więcej w tym czasie odkrywano na niebie. Sugerował, że są to sąsiednie systemy gwiazdne, przypominające Drogę Mleczną.

Niemiecki astronom Johann Heinrich Lambert (1723-1777) drogą spekulacji doszedł do natury Drogi Mlecznej i opracował własny model Wszechświata, dość dobrze odpowiadający rzeczywistości. W swoich „Listach kosmologicznych” (1761) przedstawił hierarchiczne uporządkowanie Wszechświata, które tworzą: najpierw Ziemia z Księżycem, potem Słońce z planetami, następnie gwiazdy jako układy słoneczne, gromady gwiazd jako zbiorowiska układów słonecznych, Droga Mleczna jako jeszcze większy zbiór gwiazd i gromad gwiazdowych, odległe mgławice jako nieznanne drogi mleczne (wyspy we

Wszechświecie) i w końcu wiele takich wysp tworzących system jeszcze wyższego rzędu. W ten sposób astronomiczne horyzonty zostały odsunięte w nieskończoność, a Wszechświat nie był już złożony z gwiazd, ale z systemów gwiazdowych o różnych rozmiarach.

W 1796 roku, astronom i matematyk francuski Pierre Laplace (1749-1827) przedstawił swoją hipotezę mgławicową (łac. Nebula = mgławica). Zgodnie z tą hipotezą, układ planetarny powstał z wirującej chmury gazu (pra Słońca), która poprzez stygnięcie kurczyła się i przez to zwiększała swoją prędkość rotacji. Na równiku pra Słońca siła odśrodkowa stawała się większa niż siła przyciągania, co powodowało odrzucanie pierścieni materii, z których utworzyły się planety. Na tej samej zasadzie z oddzielających się od planet pierścieni powstawały ich księżycy. W nawiązaniu do tej teorii powstały później w XX wieku teorie Jeansa, Weizsackera, Kuipera i Alfveena.

Powszechne zainteresowanie astronomią pod koniec XIX wieku wywołał mediolański astronom Giovanni Schiaparelli (1835-1910), który w roku 1877 odkrył kanały na Marsie. Okazały się one później złudzeniem optycznym. Schiaparelli uważał, że jest to sztuczny system kanałów nawadniających, zbudowany przez inteligentnych mieszkańców Marsa. Dzięki temu „odkryciu” odżyło stare pytanie o możliwość istnienia życia na innych planetach, a w publikacjach i na odczytach głoszone i dyskutowano wiele fantastycznych teorii.

Przykładem ówczesnego zainteresowania Marsem był amerykański przemysłowiec i astronom-amator Percival Lowell (1855-1916). Był on tak mocno zafascynowany tajemnicą Marsa i przekonany o tym, że planeta ta jest zamieszkana, że w roku 1894 wznosił w Flagstaff (Arizona) obserwatorium astronomiczne (dzisiejsze Obserwatorium Lowella), w którym zajmował się przede wszystkim badaniami Marsa.

Według angielskiego astronoma Jamesa Hopwooda Jeansa (1877-1946), system planetarny powstał inaczej, a mianowicie w wyniku bliskiego spotkania Słońca z jakąś gwiazdą. Podczas tego spotkania siły przyciągania wyrwały ze Słońca materię, z której powstały później planety. Gdyby ta teoria była prawdziwa, powstanie systemu planetarnego byłoby zjawiskiem niezmiernie rzadkim.

Niemiecki astronom i fizyk Carl Friedrich von Weizsacker (ur. 1912) przedstawił w 1944 roku tzw. teorię turbulentną (łac. Turbulentus = niespokojny, burzliwy), która wyjaśnia powstawanie systemu planetarnego na drodze powstawania zawirowań w pra obłoku. Zawirowania te (turbulencje) prowadziły do powstawania zagęszczeń materii, z których później powstały planety.

Amerykanin Gerard Peter Kuiper (1905-1973) widział powstawanie układów planetarnych w ścisłym związku z powstawaniem gwiazd. Z pra obłoku może powstać – w zależności od jego początkowego kształtu i ruchów – układ wielokrotnych gwiazd, z dwoma lub więcej gwiazdami, albo też jedna gwiazda z układem planetarnym. Teoria ta, wielokrotnie modyfikowana w późniejszych latach, znalazła także wielu zwolenników.

Wiek XIX przyniósł wiele zmian w kosmogonii, zajmującej się pytaniem o powstanie Wszechświata, oraz kosmologii (gr. Kosmos = wszechświat, logos = słowo, nauka), nauki, która bada budowę układów gwiazdnych i Wszechświata jako całości. W badaniach takich jest się zdaniem przede wszystkim na wyobraźnię i przypuszczenia, i to nie tylko z powodu niedostatecznych możliwości obserwacyjnych. Tym dziwniejsze jest to, że niejedna z teorii dotyczących powstania Wszechświata, pochodząca z tamtego czasu, okazuje się, w świetle późniejszych badań, nadal poprawna.

Szwedzki astronom Hannes Alfveen (ur. 1908) powrócił w 1942 roku do hipotezy meteorytovej, łącząc ją jednak z oddziaływaniem międzygwiazdowych pól magnetycznych. Według Alfvena, Słońce weszło do kosmicznego obłoku pyłowego i zgromadziło cząstki tego obłoku w płaszczyźnie swojego równika magnetycznego. Z cząstek tych powstały planety.

1.2. Współczesne badania przestrzeni kosmicznej

W drugiej połowie XX wieku, z chwilą wystrzelenia pierwszego sztucznego satelity rozpoczęła się nowa era badań przestrzeni kosmicznej.

Od 1959 roku wysyłano w stronę Księżyca kilkadziesiąt sond automatycznych. Pierwsze miały tylko zrobić jego zdjęcia – czy to przelatując obok niego, czy też przed rozbięciem się o jego powierzchnię. W październiku 1959 roku rosyjska sonda *Luna-3* przekazała na Ziemię pierwsze obrazy niewidocznej strony Księżyca. Potem lądujące łagodnie na jego powierzchni sondy dostarczyły dokładniejszych danych o tym globie. W końcu na Księżycu postawił stopę człowiek. W latach 1969 – 1972 podjęto, w ramach programu *Apollo*, sześć wypraw; w ich wyniku wylądowało na Księżycu dwunastu amerykańskich astronautów. Pierwsi stanęli na jego powierzchni 20 lipca 1969 roku Neil Armstrong i Edwin Aldrin, którzy dotarli tam statkiem *Apollo-11*. Kosmonauci, którzy byli na Księżycu, zrobili tysiące jego zdjęć, rozmieścili tam przyrządy naukowe, dokonali wielu pomiarów i przywieźli na Ziemię około 400 kg próbek skał księżycowych.

Zaczęło się od tego, że 2 i 14 grudnia 1962 roku amerykańska sonda *Mariner-2* przeleciała w pobliżu planety Wenus.

W ciągu niespełna trzydziestu lat sondy kosmiczne przeleciały obok wszystkich planet, z wyjątkiem Plutona. Wprowadzono statki kosmiczne na orbity wokół Wenus i Marsa, na obu tych planetach wylądowały sondy. Od 1976 roku dwie amerykańskie sondy z serii *Viking* przez wiele lat badały i fotografowały planetę Mars. Analizy chemiczne gruntu nie wykryły żadnego śladu życia. Dzięki wystrzelonym w 1977 roku dwóm amerykańskim sondom z serii *Voyager* dostępne są liczne zdjęcia i dane naukowe o czterech wielkich planetach: Jowiszu, Saturnie, Uranie i Neptunie oraz o ich pierścieniach i księżycach.

W latach 1990 – 1994 amerykańska sonda *Magellan*, która krążyła po orbicie około wenusjańskiej, sporządziła za pomocą radaru mapy powierzchni tej planety. W lipcu 1997 sonda *Pathfinder* wylądowała na powierzchni Marsa, pobrała próbki ziemi i zrobiła setki zdjęć.

Obecnie z posiadanych danych wynika, że w okołoziemskiej przestrzeni kosmicznej, na wysokości 800-1500 km n.p.m., znajduje się ok. 8000 dużych obiektów. Od roku 1957, kiedy to wystrzelono pierwszego sztucznego satelitę Ziemi, Sputnik 1, odbyło się prawie 5000 startów rakiet, które wyniosły na orbity wokółziemskie różnego rodzaju obiekty. Niewielka liczba spośród nich opuściła orbitę i znajduje się w dalekiej przestrzeni międzyplanetarnej, pewna liczba obiektów weszła w niskie warstwy atmosfery ziemskiej i tam spłonęła lub we fragmentach opadła na Ziemię, większość z nich pozostaje jednak na orbitach wokółziemskich. Są to przede wszystkim zużyte, nieczynne satelity, części ich wyposażenia, przedmioty pozostawione przez kosmonautów, człony rakiet wynoszących satelity, zamrożone w postaci drobnych kuleczek resztki paliwa oraz ogromna ilość odłamków satelitów i rakiet, powstałych w trakcie celowych lub przypadkowych eksplozji oraz zderzeń. Wszystkie obiekty nie będące operacyjnymi satelitami noszą nazwę śmieci kosmicznych.

Liczba obiektów wyniesionych z Ziemi w kosmos i tam pozostających, obiegając naszą planetę po różnego typu orbitach, ciągle wzrasta. Zagęszczenie przestrzenne tych obiektów w niektórych regionach zaczyna osiągać niepokojąco wysoki poziom, czego skutkiem jest realne zagrożenie dla czynnych satelitów, jak również dla załóg misji kosmicznych. Ponieważ rozmiary obiektów orbitujących wokół Ziemi są małe w porównaniu z rozmiarami przestrzeni, w której się poruszają, a co za tym idzie, są małe w porównaniu z odległościami pomiędzy poszczególnymi obiektami, to przez wiele lat uważano, że prawdopodobieństwo kolizji dwóch obiektów jest na tyle małe, że nie ma potrzeby wprowadzania jakichkolwiek ograniczeń w projektowaniu i realizacji misji

satelitarnych. Korzystano więc z przestrzeni kosmicznej w sposób dość swobodny, co spowodowało zaśmiecenie otaczającej Ziemi przestrzeni bezużytecznymi już obiektami, które pozostaną na orbitach przez wiele setek a nawet tysięcy lat.

Wiele misji kosmicznych zakończyło się niepowodzeniem. Na przykład, w roku 1986, w czasie awaryjnej eksplozji rakiety „Ariane-4”, powstało 465 odłamków zaniezionych w katalogi i 2300 nieskatalogowanych. Jest to rekord jednorazowego zaśmiecenia kosmosu. Ocenia się, że w sumie w kosmosie lata 35-40 tys. Fragmentów o rozmiarach od 1 do 10 cm oraz 3,5 miliona obiektów najmniejszych, do średnicy ok. 1 cm. Oprócz tego, od początku ery kosmicznej w amerykańskich i rosyjskich katalogach kosmicznych było zarejestrowanych 24 tys. Obiektów o rozmiarach ponad 10 cm, wśród nich ok. 5000 sztucznych satelitów Ziemi, większość z nich dzisiaj już nieczynnych.

Odkrycia naukowe w XX wieku utwierdziły naukowców w przekonaniu, że kosmos rozszerza się (ewoluuje). Niegdyś galaktyki były bliżej siebie, a jeszcze wcześniej cała materia była ściśnięta do wielkich gęstości, rozpalona do wysokiej temperatury. Kosmos będzie się wiecznie rozszerzał, będzie coraz mroźniej i pusto.

Odkryto gwiazdę ypsilon Andromedae ν And, która oddalona jest od Ziemi około 44 lata świetlne i o 30% masywniejsza od Słońca. W roku 1996 Paul Butler i Geoffrey Marcy, astronomowie z uniwersytetu w San Francisco, zaobserwowali, że wokół tej gwiazdy krąży planeta o masie porównywalnej z masą Jowisza. W kwietniu 1999 roku świat obiegło sensacyjne doniesienie o odkryciu przez tych samych astronomów dwóch kolejnych planet towarzyszących ν And. Planeta, którą zauważono jako pierwszą, znajduje się najbliżej macierzystej gwiazdy – oddalona jest od niej zaledwie około 9 milionów kilometrów i okrąża ją po niemal kołowej orbicie (okres orbitalny około 4,6 dnia). Okazała się też najmniejsza – jej masa to około 0,7 masy Jowisza. Dwie nowo odkryte planety są natomiast masywniejsze od Jowisza i obiegają gwiazdę ν And po bardziej zewnętrznych orbitach. Jedna z nich jest dwukrotnie masywniejsza od Jowisza, obiega gwiazdę w ciągu około 242 dni, po orbicie krótszej od ziemskiej. Druga, ponad czterokrotnie masywniejsza od Jowisza, okrąża ją w odległości 374 mln km w około 1300 dni. Jej orbita okazała się dużo bardziej eliptyczna od jakiegokolwiek z orbit planetarnych w Układzie Słonecznym.

Odkryty układ planetarny wokół ν And wskazuje, że ogromne planety mogą obiegać gwiazdy po dużo „ciaśniejszych” orbitach niż gazowe lub lodowe planety giganty Układu Słonecznego, jakimi są Jowisz, Saturn, Uran oraz Neptun. Jeśli wszystkie gigantyczne planety tworzą się w zewnętrznych partiach dysków gazowo-pyłowych, które otaczają ich gwiazdy w zaraniu ich życia, to obecność dużych planet tak blisko gwiazdy

może świadczyć o ich powolnej, lecz systematycznej migracji ku wewnętrznym obszarom układu planetarnego.

Wszechświat wypełniony jest obiektami, które mają bardzo różną naturę. Różne są mechanizmy promieniowania i w różnych zakresach długości fal promieniowania elektromagnetycznego różne obiekty objawiają swoje istnienie i swój „charakter”. Występują źródła wysokoenergetycznego promieniowania gamma, źródła promieniowania rentgenowskiego, aktywne galaktyki i gwiazdy promieniujące głównie w ultrafiolecie, świat gwiazd i galaktyk, który poznawać można zmysłem wzroku w świetle widzialnym, obiekty podczerwone, mikrofalowe i radiowe. W tych różnych domenach spektralnych należy używać różnych instrumentów zbierających to promieniowanie i odbiorników je rejestrujących. Można do nich zaliczyć teleskopy optyczne.

Największym obecnie budowanym na świecie teleskopem optycznym jest bardzo duży teleskop (VLT – Very Large Telescope) na górze Paranal w północnym Chile.

W warunkach suchej pustyni Atacama, na wysokości 2400 m n.p.m., w miejscu o niezwykle stabilnej atmosferze i doskonałej widoczności, na ściętym wierzchołku góry powstaje wspaniałe obserwatorium XXI wieku. Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO – European Southern Observatory) stawia tam 4 teleskopy o średnicy przeszło 8 metrów, które będą pracować razem.

Na tej samej pustyni Atacama, na położonym na wysokości ok. 5000 m n.p.m. płaskowyżu Chajnantor, w ciągu najbliższych kilku lat powstanie też wielkie międzynarodowe obserwatorium radio – astronomiczne ALMA, złożone z 64 anten radiowych o średnicy 12 m rozstawionych na przestrzeni ok. 10 km kwadratowych. Na krótkich falach radiowych (w dziedzinie mikrofal) teleskop ten będzie obserwować najdalsze regiony Wszechświata, formowanie się nowych gwiazd i planet, kwazary, czarne dziury i inne zjawiska kosmiczne. A nawet będzie zdolny do wykrywania ewentualnych śladów życia organicznego w przestrzeni pozaziemskiej.

Jedno z najbardziej znanych obserwatoriów mieści się na wulkanicznym szczycie Mauna Kea na Hawajach, na wysokości 4500 m n.p.m. Ludzki organizm wymaga pewnej adaptacji, aby sprawnie funkcjonować w takich warunkach, przy zmniejszonej zawartości tlenu w powietrzu.

W ostatnich latach przybywa dużych, ośmiometrowych teleskopów. Na Mauna Kea wzniesiono niedawno 2 teleskopy z lustrami mozaikowymi o średnicy 10 m (teleskop Keck I i Keck II), a w bieżącym roku uruchomiono obok japoński teleskop narodowy Subaru o średnicy monolitycznego lustra 8,3 m. Te 3 teleskopy będą wkrótce stanowiły

jeden wielki interferometr optyczny. W czerwcu 1999 roku rozpoczął pracę inny 8 metrowy teleskop w Arizonie, a jego bliźniak (stąd nazwa zespołu: Gemini) stanie wkrótce na południowej półkuli w Argentynie.

Instrumenty optyczne (radioteleskopy) umieszcza się przede wszystkim na pustyniach, ze względu na to, że są to miejsca wolne od zakłóceń wytwarzanych przez różne przekaźniki radiowe i telewizyjne, przekaźniki telefonii komórkowej i inne źródła fal radiowych. Radioteleskopy znajdujące się w różnych miejscach, a nawet na różnych kontynentach, łączone są w jeden wielki wirtualny instrument, interferometr np. systemu VLBI (Very Long Baseline Interferometry), czy VLA (Very Large Array. Wtedy uzyskuje się obrazy źródeł, które ujawniają szczegóły o rozmiarach rzędu tysięcznej części sekundy łuku. W roku 1998 wprowadzono na orbitę wokół Ziemi kosmiczny radioteleskop o średnicy 8 m, który łącznie z czterdziestoma naziemnymi radioteleskopami tworzy wirtualny superteleskop – gigantyczny interferometr o bazie trzykrotnie większej niż średnica Ziemi.

Jednym z najważniejszych argumentów na rzecz budowy teleskopu kosmicznego były ograniczenia zdolności rozdzielczej naziemnych teleskopów, wynikające z niekorzystnego wpływu grubej i turbulentnej warstwy atmosfery na przechodzące przez nią promieniowanie. Oczywiście, z jednej strony, nie wszystkie długości fal są przepuszczane przez atmosferę, a z drugiej, te które przechodzą ulegają zmiennym załamaniom powodującym scyntyłację gwiazd. To właśnie scyntyłacja jest odpowiedzialna za fakt, że w ziemskich obserwatoriach, nawet przy najbardziej sprzyjających warunkach pogodowych, obserwowane obrazy gwiazd mają średnice rzędu 1 sekundy łuku. Jest to znacznie gorzej niż pozwala wielkość i jakość systemów optycznych ziemskich teleskopów. Rozdzielczość obrazów utworzonych przy pomocy wyniesionego nad ziemską atmosferę teleskopu zależy już tylko od parametrów lustra i jest ograniczona tylko dyfrakcją. Dla teleskopu kosmicznego Hubble'a, wielkość tworzonych przez niego obrazów gwiazd jest rzędu 0,1 sekundy łuku. Dziesięciokrotne zmniejszenie rozmiarów obrazów gwiazd w ognisku teleskopu oznacza, że natężenie światła rejestrowanego przez teleskop wzrasta stukrotnie. Dzięki temu można rejestrować 100 razy słabsze obiekty, niż do tej pory.

Współcześni astronomowie bardzo często skupiają uwagę na obiektach, które się rodzą, umierają lub też przechodzą przez inne, ciekawe stadia swej ewolucji. Teleskop kosmiczny Hubble'a dostarczył wielu obrazów rodzących się gwiazd. Odkryto miejsca w których w przyszłości mogą powstać gwiazdy, a być może również systemy planetarne.

W samej Wielkiej Mgławicy Oriona (M42) znanych jest kilkadziesiąt takich miejsc. Teleskop kosmiczny wykonał też dokładne zdjęcia wielu obiektów Herbiga-Haro, które są młodymi gwiazdami na najwcześniejszych etapach ewolucji.

Japoński teleskop Subaru na Mauna Kea wykonał ostatnio bardzo efektowne zdjęcia Wielkiej Mgławicy Oriona w dziedzinie podczerwonej widma. W mgławicy tej dominuje wodór o temperaturze 2000 K. W podczerwieni szczególne zainteresowanie wzbudza część tej mgławicy, która określana jest katalogowym mianem „obszar KL”. W jego centrum stwierdzono rodzące się gwiazdy, które swym (beztroskim) młodzieńczym światłem oświetlają pyły i gazy znajdujące się w pobliżu. Tego rodzaju procesy trwają miliony lat.

Równie ciekawe są obserwacje procesów towarzyszących umieraniu gwiazd. Niektóre gwiazdy (jest to proces zależny od masy gwiazdy) w ostatnich stadiach ewolucji wybuchają i rozpraszają swą materię w przestrzeni kosmicznej (gwiazdy supernowe), inne odrzucają tylko swoje zewnętrzne warstwy. Te ostatnie obserwować możemy w postaci mgławic planetarnych.

W niedalekiej przyszłości astronomowie polscy będą mogli szerszym frontem uczestniczyć w tym szaleńczym wyścigu w poznawaniu tajemnic bezkresnego Kosmosu. Znosi się bowiem, że Polska będzie współwłaścicielem gigantycznego teleskopu SALT (Southern African Large Telescope), który stanie w Republice Południowej Afryki, na płaskowyżu Sutherland, obok innych teleskopów tamtejszego obserwatorium).

Teleskop ten będzie teleskopem spektroskopowym typu tranzytowego (nie on będzie śledził za gwiazdami, ale będzie śledził defilujące przed nim obiekty) z 10 metrowym lustrem mozaikowym o kształcie sferycznym. Głównym jego wyposażeniem instrumentalnym będą spektrografy o różnej zdolności rozdzielczej. Pierwowzór tego teleskopu HET już pracuje na półkuli północnej w Obserwatorium McDonalda w Teksasie. SALT będzie jego bliźniakiem pracującym na półkuli południowej. Przewiduje się do 15% udziału Polski w jego budowie i taki sam procentowy udział w wykorzystaniu go do prac badawczych.

Obecnie w kosmosie znajduje się 487 satelitów, wśród nich 356 amerykańskich i 131 rosyjskich, a pozostałe należą do międzynarodowych organizacji łączności satelitarnej. Ponadto w kosmosie znajduje się 2500 zużytych satelitów, a co najstraszniejsze: 30 rosyjskich obiektów kosmicznych z jądrowymi systemami energetycznymi oraz 12 analogicznych satelitów amerykańskich, wysłanych w okresie zimnej wojny. Ich orbity, tzw. orbity-cmentarze, znajdują się na wysokości 700-1300 km n.p.m. Przetrwają one

w kosmosie co najmniej 300 lat. Zdaniem uczonych, to wystarczająco długi okres dla rozpadu produktów dzielenia uranu-235 i plutonu-238 do bezpiecznego dla człowieka poziomu radioaktywności.

Poważne zagrożenia ze strony kosmicznych śmieci istnieją nie tylko dla misji kosmicznych i czynnych satelitów. Dwadzieścia lat temu na terytorium Kanady spadły odłamki kosmicznego reaktora atomowego należącego do satelity „Kosmos-954” (wysokość odszkodowania ze strony ZSRR wyniosła wówczas 5 mln USD). W lipcu 1979 roku w rezultacie awarii 77-tonowej amerykańskiej stacji orbitalnej „Skylab”, na Ziemię zwałił się grad odłamków, które nie zdążyły spłonąć w niższych warstwach atmosfery.

Na teraźniejszym etapie rozwiązanie problemu kosmicznych śmieci jest prawie nierealne. Śmiecić na orbicie łatwo a sprzątać znacznie trudniej niż na Ziemi. Zarówno z przyczyn ekonomicznych (zdaniem specjalistów, tylko teoretyczne opracowanie projektu oczyszczania kosmosu kosztowałoby ponad 200 mln USD), jak i technicznych, skonstruowanie satelity-śmieciarki jest praktycznie niemożliwe, ponieważ nawet najmniejsze odłamki (o rozmiarach 1 cm i wadze 10 g) poruszają się po orbicie z prędkością względną równą 10 m/sek. Spotkanie ze śmieciarką zakończy się katastrofą: siła uderzenia będzie podobna do zderzenia samochodu przy prędkości 100 km/h.

Ponieważ nie śmiecić łatwiej niż sprzątać, dąży się do przyjęcia środków ograniczających gromadzenie się szczątków nowych satelitów. Zużyte satelity powinny zachować na pokładzie tyle paliwa, ile konieczne jest dla ich bezpiecznego zepchnięcia z orbity w gęste warstwy atmosfery nad południową częścią Oceanu Spokojnego, gdzie uległyby całkowitemu spaleni. Co się zaś tyczy końcowych fragmentów raket-nosicieli, to powinny one w sposób kontrolowany wchodzić w atmosferę ziemską i tam spłonąć. Środki te nie rozwiązują jednakże problemu oczyszczenia kosmosu z obecnych śmieci.

Najwyraźniej ludzkość będzie musiała wykazać cierpliwość i doczekać się samo oczyszczenia przestrzeni kosmicznej. W końcu, wszystko co lata dzisiaj po orbicie, pod wpływem siły przyciągania samo wejdzie w gęste warstwy atmosfery i tam spłonie. Ale, zgodnie z prognozami uczonych, nastąpi to nie wcześniej niż za 300 lat. Retoryczne wydaje się pytanie, czy mieszkańcy Ziemi będą w stanie powstrzymać się od śmiecenia w kosmosie w ciągu tego okresu? Współczesna cywilizacja nie może obyć się bez osiągnięć nauki i techniki kosmicznej.

Dopiero od niedawna prowadzi się poważne badania, których celem jest ustalenie rzeczywistej liczby obiektów w przestrzeni wokółziemskiej, ich przestrzennego rozmieszczenia a także zagrożeń, jakie powodują dla czynnych satelitów i stacji

kosmicznych. Podejmuje się też szereg działań w skali międzynarodowej w celu zmniejszenia zagrożeń powodowanych przez istniejące już obiekty, jak również dla zmniejszenia przyrostu ich liczby w przyszłości. Podejmowane są próby prawnego uregulowania zasad korzystania z przestrzeni wokółziemskiej tak, by liczba obiektów w ważnych dla różnego rodzaju zastosowań rejonach nie wzrastała. Zalecane jest takie przygotowywanie programu operacji wykonywanych przez satelity, żeby po zakończeniu ich misji sprowadzać je bezpiecznie na Ziemię albo umieszczać na takich orbitach, gdzie nie będą zagrażały satelitom operacyjnym. Działania te, choć prowadzone równolegle przez różne organizacje międzynarodowe, nie przynoszą na razie zadowalających rezultatów.

W ostatnim czasie ugruntował się obraz Wszechświata (wspaniałe laboratorium fizyczne), który charakteryzują ekstremalne warunki fizyczne: najmniejsze i największe z możliwych odległości, najmniejsze i największe gęstości, ekstremalne temperatury i przeróżne stany materii. W przestrzeniach kosmicznych gęstości materii zawierają się między 10^{-23} – 10^{18} kg/m^3 , temperatury między $2,7$ – 10^9 a nawet 10^{11} K, indukcja magnetyczna sięga 10^{11} T (w magnetarach), a pola grawitacyjne mają wartość 10^{12} m/s^2 . Na Ziemi najlepsza próżnia wyraża się wartością 10^{-10} kg/m^3 , a pole magnetyczne sięga zaledwie 6 (a chwilowe 200) T. Astronomowie są więc fizykami, którzy badają materię w tych ekstremalnych warunkach: sprawdzają działanie praw fizyki odkrytych w ziemskich laboratoriach w warunkach kosmicznych, pomagają odkrywać nowe prawa i nowe stany fizyko-chemiczne materii. Słowem, astronomowie są badaczami poznającymi i przybliżającymi naturalne środowisko bytowania człowieka, któremu na imię Wszechświat.

Dzisiaj widziany on jest jako hierarchiczna struktura coraz to większych systemów: księżycy obiegają planety, planety obiegają Słońce, setki miliardów słońc tworzy Drogę Mleczną, galaktyki grupują się w gromady galaktyk, gromady galaktyk łączą się w supergromadę. Pewne modele Wszechświata mówią o tym, że struktura ta sięga jeszcze dalej. Najnowsze obserwacje pokazują, że gigantyczne supergromady galaktyk łączą się w struktury wyższego rzędu, grupując się na powierzchni jakby komórek czy też pęcherzyków „piany mydlanej” w Kosmosie. Według najnowszych obliczeń naukowców Wszechświat istnieje od około 10 – 20 mld lat. Nazwa kosmogonia wywodzi się z od greckich słów: Kosmos – Wszechświat i gonos – narodziny. Obecnie używa się tego terminu w nieco szerszym znaczeniu dla określenia wiedzy, która rozważa nie tylko początek, ale i ewolucje oraz końcowe stadium ciał niebieskich. Wyłaniają się problemy,

na które często nie można dać zadowalającej odpowiedzi z tej prostej przyczyny, że rozwój ciał niebieskich jest z reguły bardzo powolny, a czas trwania dotychczasowych badań astronomicznych znikomo krótki. Trafny obraz ewolucji Wszechświata można otrzymać po uszeregowaniu ciał niebieskich według ich domniemanego wieku. Ale i w takim wypadku są pewne trudności. Większość ciał niebieskich wykazuje bowiem jednakowy wiek, liczący miliardy lat. Rzadko też zdarza się okazja do obserwowania ciała właśnie powstającego względnie umierającego. Niemniej zagadnienia te – choć dalekie ich rozwiązania – fascynują myślącego człowieka i ze wszech miar godne są poznania.

2. MIĘDZYKARODOWE UWARUNKOWANIA PRAWNE EKSPLOKACJI KOSMOSU

2.1. Stan prawny dotyczący wykorzystania kosmosu

W otaczającym Ziemię wszechświecie wyodrębnić można dwie przestrzenie o zasadniczo różnym statusie: powietrzną i kosmiczną. Przestrzeń powietrzna, zwana także atmosferyczną, przylega bezpośrednio do powierzchni Ziemi. Podlega ona całkowitej i wyłącznej suwerenności państwa, nad terytorium którego się znajduje⁶. Odmienna jest natomiast sytuacja przestrzeni kosmicznej. W prawnym statusie tej przestrzeni, rozciągającej się wokół przestrzeni powietrznej, do dzisiejszego dnia istnieje wiele luk i nieścisłości.

Sytuacja prawna przestrzeni kosmicznej zaczęła się intensywnie kształtować w drodze zwyczajowej jednocześnie z praktyczną działalnością Stanów Zjednoczonych i Związku Radzieckiego w zakresie eksploracji kosmosu. Państwa te, umieszczając na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych dwudziestego wieku na orbitach okołozemskich sztuczne satelity, nie spotkały się z żadnymi protestami, chociaż trasy lotu satelitów przebiegały nad terytoriami wielu państw. Zaczęła w ten sposób powstawać zwyczajowa norma prawna pozwalająca na swobodne badanie i użytkowanie przestrzeni kosmicznej, rozumianej jako przestrzeń, w której poruszają się sztuczne satelity Ziemi.

Potrzebę prawnych uregulowań działalności w kosmosie widziano jednak znacznie wcześniej, wiele lat przed wystrzeleniem pierwszego sztucznego satelity Ziemi. Już bowiem w 1910 roku w jednym z zachodnich czasopism ukazał się artykuł belgijskiego prawnika, Emile Laude, zawierający pierwsze, oczywiście ogólne i fragmentaryczne, rozważania dotyczące prawnych aspektów przyszłych lotów pozaatmosferycznych⁷.

Pionierską rolę odegrał w tym obszarze także czeski adwokat z Pilzna, Vladimir Mandl, który w 1932 roku ogłosił dysertację poświęconą problematyce prawnokosmicznej⁸. W pracy tej Mandl głosił konieczność podjęcia w ramach odrębnej dyscypliny prawa badań nad jurydycznymi aspektami lotów kosmicznych.

⁶ Regulacje prawne w tym zakresie zawarte są w wielu dokumentach prawa międzynarodowego, przede wszystkim w Konwencji Chicagowskiej z 7 grudnia 1944 roku. W Art.1. tego dokumentu zapisano: „Umawiające się państwa uznają, iż każde państwo posiada pełną i wyłączną suwerenność nad przestrzenią powietrzną ponad swoim terytorium.” (Dz.U. nr 35 z 1959 roku, poz. 212)

⁷ W artykule zatytułowanym "Comment s'appelera le droit qui régira la vie dans l'air?" (Revue Juridique Internationale de la Locomotion Aérienne, 1910, t. 1, s. 16) pisał on m.in.: „Nowe prawo zarządzać będzie nowymi stosunkami prawnymi. To nie będzie już prawo lotnicze. Będzie to niewątpliwie prawo kosmosu.”

⁸ V. Mandl, *Das Weltraumrecht: ein Problem der Raumfahrt*, Mannheim-Berlin 1932.

Pisał on: „Dziś, gdy uważnie przestudiowano wszystkie możliwości pokonania ogromnych odległości między planetami i perspektywa lotów kosmicznych stała się bliższa, nikt nie może powiedzieć, że byłoby jeszcze przedwczesnym podjęcie badań nad prawnymi problemami tego typu lotów.”

Dwa lata później, w czasopiśmie francuskim poświęconym problematyce międzynarodowego prawa publicznego, ukazał się artykuł uczonego radzieckiego, Ewgienija Korowina⁹. W artykule tym nie mówi się co prawda o prawie kosmicznym, zawiera on jednak sugestie dotyczące konieczności zawarcia nowej umowy międzynarodowej, regulującej odmienne zasady ruchu obiektów w górnych warstwach przestrzeni atmosferycznej.

W okresie II wojny światowej badania nad prawem kosmicznym zostały wstrzymane. Niemniej jednak osiągnięty w tym czasie znaczny postęp w dziedzinie techniki raketowej spowodował, że po wojnie ze zdwojoną energią przystąpiono ponownie do prac w zakresie regulacji prawnych dotyczących przestrzeni kosmicznej. Od początku lat pięćdziesiątych w różnych czasopismach zaczęły pojawiać się liczne publikacje dotyczące zagadnień prawa kosmicznego. Ich autorami byli wybitni uczeni z całego świata, jak np. John Cobb Cooper, Andrew G. Haley i Steven Gorove z USA, Aldo Armando Cocca z Argentyny, Edouard Bornecque-Winandy z Francji, Alex Meyer z Niemiec, Wilfred Jenks i Oscar Schachter z Wielkiej Brytanii, Michel Smirnoff z Jugosławii czy Ming Min Peng z Chin. Wszystkich autorów nie sposób wymieniwać, gdyż z końcem lat pięćdziesiątych światowa bibliografia naukowa z zakresu prawa kosmicznego liczyła ponad tysiąc pozycji, a tempo jej rozrastania było olbrzymie.

Wśród zarysowujących się wielu problemów prawnych dotyczących działań w zakresie eksploracji przestrzeni kosmicznej, dwa miały znaczenie fundamentalne. Wyrazić je można w postaci następujących pytań:

- do kogo należy przestrzeń kosmiczna?
- gdzie się zaczyna i gdzie kończy przestrzeń kosmiczna?

2.2. Suwerenność przestrzeni kosmicznej

W przededniu I wojny światowej, w związku z powtarzającymi się coraz częściej naruszeniami granic państwowych przez obce statki powietrzne, prowadzone od początku

⁹ E. Korowin, *La conquête de la stratosphère et le droit international*, Revue générale de Droit International Public, 1934, s.675

wieku teoretyczne rozważania dotyczące statusu prawnego przestrzeni powietrznej nabrały znaczenia praktycznego. Spowodowało to zintensyfikowanie prac prawników i doprowadziło do stworzenia odpowiednich regulacji prawnych, jednoznacznie określających zasadę suwerenności państwowej w przestrzeni powietrznej ponad terytorium danego państwa¹⁰. Za podstawę tego przepisu posłużyła starorzymska maksyma: *cuius est solum eius est usque ad coelum (ad sidera, ad infinitum)*¹¹.

Gdy perspektywa lotów kosmicznych stawała się coraz bliższa, przed społecznością międzynarodową pojawił się problem określenia prawnego położenia przestrzeni, w której niebawem miały znaleźć się obiekty kosmiczne. Było bowiem wiadomym, że obiekty te będą musiały poruszać się po trajektoriach przebiegających nad terytoriami wielu państw. Podobnie wizje mających wkrótce nastąpić lotów człowieka na Księżyc i inne ciała niebieskie sugerowały konieczność podjęcia prac nad określeniem prawnych możliwości ewentualnego zawłaszczania tych ciał przez poszczególne państwa.

W podejściu do rozwiązania tego problemu zarysowało się wiele różnic, niemniej jednak przedstawiane licznie propozycje sprowadzały się do trzech następujących nurtów:

- próby recepcji pojęć cywilistycznych;
- analogia do innych działów prawa międzynarodowego;
- odrębność nowego działu prawa międzynarodowego.

Już w latach trzydziestych skrytykowano możliwość wykorzystania do określenia statusu przestrzeni kosmicznej zasady: *cuius est solum...* Zauważono bowiem, że przestrzeń nad powierzchnią danego państwa ma postać nieregularnego stożka, o poprzecznym przekroju w kształcie terytorium państwa i powierzchni tego przekroju rosnącej w miarę oddalania od Ziemi. Wszelkie ciała niebieskie leżące we wnętrzu tak utworzonego stożka, ze względu na ciągły obrót Ziemi, wciąż zmieniałyby „suwerena”. Rozumowanie takie prowadziłoby więc do sytuacji absurdalnych.

Później pojawiły się próby określenia międzynarodowego statusu kosmosu poprzez wykorzystywanie kategorii pojęciowych wywodzących się ze starożytnego rzymskiego prawa prywatnego, w tym głównie *res nullius* i *res communis*¹².

Założenie, że kosmos stanowi *res nullius* próbowano interpretować w dwojaki sposób. Dla jednych oznaczało to, że dopuszczalne jest zawłaszczanie przez poszczególne podmioty określonych części przestrzeni kosmicznej i położonych w niej ciał niebieskich.

¹⁰ Była to przede wszystkim Konwencja Paryska, podpisana 13.10.1919 roku.

¹¹ tzn. *Czyja jest ziemia, tego jest przestrzeń ponad nią (aż do gwiazd, w nieskończoność)*

¹² tzn. *rzecz niczyja i dobro wspólne*

Inni natomiast, widząc brak możliwości wyznaczenia w kosmosie granic, uważali, że przestrzeń pozaatmosferyczną należy uznać za *res nullius* nie podlegającą władztwu żadnego państwa.

Więcej zwolenników znalazły próby określania suwerenności kosmosu poprzez cywilistyczne pojęcie *res communis* i różne jego modyfikacje. W nurcie tym zakładano, że przestrzeń kosmiczna nie może podlegać władztwu żadnego państwa i w całości należy do wszystkich mieszkańców Ziemi. Poglądy takie głosili m.in.: Aldo Armando Cocca, Haroldo Valladão czy uczony polski, prof. Cezary Berezowski¹³.

Międzynarodowy status kosmosu interpretowano także poprzez inne pojęcia wywodzące się z prawa rzymskiego (Tab. 2.2.1).

Tab.2.2.1.

Zestawienie prób recepcji pojęć cywilistycznych w odniesieniu do przestrzeni kosmicznej

Lp	POJĘCIE	INTERPRETACJA
1.	Res nullius	Rzecz niczyja – może podlegać zawłaszczeniu (<i>R.K. Woetzel</i>)
2.	Res nullius	Rzecz niczyja – nie może podlegać zawłaszczeniu (<i>C. Shawcross</i>)
3.	Res omnium communis	Własność wspólna (<i>A. Giannini</i>)
4.	Res communis humanitatis	Własność wspólna całej ludzkości (<i>A.A. Cocca</i>)
5.	Res communis civium	Własność wspólna wszystkich Ziemiaków (<i>E. Scifoni</i>)
6.	Res communis omnium Universi	Własność wspólna inteligentnych istot we wszechświecie (<i>H. Valladão, C. Berezowski</i>)
7.	Res extra commercium	Własność poza obrotem prawnym (<i>C. W. Jenks</i>)
8.	Res nullius/res omnium Communis	Rzecz niczyja w odniesieniu do ciał niebieskich, własność wspólna w odniesieniu do przestrzeni kosmicznej otaczającej te ciała (<i>G. Rinck</i>)
9.	Res nullius extra commercium	Rzecz niczyja nie dopuszczona do obrotu prawnego (<i>C.A. Pasini-Costadoat</i>)

¹³ A.A.Cocca, *Teorio del derecho interplanetario*, Buenos Aires 1957, s.212; H.Valladão, *The Law of Res Communis Omnium and Peaceful Use of Space and of Celestial Bodies*, VII Coll. IISL, wyd. Norman 1965, s.50; C. Berezowski, *Międzynarodowe Prawo Lotnicze*, Warszawa 1964, s.83

Wszystkie te koncepcje opierają się jednak na pojęciach wykształconych przez starożytne prawo prywatne i jako takie nie powinny być przenoszone w dziedzinę współczesnych stosunków publicznych, gdyż działanie takie doprowadzić może do wielu fałszywych wniosków, a niekiedy nawet do absurdalnych sytuacji¹⁴. Stosowanie bowiem w odniesieniu do przestrzeni kosmicznej zasady *res nullius*, może spowodować uznanie zasadności prawnej zaborczej polityki w kosmosie i odrodzenie w nowej formie kolonializmu. Natomiast wykorzystanie zasady *res communis omnium* jest o tyle niewłaściwe, że w starożytnym Rzymie tego typu rzeczy wspólne (np. powietrze, wody płynące, morza) nie podlegały prawu własności prywatnej, a o ich ewentualnej podległości zwierzchnictwu państwa w ogóle nie dyskutowano. Własność publiczną stanowić mogły natomiast inne rzeczy wspólne, określane pojęciem *res communis universitatis*. Jednak w tym wypadku chodzi o rzeczy będące wytworami rąk ludzkich, takie jak np. teatry czy stadiony. Znaczenie tego pojęcia nie powinno więc stanowić podstawy rozstrzygnięć w zakresie ciał niebieskich i przestrzeni kosmicznej.

Trudności w określeniu statusu przestrzeni kosmicznej poprzez wykorzystanie pojęć pochodzących ze starożytnego prawa rzymskiego, skierowały uwagę prawników na zastosowanie do tego celu analogii prawnych. Najczęściej spotykanymi porównaniami, jakimi posługiwali się prawnicy w odniesieniu do przestrzeni kosmicznej, były analogie do przestrzeni morskiej i przestrzeni powietrznej, a czasem także do obszaru Antarktydy.

Najwcześniej pojawiła się analogia z prawnym położeniem otwartego morza. Zasada swobody jego równoprawnego wykorzystania przez wszystkie państwa, pozwoliła na wyprowadzenie zasady wolności wykorzystania kosmosu. Inna zasada, stanowiąca o dopuszczalności zawłaszczania wysp leżących na otwartym morzu, niepoddanych jeszcze władztwu żadnego państwa, umożliwiła wysunięcie tezy o dopuszczalności zawłaszczania ciał niebieskich. Podobnie próbowano konstruować przepisy dotyczące stacji orbitalnych i księżycowych, opierając się w tym wypadku na normach odnoszących się do tzw. „sztucznych wysp”¹⁵.

¹⁴ Stało się tak np. w styczniu 1949 roku, gdy amerykański agent reklamowy, J.T. Mangan uzyskał pozytywną opinię prawną i za zgodą generalnego prokuratora stanu, zarejestrował w stanie Illinois konstytucję założonego przez siebie w przestrzeni kosmicznej państwa *Coelestia* (wg: J. Machowski, *Paragrafy dla kosmosu*, PWN, Warszawa 1965, s.54)

¹⁵ „Sztuczne wyspy”, to platformy instalowane na morzach i oceanach w celu zabezpieczenia określonej działalności ludzkiej (np. wydobywanie z dna morza surowców mineralnych).

Próbując zestawić pod względem prawnym kosmos z przestrzenią powietrzną zmierzano do nowego odczytania zasady zawartej w Art. 1 Konwencji Chicagowskiej z 1944 roku, stanowiącej, że: „*każde państwo ma pełną i wyłączną suwerenność nad przestrzenią powietrzną ponad jego terytorium*”. Zapis ten, ograniczający suwerenność państwa wyłącznie do przestrzeni powietrznej, próbowano rozciągnąć na całą przestrzeń otaczającą Ziemię. Podejście takie argumentowano faktem, że powyższy zapis powstawał w czasach, gdy nikt nie przewidywał ewentualności lotów poza atmosferę ziemską¹⁶.

Jednak zastosowanie w tym przypadku prostej analogii do norm prawa lotniczego okazało się niemożliwe, chociażby ze względu na podwójny reżim prawny przestrzeni powietrznej¹⁷. W tej sytuacji pojawił się pogląd, że status prawny kosmosu porównany może być do położenia prawnego przestrzeni powietrznej nad otwartym morzem. W obszarze tym panuje bowiem nie tylko pełna swoboda żeglugi wodnej, ale także swoboda przelotu.

Na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych wśród naukowców istniał także pogląd, że przestrzeń pozaatmosferyczna, jako strefa o nieuregulowanym stosunku prawnym, powinna być traktowana podobnie jak Antarktyda. Jednocześnie sądzono, że sposób ewentualnego uregulowania ustroju prawnego tego kontynentu może posłużyć za wzór uregulowania statusu prawnego przestrzeni kosmicznej.

Podpisanie 1 grudnia 1959 roku na konferencji w Waszyngtonie Traktatu w sprawie Antarktyki¹⁸ pozwoliło prawnikom przyrównać status przestrzeni kosmicznej do reżimu prawnego tego kontynentu. Antarktyka bowiem, ze względu na swoje bogactwa mineralne i strategiczne położenie, od dawna przyciągała uwagę wielu państw. Siedem państw (Argentyna, Australia, Chile, Francja, Norwegia, Nowa Zelandia i Wielka Brytania) wysuwało roszczenia do całości lub części tego terytorium, uzasadniając je odkryciem, symbolicznym posiadaniem, przyleganiem lub prowadzoną intensywną działalnością naukową. W związku z tym, że pretensje te były często wzajemnie sprzeczne, żadna z uzasadniających je teorii nie zyskała powszechnego uznania. Doprowadziło to do podpisania przez 12 państw wielostronnego układu. W układzie tym

¹⁶ Gdy w grudniu 1944 roku tworzone Konwencję Chicagowską, maksymalny pułap osiągnięty przez aparaty wystrzelone z powierzchni Ziemi (rakiety V-2) nie przekraczał 90 km.

¹⁷ Zgodnie z *zasadą przylegania*, przestrzeń powietrzna ma taki sam status, jak terytorium, nad którym się znajduje. Oznacza to, że przestrzeń powietrzna nad terytorium lądowym lub morskim danego państwa podlega jego wyłącznej i pełnej suwerenności, natomiast przestrzeń nad morzem otwartym i terytoriami nie podlegającymi zwierzchnictwu jest otwarta dla wspólnego użytkowania.

¹⁸ Zgodnie z układem z 1959 roku Antarktyka obejmuje obszar wokół Bieguna Południowego, zawierający Antarktydę, przylegające doń wyspy oraz część Oceanu Atlantyckiego, Spokojnego i Indyjskiego na południe od 60. równoleżnika szerokości geograficznej południowej.

uznano, że Antarktyka będzie wykorzystywana wyłącznie do celów pokojowych, a zakładanie na jej obszarze jakichkolwiek baz wojskowych i fortyfikacji będzie zakazane. Zabroniono także przeprowadzania w tym rejonie manewrów wojskowych i przeprowadzania prób z bronią jądrową. Roszczenia terytorialne poszczególnych państw nie zostały przyjęte ani odrzucone, jednak jednoznacznie odrzucono możliwość wysuwania nowych roszczeń lub rozszerzania już istniejących.

Tak określony status prawny Antarktyki, gwarantujący jej pokojowe wykorzystywanie, stał się dla liczego grona prawników przesłanką do prób konstruowania przepisów prawnych eksploracji przestrzeni kosmicznej. Jednak to wszystko, co udało się w odniesieniu do szóstego kontynentu Ziemi, okazało się nie do przyjęcia w zakresie problematyki kosmicznej. Na przeszkodzie stanęło tu zasadniczo odmienne znaczenie strategiczne tych dwóch obszarów. Należy bowiem zauważyć, że Antarktyda położona jest w odległości około 10 tys. km od granic USA czy Rosji, natomiast środki kosmiczne mogą orbitować na wysokości zaledwie 200 km od jakiegokolwiek punktu na powierzchni Ziemi. Z wojskowego punktu widzenia różnica jest więc ogromna.

Przestrzeń kosmiczna w istotny sposób różni się od wszystkich wykorzystywanych wcześniej przez ludzkość środowisk, zarówno pod względem swoich właściwości fizycznych, jaki i pod względem wykorzystywanych do jej eksploracji środków technicznych. Odmierna jest także specyfika działalności podmiotów prawa międzynarodowego w tej przestrzeni. Niemożliwe było więc wykorzystanie dla określenia międzynarodowego statusu przestrzeni kosmicznej ustaleń wyprowadzanych przez analogię z norm międzynarodowego prawa publicznego, odnoszącego się do obszarów morskich, przestrzeni powietrznej czy Antarktydy.

Specyfika podjętych przez konkretne państwa działań w zakresie eksploracji nowej, niedostępnej dotychczas sfery, zdeterminowała konieczność równie nowatorskiego podejścia do konstruowania norm prawnych dotyczących działalności państw w tym obszarze. Dlatego też uznano, że międzynarodowy status kosmosu musi być potraktowany jako status *sui generis*. Ten nurt stał się w efekcie dominujący. Za podstawę konstrukcji norm prawnych działalności państw w przestrzeni kosmicznej przyjęto dwie wzajemnie się dopełniające zasady: *zasadę wolności przestrzeni pozaatmosferycznej i ciał niebieskich oraz zasadę niedopuszczalności zawłaszczania kosmosu*. Zasady te ukształtowały się na drodze zwyczajowej i jako takie funkcjonowały aż do skodyfikowania ich w październiku

1967 roku w tzw. Traktacie Kosmicznym¹⁹, tzn. przez pierwsze dziesięciolecie działalności kosmicznej państw. Fakt ten świadczyć może o roli, jaką zwyczaj międzynarodowy odgrywa w procesie tworzenia norm międzynarodowego prawa kosmicznego.

Powszechna akceptacja wymienionych wyżej dwóch podstawowych zasad działalności w kosmosie umożliwiła intensywny rozwój nowej dziedziny prawa międzynarodowego. Problematyka wykorzystania przestrzeni kosmicznej stała się od końca lat pięćdziesiątych przedmiotem systematycznych dyskusji prowadzonych na forum kolejnych sesji Zgromadzenia Ogólnego ONZ. Dyskusje te zaowocowały licznymi rezolucjami, podejmowanymi bardzo często jednomyślnie. Oczywiście, rezolucje Zgromadzenia Ogólnego ONZ, w zakresie zasad regulujących wzajemne stosunki państw związane z ich działalnością kosmiczną, nigdy nie posiadały mocy wiążącej. Ich rola w procesie formowania doktryny prawa kosmicznego jest jednak bardzo ważna. Z jednej bowiem strony stwierdzają one istnienie danej normy prawa zwyczajowego i określają jej rzeczywistą treść, z drugiej natomiast mają charakter zaleceń kierowanych przez ONZ do swoich członków. Pozwala to na ujednoczenie praktyki międzynarodowej państw, tworzenie nowych norm zwyczajowych i w efekcie prowadzi do zawierania kodyfikujących porozumień międzynarodowych.

O znaczeniu, jakie przypisywane jest kodyfikacji wszelkiej działalności człowieka w przestrzeni kosmicznej świadczy fakt, że już od końca 1959 roku istnieje przy ONZ stały Komitet do spraw Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej (COPUOS – *Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*), który od 1962 roku posiada dwa wyspecjalizowane Podkomitety: Naukowo-Techniczny i Prawny. Również w strukturze Sekretariatu ONZ funkcjonuje osobny Wydział Spraw Kosmicznych (*Outer Space Affairs Division*), wchodzący w skład Departamentu Spraw Politycznych i Rady Bezpieczeństwa.

2.3. Delimitacja przestrzeni kosmicznej

Nadanie przestrzeni kosmicznej statusu zupełnie odmiennego od graniczącej z nią przestrzeni powietrznej wywołało międzynarodową dyskusję nad problem rozgraniczenia tych dwóch stref. Jednoznacznego zdefiniowania wymagało też samo określenie przestrzeni kosmicznej. Obowiązujące prawo międzynarodowe, mimo uznania całkowitej

¹⁹ Jest to powszechnie używana nazwa „Traktatu o zasadach działalności państw w zakresie badania i wykorzystywania przestrzeni kosmicznej, łącznie z Księżycem i innymi ciałami niebieskimi” przyjętego rezolucją Zgromadzenia Ogólnego ONZ nr 2222(XXI) z 13.12.1966 r.

i wyłącznej suwerenności państwa w przestrzeni powietrznej ponad jego terytorium, nie precyzuje bowiem granic tej suwerenności ani też nie zawiera żadnej definicji „przestrzeni powietrznej”, mogącej stanowić podstawę dla jednoznacznego wyznaczenia takiej granicy.

Próby prawne w zakresie rozgraniczenia przestrzeni powietrznej i kosmicznej podejmowane były przez naukowców od końca lat pięćdziesiątych, jednak duże rozbieżności w tym zakresie uniemożliwiły sformułowanie jednoznacznych wniosków. Problemu nie rozwiązano także na forum ONZ. Podkomitet Prawny, funkcjonujący od 7 maja 1959 roku w strukturze Specjalnego Komitetu ONZ do spraw Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej (*Ad Hoc COPUOS*), w swoim sprawozdaniu z połowy 1959 roku uznał, że ustalenie ścisłej granicy między przestrzenią powietrzną a kosmiczną nie jest zagadnieniem prawnym wymagającym wówczas priorytetowego potraktowania, gdyż nie ma to wpływu na rozwiązanie zagadnień, które muszą być rozstrzygnięte w pierwszej kolejności. Podobne stanowisko zajął powołany później stały już Komitet do spraw Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej (*COPUOS*), przekładając rozpatrzenie tego problemu do czasu, gdy zostanie nagromadzone odpowiednie doświadczenie w zakresie wykorzystania przestrzeni kosmicznej²⁰. Kwestia określenia dolnej granicy przestrzeni kosmicznej stała się ponownie aktualna podczas obrad V sesji Podkomitetu Prawnego COPUOS w sierpniu 1966 roku, w związku z przygotowaniem projektu Układu Kosmicznego. Wskazywano wówczas, że granica przestrzeni, podlegającej suwerenności położonego pod nią państwa, powinna być wyraźnie określona w celu zapewnienia możliwości kontroli realizacji postanowień tworzonego układu w sprawie wolności badania i użytkowania kosmosu. Ostatecznie jednak problemu tego nie udało się rozwiązać i w efekcie w przyjętym wówczas Traktacie Kosmicznym nie zawarto definicji przestrzeni kosmicznej ani też nie określono jej granic. Wezwano jedynie COPUOS do podjęcia studiów w zakresie kwestii związanych z definicją przestrzeni kosmicznej i jej położeniem w stosunku do przestrzeni powietrznej. Od tego czasu sprawa delimitacji dolnej granicy kosmosu stała się stałym punktem obrad kilku kolejnych sesji Podkomitetu Prawnego COPUOS.

Duże zróżnicowanie poglądów w tym obszarze, wynikające z przyjmowania przez poszczególnych naukowców odmiennych kryteriów, uniemożliwiło ostateczne rozwiązanie problemu. Sprawa wyznaczenia dolnej granicy kosmosu do dzisiaj znajduje się w stadium badań, a pojawiające się od ponad czterdziestu już lat propozycje ująć można w cztery grupy:

²⁰ Zob. dok. ONZ nr A/AC 105/6.

- propozycje oparte na kryteriach naturalnych;
- propozycje wykorzystujące kryteria techniczne;
- propozycje oparte na przesłankach prawnych;
- propozycje wykorzystujące kryterium funkcjonalne;

Koncepcja wykorzystania *kryteriów naturalnych*, obiektywnie istniejących w rzeczywistości, do rozgraniczenia wolnej przestrzeni kosmicznej od podlegającej suwerenności przestrzeni powietrznej, pojawiła się równocześnie z ukształtowaniem się zasady wolności kosmosu. Wychodząc z założenia, że *przestrzeń kosmiczna zaczyna się tam, gdzie kończy się przestrzeń powietrzna*, próbowano jednoznacznie zdefiniować zakres tej drugiej. Pierwsze głosy w tym zakresie pojawiły się w połowie lat pięćdziesiątych. Już w roku 1956 uczony brytyjski Bin Cheng pisał, że za przestrzeń powietrzną należy uważać całą przestrzeń zawierającą powietrze w dowolnej formie²¹. Podobnie uważał także niemiecki prawnik, Alex Meyer, który twierdził, że próby rozciągnięcia znaczenia pojęcia przestrzeni powietrznej na warstwy nie zawierające powietrza, są absurdem językowym i zaprzeczeniem fizycznego znaczenia tego terminu²².

Kryterium to okazało się jednak bardzo zawodne. Do dziś bowiem nie można jednoznacznie określić, w jakiej odległości od powierzchni Ziemi występują jeszcze ślady powietrza. W troposferze, rozciągającej się bezpośrednio nad powierzchnią Ziemi do wysokości około 10-15 km, mieści się około 75% masy powietrza. W przestrzeni zawierającej także stratosferę, czyli do wysokości około 40 km od Ziemi, znajduje się już 99,7% całej masy powietrza. Jednak cząsteczki gazów tworzących powietrze zostały wykryte nawet w odległości blisko 100 tys. km od Ziemi²³.

W połowie lat pięćdziesiątych sformułowana została przez J. Kroella, a następnie rozwinięta przez A. Ambrosiniego teza, w myśl której *przestrzeń powietrzna sięga tak daleko, jak daleko występuje siła grawitacji ziemskiej*. Szybko jednak okazało się, że przyjęcie tego kryterium jest niemożliwe z co najmniej dwóch powodów. Po pierwsze, siła grawitacji Ziemi nie jest stała we wszystkich kierunkach, a różnice dochodzą do ponad 1,5 mln kilometrów²⁴. Po drugie natomiast, wyznaczenie tak odległej granicy prowadziłoby do

²¹ B.Cheng, *Recent Development in Air Law*, Current Legal Problems, 1956, t.9, s.210

²² A. Meyer, *Kritische Bemerkungen zu neueren Erörterungen über die Rechtsprobleme des Weltraums*, Zeitschrift für Luftrecht, 1958, t.7, s.200

²³ zob. O. Wołczek, *Loty międzyplanetarne*, Warszawa 1973, s.37

²⁴ W kierunku Księżyca siła ta oddziałuje na odległość 327 tys. km, a w kierunku Słońca na odległość blisko 1,9 mln km.

absurdalnych sytuacji, w których obiekty jak najbardziej kosmiczne podlegałyby w czasie całego swojego lotu wyłącznie prawu lotniczemu, a prawo kosmiczne dotyczyłoby tylko niewielkiej części obiektów znajdujących się w ogromnej odległości od Ziemi.

W 1957 roku Andrew G. Haley wystąpił z twierdzeniem, że *dolna granica przestrzeni kosmicznej powinna być ustalona na wysokości, przy której statek kosmiczny po wyjściu ze strefy oddziaływania siły oporu powietrza wchodzi w zasięg oddziaływania siły odśrodkowej*. Teodor von Kármán, uczony amerykański węgierskiego pochodzenia, ustalił, że dla obiektu poruszającego się z tzw. pierwszą prędkością kosmiczną nastąpi to na wysokości około 83 km od Ziemi. Wysokość, na której zachodzi to zjawisko, nazwana linią von Kármána, uzależniona jest jednak od wielu czynników, jak. np. pory doby, pory roku czy też własności samych obiektów kosmicznych. Koncepcja ta – chociaż zyskała bardzo duże poparcie – nie mogła więc zostać przyjęta jako podstawa dla ścisłej definicji.

Od początków ery kosmicznej pojawiło się wiele innych koncepcji opartych na kryteriach naturalnych. Nie zyskały one większego rozgłosu, ale o niektórych z nich warto wspomnieć. I tak np. w roku 1957 przedstawiciel USA w Komisji Rozbrojeniowej ONZ zaproponował, aby za przestrzeń kosmiczną uważać obszar, w którym tarcie lub ciśnienie powietrza traci swój efekt hamujący i w którym obiekty poruszają się z niezwykłą szybkością. Tym samym za kryterium rozgraniczenia proponuje przyjąć *gęstość powietrza*. Nie precyzuje jednak ani wartości tej gęstości, ani wysokości, na której omówione zjawisko zachodzi.

Delegat francuski w tej samej komisji określił przestrzeń pozaatmosferyczną jako obszar, w którym z braku dostatecznej zawartości tlenu, aparat latający musi unosić ze sobą własny zapas paliwa. Oznacza to przyjęcie za kryterium rozgraniczenia *zawartość tlenu w otoczeniu*.

Amerykański uczony James E. van Allen zaproponował, aby linię rozgraniczenia przestrzeni powietrznej i kosmicznej ustalić na wysokości *stanowiącej dolną wysokość wewnętrznego pasa radiacji otaczającego Ziemię* (tzw. *pasa van Allena*), czyli około 600 km.

Inni uczeni próbują wykorzystać do określenia górnej granicy przestrzeni powietrznej kryterium chemiczne. Twierdzą oni, że przestrzeń powietrzna sięga do wysokości, przy której powietrze zachowuje ten sam *skład chemiczny*, co przy powierzchni Ziemi.

Spotkać można także próbę oparcia linii podziału przestrzeni o kryterium związane z polem magnetycznym Ziemi. Według E. A. Bruna przestrzeń powietrzna to obszar,

w którym istnieje *magnetyczne oddziaływanie Ziemi*. Kryterium to także nie mogło zostać przyjęte, gdyż zasięg tak wyznaczonego obszaru nie jest jednakowy we wszystkich kierunkach. Od strony słonecznej (diennej) wynosi on ok. 65 tys. km, natomiast od strony nocnej jest nie mniejszy niż 260 tys. km (czterdzieści promieni Ziemi). Na wartości te ma także wpływ wiele innych czynników zewnętrznych, jak np. promieniowanie słoneczne.

Zasadniczą wadą wszystkich koncepcji opartych o kryteria naturalne jest ich duża niejednoznaczność, uniemożliwiająca praktyczne zastosowanie. Dlatego też koncepcje te nie zyskały większego uznania i zwróciły uwagę międzynarodowej społeczności prawniczej na inne rozwiązania.

W drugiej grupie koncepcji charakterystyczne jest oparcie rozgraniczenia przestrzeni powietrznej i kosmicznej o *kryteria techniczne*, związane z aparatami latającymi i możliwościami ich wykorzystania.

Pierwsze koncepcje tego typu pojawiły się w związku z poszukiwaniem wykładni dyspozycji Art. 1. Konwencji Paryskiej z 1919 roku i później Art. 1. Konwencji Chicagowskiej z 1944 roku. Nie dyskutując nad statusem prawnym kosmosu, próbowano określić górną granicę suwerenności państwa w przestrzeni powietrznej ponad jego terytorium. Już w roku 1931 opublikowana została praca zatytułowana, w której autor, niemiecki prawnik Ter Nedden, sugeruje, że górna granica suwerenności państwa powinna sięgać do *wysokości możliwej do wykorzystania przez człowieka*. Podobne opinie wyrażali potem H. Kelsen, A. Verdross i M. Milde. Teorie te w swoisty sposób nawiązują do zasady prawnej: *dominium terrae finitur ubi finitur armorum vis*, sformułowanej na początku XVIII wieku przez klasyka prawa międzynarodowego, C. Van Bynkershoek.

Modyfikacją takiego stanowiska było ograniczenie suwerenności państwa do przestrzeni powietrznej ponad jego terytorium, w której ze względu na wystarczającą *gęstość powietrza*, możliwe jest poruszanie się statków powietrznych. Pierwszy z takim twierdzeniem wystąpił na forum międzynarodowym Amerykanin Oscar Schachter, opierając swoją teorię na definicji statku powietrznego, zawartej w załączniku do Konwencji Paryskiej z 1919 roku²⁵. W późniejszych latach podobne poglądy głosili także inni naukowcy. I tak np. w 1959 roku, na odbywającym się w Londynie II Kolokwium Międzynarodowego Instytutu Prawa Kosmicznego, Michel Smirnoff zaproponował przyjęcie definicji przestrzeni kosmicznej, jako przestrzeni zaczynającej się tam, „gdzie dla

²⁵ Według tej definicji do statków powietrznych zalicza się aparaty albo urządzenia, które mogą się utrzymać w atmosferze dzięki reakcjom powietrza innym aniżeli reakcje powietrza na Ziemi. Definicja ta została powtórzona w Załączniku nr 7 do Konwencji Chicagowskiej z 1944 roku zatytułowanym *Rejestracja statku powietrznego i znaki rozpoznawcze*.

śmigłowych i odrzutowych statków powietrznych kończy się możliwość latania dzięki utrzymywaniu się w atmosferze wskutek reakcji powietrza". Rok później R.K. Woetzel opublikował pracę, w której próbował wykazać istnienie milczącego porozumienia państw, stanowiącego, że przestrzeń kosmiczna zaczyna się tam, gdzie się kończy sfera możliwości uprawiania lotnictwa. W nauce polskiej z podobnym poglądem można się spotkać u profesora Cezarego Berezowskiego.

Szybko jednak wykazano praktyczną nieprzydatność teorii opartych o kryterium pułapu aeronautycznego. Okazało się bowiem, iż pułapu tego nie można uznać za wartość stałą, gdyż rośnie ona systematycznie wraz z rozwojem technicznym.

W tej sytuacji pojawiła się nowa koncepcja, w myśl której suwerenność państwa ponad jego terytorium kończy się na wysokości *najniższego perygeum sztucznych satelitów Ziemi*, czyli na wysokości od której lot tych obiektów jest technicznie możliwy. Po raz pierwszy sugestię taką wysunął w 1955 roku P. Costadoat. Później za takim rozwiązaniem kwestii delimitacji przestrzeni kosmicznej opowiedzieli się także inni prawnicy: Rosjanin G.P. Zadrożnyj, Argentyńczyk C.A. Pasini i Urugwajczyk Amerim Bauza Araújo.

Szybko jednak okazało się, że w miarę postępu techniki astronautycznej minimalna wysokość utrzymywania się sztucznego satelity na orbicie wokółziemskiej może się zmniejszać. Dlatego też podczas obrad 53 Konferencji Stowarzyszenia Prawa Międzynarodowego w 1968 roku w Buenos Aires zaproponowano nieco odmienną wersję tej koncepcji. W przyjętej na zakończenie konferencji rezolucji zapisano, że przez pojęcie „przestrzeń kosmiczna” należy rozumieć wszelką przestrzeń na wysokości i powyżej najniższego perygeum osiągniętego do dnia 27 stycznia 1967 roku przez jakiegokolwiek satelitę orbitującego, bez względu na to, czy pewna część tej przestrzeni w późniejszym okresie może być położona poniżej tego perygeum. Przyjęcie tej koncepcji oznaczałoby wyznaczenie dolnej granicy przestrzeni kosmicznej na wysokości około 120 km od powierzchni Ziemi²⁶.

Próby wykorzystania do demarkacji przestrzeni kosmicznej kryteriów technicznych okazały się jednak nieskuteczne. Podstawową cechą poszukiwanych przez prawników kryteriów powinna być bowiem ich stałość. W przypadku kryteriów związanych z technicznymi możliwościami aparatów kosmicznych, warunek ten pozostaje cały czas nie spełniony.

²⁶ Tyle bowiem (dokładnie - 121 km) do 27.01.1967 roku wynosiła wysokość najniższego perygeum satelitarnego, określona dla satelity amerykańskiego *Atlas-Agena (1964-36A)*, wystrzelonego 6 lipca 1964 roku (wg: *Outer Space - Battlefield of the Future?*, SIPRI, Londyn 1978)

Przedstawiona powyżej propozycja ustanowienia stałej granicy dzielącej przestrzeń powietrzną i kosmiczną na poziomie najniższego perygeum satelitarnego osiągniętego do 27 stycznia 1967 roku, stanowi zapowiedź rozwiązań innego rodzaju. Rozwiązania te, oparte na *przesłankach prawnych*, wskazywały na konieczność ustalenia dolnej granicy kosmosu w sposób sztuczny, gdyż brak jest wiążących wyznaczników naukowych lub technicznych. Za przyjęciem tych tzw. *kryteriów arbitralnych* opowiadali się niektórzy prawnicy na początku lat sześćdziesiątych.

Odmianą koncepcji uwzględniającej kryteria arbitralne jest koncepcja, w której granicę dzielącą dwie przestrzenie o odmiennym statusie prawnym zastępuje się odpowiednio szeroką strefą pośrednią. Założki tej teorii, nazywanej *teorią stref*, sformułowane zostały przez P. Fauchille'a i A. Mérignac'a w pierwszych latach XX wieku. Na posiedzeniu Instytutu Prawa Międzynarodowego w 1906 roku w Gandawie, prawnik francuski Fauchille zaproponował podział atmosfery na dwie strefy: dolną wznoszącą się do wysokości 330 m (w 1906 roku wysokość tę podniósł do 1500 m) i podlegającą całkowitej suwerenności państwa oraz górną, w której obowiązywałaby całkowita wolność przelotu statków powietrznych wszystkich państw. Mérignac natomiast wysunął koncepcję wyodrębnienia w atmosferze trzech stref. W strefie pierwszej (do wysokości 200 m) istniałaby pełna suwerenność państwa, w drugiej (do wysokości 400 m) statki powietrzne innych państw mogłyby się poruszać jedynie zgodnie z zasadą tzw. „nieszkodliwego przelotu”, natomiast w strefie trzeciej – powyżej 400 m, panowałaby całkowita wolność żeglugi powietrznej.

Podobną propozycję przedstawił w 1956 roku Amerykanin John Cobb Cooper. Uważał on, że w przestrzeni otaczającej Ziemi należy ustanowić trzy odrębne strefy. Pierwsza z nich, tzw. przestrzeń terytorialna (*territorial space*), wznosić się powinna do wysokości osiągananej przez statki powietrzne i podlegać by miała pełnej suwerenności znajdującego się pod nią państwa. Strefa druga, zwana przestrzenią przyległą (*contiguous space*), wznosząca się do wysokości 300 mil²⁷, miałaby być dostępna dla niewojskowych urządzeń latających wszystkich państw. Wreszcie strefa trzecia, położona powyżej przestrzeni przyległej, byłaby otwarta dla urządzeń latających (także wojskowych) wszystkich państw.

²⁷ W październiku 1957 roku, po wystrzeleniu w kosmos Sputnika-1, Cooper przesunął tę granicę do wysokości 600 mil. W roku 1963 zmodyfikował nieco swoją koncepcję i zaproponował ustalić wysokość granicy przestrzeni przyległej na poziomie 70 – 75 mil lub najniższego ówczesnego perygeum satelitarnego.

Ustanowienie w otaczającej Ziemię przestrzeni trzech stref proponowało także wielu innych autorów. Różnice w ich poglądach dotyczyły przede wszystkim położenia strefy pośredniej (jej dolnej i górnej granicy) oraz statusu prawnego tego obszaru (Tab.2.3.1).

Tab.2.3.1.

Główne koncepcje określenia strefy pośredniej między przestrzenią powietrzną a przestrzenią kosmiczną.

Lp	KONCEPCJA STREFY POŚREDNIEJ	AUTOR
1.	Strefa pośrednia (50 – 150 mil) oddzielająca przestrzeń kosmiczną od dolnej strefy terytorialnej	Q. Wright (<i>Legal Aspects of the U-2 Incident</i> , American Journal of International Law, t.54/1960, s.847); Vaclav Kopal (<i>Air Sovereignty and Legal Status of Outer Space</i> , 1960)
2.	Pośrednia przestrzeń międzynarodowa na wysokości 50 – 200 mil	M.B. Schoffield (<i>Control of Outer Space [w:] Space Law, A Symposium</i> , Waszyngton 1959, s.365)
3.	Strefa neutralna, zwana <i>Neutralia</i> , o nieokreślonych parametrach, położona pomiędzy dolną granicą przestrzeni kosmicznej a górną granicą przestrzeni powietrznej.	W.A. Hyman (<i>The Magna Carta of Space</i> , V Coll. IISL, Warna 1962, s.7)
4.	Strefa pośrednia (<i>mesospace</i>), położona na wysokości 50 – 100 km nad powierzchnią Ziemi.	G.C.M. Reijnen (<i>Legal Aspects of Outer Space</i> , Utrecht 1976, s.90)
5.	Strefa podlegająca wspólnemu władaniu państw, ustalona w obszarze od najniższego aktualnego perygeum satelitarnego do granicy przyciągania ziemskiego.	C.A. Pasini, A.B. Araújo (wg J. Machowski, <i>Prawo przelotu statków kosmicznych</i> , Sprawy Międzynarodowe, nr 12/1963, s.69)

Teoria stref, podobnie jak wcześniejsze propozycje rozwiązania problemu delimitacji przestrzeni kosmicznej, nie znalazła jednak uznania międzynarodowej społeczności. Przewidywano bowiem, że ustanowienie w przestrzeni pośredniej strefy o odmiennym statusie prawnym spowoduje powstanie wielu niejasnych sytuacji, wymagających dodatkowych regulacji prawnych.

Poszukiwania odpowiedniej formuły delimitacji przestrzeni kosmicznej doprowadziły także do ukształtowania się wśród niektórych naukowców opinii, że przy określaniu dolnej granicy przestrzeni kosmicznej należy uwzględnić przede wszystkim *wymogi bezpieczeństwa* położonego poniżej państwa. Zapewnienie bezpieczeństwa państw było bowiem celem wszelkiej działalności w zakresie poszukiwań regulacji prawnych

odnoszących się do przestrzeni kosmicznej. Wymogi bezpieczeństwa były już wcześniej podstawą ustalania szerokości morza terytorialnego, a konieczność zapewnienia bezpieczeństwa terytorium państwa przed wrogim oddziaływaniem z powietrza była głównym motywem ukształtowania się na początku naszego wieku prawa lotniczego.

Należy jednak zwrócić uwagę, że próby potraktowania względów bezpieczeństwa państwowego nie jako przesłankę, ale jako kryterium delimitacji kosmosu, mogą spowodować wypaczenie poglądu i w efekcie doprowadzić do zakwestionowania potrzeby jakiegokolwiek delimitacji.

Trudności związane z powszechnym przyjęciem jakiegokolwiek kryterium, mogącego stanowić podstawę rozgraniczenia dwóch przestrzeni: powietrznej i kosmicznej, wskazały na potrzebę innego podejścia do problemu. Liczna grupa naukowców opowiedziała się wówczas za przyjęciem tzw. *teorii funkcjonalnej*, w myśl której – nie zajmując się w ogóle granicami przestrzeni kosmicznej – jednoznacznie zdefiniować działalność kosmiczną. Ta właśnie działalność, odmienna od działalności lotniczej, podlegać by miała prawu kosmicznemu.

Za prekursora takiego podejścia uważa się M. Lemoine'a, który w 1947 roku stwierdził, że: „*prawo lotnicze określa i rozpatruje prawa oraz normy prawne regulujące ruch i wykorzystywanie statków powietrznych, jak również wynikające z nich stosunki.*” Konsekwentnie więc normy prawne dotyczące obiektów kosmicznych, zasad ich ruchu i wykorzystania, tworzyć powinny odrębną dziedzinę prawa – prawo kosmiczne.

Nieco inaczej rozumował francuski prawnik Robert Homburg. Uważał on, że prawo lotnicze odnosi się do żeglugi powietrznej pomiędzy różnymi punktami na powierzchni Ziemi, natomiast do ruchu statków latających pomiędzy ziemią a innym punktem wszechświata stosowane być powinno prawo astronautyczne.

W końcu lat pięćdziesiątych teoria funkcjonalna znacznie się rozwinęła. Pojawiły się liczne prace wskazujące, że rozgraniczanie przestrzeni powietrznej i kosmicznej nie jest potrzebne. W wykładzie wygłoszonym w 1959 roku w Haskiej Akademii Prawa Międzynarodowego, włoski uczony R. Quadri, starał się wykazać, że z punktu widzenia działalności kosmicznej przestrzeń otaczająca Ziemię jest jednolita, stanowi nierozłączną i zwartą całość. Dlatego też, według niego, status prawny tej przestrzeni nie może być zróżnicowany w zależności od jakiegokolwiek kryterium przestrzennego. Działalność kosmiczna w zakresie realizowanej misji podlegać powinna natomiast wyłącznemu zwierzchnictwu państwa wysyłającego obiekt kosmiczny.

W tym samym roku inny prawnik, Francuz Charles Chaumont, postulował skupienie wysiłków naukowych na ścisłym sprecyzowaniu, co obejmuje działalność kosmiczna i co tym samym podlegać ma wyłącznie normom prawa kosmicznego, niezależnie od miejsca realizowania takiej działalności.

Inne spojrzenie na problem zasugerował na II Kolokwium Międzynarodowego Instytutu Prawa Kosmicznego w 1959 roku w Londynie M.S. Beresdorf. Wychodząc z założenia, że w Konwencji Chicagowskiej z 1944 roku podaje się znaczenie pojęcia „statek powietrzny” i równocześnie nie definiuje się pojęcia atmosfery (czyli środowiska, w którym realizowana jest działalność lotnicza), autor proponuje rozpoczęcie prac nad określeniem zakresu obowiązywania prawa kosmicznego od przyjęcia definicji obiektu kosmicznego. Obiektem takim byłby według niego każdy aparat mogący utrzymywać się w powietrzu w sposób inny niż w przypadku statku powietrznego, zdefiniowanego w aneksie do Konwencji z 1944 roku.

Teorię funkcjonalną popierał także prawnik węgierski Gyula Gál. W swoich pracach wskazywał on na fakt, że w sytuacji gdy prawie 70% powierzchni Ziemi stanowi otwarte morze, jedynie funkcjonalne podejście do kwestii prawnego uregulowania działalności w przestrzeni kosmicznej może zapewnić bezpieczeństwo państw.

Uczni radzieccy, F.N. Kowalew i I.I. Czeprow zaproponowali, aby dla potrzeb jednoznacznego określenia działalności kosmicznej zdefiniować przede wszystkim lot kosmiczny. Przyjmując za kryterium prędkość i trajektorię lotu, uznali oni, że za kosmiczny można uznać taki lot ciała, w którym ciało to „osiągnęło pierwszą prędkość kosmiczną i porusza się dalej albo po zamkniętej orbicie wokół Ziemi, albo po otwartej prostej, oddalając się od Ziemi czy też powracając z takiego lotu”.

Interesujący punkt widzenia zaproponował także wybitny kanadyjski znawca przedmiotu, Nicolas Mateesca Matte. Stwierdził on, że statek wykonujący lot w celu kosmicznym (tzn. obejmujący co najmniej jedno zatrzymanie gdzie indziej niż na powierzchni Ziemi i realizowany w celach pokojowych, naukowych lub humanitarnych) nie narusza bezpieczeństwa państwa, nad którym przelatuje i bez względu na wysokość, na jakiej się znajduje nie podlega jego jurysdykcji.

Próby oparcia rozwiązań podstawowych problemów z zakresu prawa kosmicznego o teorie funkcjonalne wywołały jednak liczne głosy krytyki. Spory w gronie funkcjonalistów dotyczące wyboru kryterium wyodrębnienia działalności kosmicznej, uniemożliwiły wykorzystanie tej metody do traktatowego rozstrzygnięcia problemu

definicji kosmosu. Tym samym nie rozstrzygnięto także, czy delimitacja przestrzeni kosmicznej powinna być dokonana w płaszczyźnie przestrzennej czy funkcjonalnej.

Obecnie można już chyba jednoznacznie stwierdzić, że wyjściową przesłanką wszelkich konstrukcji w zakresie międzynarodowego prawa kosmicznego powinno być uznanie potrzeby „przestrzennego” podejścia do określenia zakresu działania postanowień nowej dziedziny prawa. Dobitnie świadczą o tym liczne już dokumenty prawne o zasięgu międzynarodowym, dotyczące problematyki kosmosu i działalności kosmicznej. Jednak w żadnym z dokumentów normujących zasady działalności państw w przestrzeni kosmicznej nie zawarto zapisu jednoznacznie określającego dolną granicę kosmosu. Fakt stanowi duże ograniczenie rozwoju międzynarodowego prawa kosmicznego, a tym samym wpływa niekorzystnie na międzynarodowe stosunki w świecie. Dlatego też uregulowanie tej kwestii wydaje się być coraz bardziej pilne.

Znacznie mniejszy problem, nie budzący istotnych kontrowersji, stanowi kwestia wyznaczenia górnej granicy przestrzeni kosmicznej. Powszechnie uznano, że granica ta nie może być aktualnie jednoznacznie wyznaczona. Jej położenie określa wciąż zmieniający się poziom naukowych i technicznych możliwości człowieka. Można więc użyć stwierdzenia, że podlegająca reglamentacji prawnej przestrzeń kosmiczna sięga tak daleko, jak daleko sięgają ludzkie możliwości w zakresie badania i użytkowania kosmosu.

2.4. Status ciał niebieskich

Niemal równoległe z pracami w zakresie prób określania statusu całej przestrzeni kosmicznej, teoretycy prawa narodów podjęli rozważania dotyczące sytuacji prawnej samych ciał niebieskich. Problemem, który wymagał rozstrzygnięcia w pierwszej kolejności, stała się wówczas kwestia prawnego znaczenia wyrażenia „ciało niebieskie”. Nie można bowiem było poprzestać na astrofizycznym rozumieniu tego pojęcia, odnoszącym się do wszystkich naturalnych obiektów znajdujących się w przestrzeni kosmicznej, bez względu na ich wielkość, budowę fizyczną czy też inne, różnicujące te obiekty cechy charakterystyczne²⁸.

²⁸ W obrębie Układu Słonecznego wyróżnić można ogromną liczbę naturalnych obiektów, takich jak planety, ich księżyce, planetoidy, komety czy meteoryty. Występują one w formie stałej, plazmowej lub gazowej, a ich wielkość jest bardzo zróżnicowana.

Nic więc dziwnego, że wśród prawników zarysowała się w tym zakresie znaczna różnica poglądów. Niektórzy z nich sugerowali ograniczenie znaczenia tego pojęcia wyłącznie do planet, inni wskazywali na potrzebę objęcia nim także księżyców. Według jeszcze innych, aby obiekt taki mógł być nazwany „ciałem niebieskim”, powinien mieć odpowiednio duże rozmiary i równocześnie twardą powierzchnię, albo też w inny sposób powinien umożliwiać lądowanie na nim statków kosmicznych. Pojawił się też pogląd, sugerujący odniesienie pojęcia „ciało niebieskie” wyłącznie do tych naturalnych obiektów kosmicznych, dla których ze względu na wielkość masy nie możliwe jest dokonanie zmiany ich naturalnej orbity. Jeszcze inna definicja stanowi, że „ciało niebieskie”, to pozaatmosferyczny obiekt naturalny możliwy do zawłaszczenia, którego użytkowanie może być kontrolowane środkami naukowymi lub technicznymi.

W efekcie, mimo powstania wielu już dokumentów z zakresu międzynarodowego prawa kosmicznego, nie udało się do dzisiaj sprecyzować przedmiotowego zakresu pojęcia „ciało niebieskie”. Zwyczaj międzynarodowy natomiast w ramach tego pojęcia umiejscawia obecnie wszystkie naturalne obiekty kosmiczne, których eksploatacja przez jedno państwo uniemożliwiałaby ich wykorzystywanie przez innych. Powszechna jest jednak świadomość tymczasowości takiego rozwiązania, sugerująca konieczność podjęcia w tym zakresie pilnych prac legislacyjnych. Problem ten, w obliczu przewidywanej ekspansji kosmicznej powiązanej z planami eksploatacji surowców naturalnych znajdujących się w planetoidach, zaczyna nabierać coraz większego znaczenia.

Nie mniej istotny jest problem statusu prawnego ciał niebieskich. W zakresie tym, podobnie jak w odniesieniu do całej przestrzeni kosmicznej, dominowała początkowo tendencja do posługiwania się kategoriami wywodzącymi się ze starorzymskiego prawa prywatnego. Dążono w ten sposób do określenia warunków umożliwiających zawłaszczanie ciał niebieskich (lub ich części) albo też wykazania, że zawłaszczanie takie nie jest dopuszczalne. Prace te nie doprowadziły jednak do żadnych konkretnych rozwiązań. Nie udało się też wykorzystać analogii do obszarów antarktycznych i wysp położonych na otwartym morzu.

W konsekwencji więc status ciał niebieskich został potraktowany jako status *sui generis* i w tym nurcie rozpoczęto konstruowanie zasad dotyczących badania i wykorzystywania ciał niebieskich. Efekty tych prac zawarte zostały w pierwszym rzędzie w dyspozycjach Traktatu Kosmicznego.

Trzy z tych dyspozycji, wśród których dwie pierwsze odnoszą się również do przestrzeni otaczającej ciała niebieskie, mają charakter fundamentalny. Są to:

- wolność kosmosu, a w tym dostępność ciał niebieskich do badania i wykorzystywania przez wszystkie państwa;
- niezawłaszczalność kosmosu, uniemożliwiająca rozciąganie na ciała niebieskie suwerenności państwowej;
- nakaz wykorzystywania Księżyca i innych ciał niebieskich wyłącznie dla celów pokojowych, z czym wiąże się ustanowienie ich demilitaryzacji²⁹.

Duże znaczenie dla rozwoju prac kodyfikacyjnych dotyczących zasad działalności państw w zakresie badania i wykorzystywania ciał niebieskich miało pierwsze lądowanie człowieka na Księżycu. Okazało się wówczas, że ogólne dyspozycje Traktatu z 27 stycznia 1967 roku są już niewystarczające. W tej sytuacji w 1970 roku, na IX sesji Podkomitetu Prawnego COPUOS, przedłożony został przez przedstawiciela Argentyny projekt *Konwencji o zasadach określających działalność w zakresie wykorzystywania naturalnych zasobów Księżyca i innych ciał niebieskich*. Podobny projekt, ale odnoszący się wyłącznie do Księżyca, przedstawił rok później Związek Radziecki. Po wstępnej dyskusji na forum Zgromadzenia Ogólnego, sprawę przekazano Prawnemu Podkomitetowi COPUOS, nadając jej priorytetowy charakter. W efekcie zredagowany został wstępny projekt traktatu, który po kilkuletnich dyskusjach stał się podstawą otwartego do podpisu w grudniu 1979 roku *Układu normującego działalność państw na Księżycu i innych ciałach niebieskich*. Niestety, dokument ten nie rozstrzygnął wszystkich kwestii prawnych dotyczących ciał niebieskich, a przede wszystkim nie dał jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, co to jest „ciało niebieskie”.

Z praktycznego punktu widzenia największe znaczenie mają dziś uzgodnienia dotyczące zasad wykorzystania Księżyca, gdyż spośród poznanych przez człowieka ciał niebieskich na razie jedynie Księżyc może być aktywnie wykorzystywany. Poszczególne dyspozycje zawarte w Układzie Księżycowym skutecznie ograniczają możliwość wykorzystywania jedyne naturalnego satelity Ziemi do celów agresywnych i komercyjnych. Niestety, układ ten nie został podpisany przez największe mocarstwa kosmiczne świata: USA i Związek Radziecki (Rosję). Tym samym państwa te nie zobowiązały się jednoznacznie do jego przestrzegania. Należy jednak zauważyć, że nie podejmują one żadnych działań sprzecznych z postanowieniami Układu Księżycowego.

²⁹ Artykuł IV Traktatu z 27 stycznia 1967 roku stanowi, że m.in. „zakazane jest zakładanie wojskowych baz, urzędzeń oraz fortyfikacji, dokonywanie prób jakiegokolwiek typu broni i przeprowadzanie manewrów wojskowych na ciałach niebieskich.” Zakaz ten nie dotyczy jednak przestrzeni otaczającej ciała niebieskie.

W efekcie więc Księżyc i inne ciała niebieskie pozostają wolne i nie podlegają zawłaszczeniu przez żadne państwa. Są strefami neutralnymi i całkowicie zdemilitaryzowanymi. Zgromadzone w nich zasoby naturalne stanowią wspólne dziedzictwo ludzkości, a dla ich ewentualnej przyszłej eksploatacji ustanowiony zostanie specjalny, międzynarodowy reżim prawny.

2.5. Obiekty kosmiczne

Trudności, jakie napotkali prawnicy przy próbach przestrzennej delimitacji działalności kosmicznej i szukanie rozwiązań w płaszczyźnie funkcjonalnej, wymusiły konieczność podjęcia działań mających na celu zdefiniowanie pojęcia obiektu kosmicznego.

Należy w tym miejscu zauważyć, że pojęcie „obiekt kosmiczny”, powszechnie stosowane do oznaczenia obiektów wysyłanych przez człowieka w przestrzeń kosmiczną, jest nieściśle. Obiektem kosmicznym jest bowiem także każde ciało niebieskie, lub inaczej każda naturalna forma materii znajdująca się w kosmosie. Dlatego też wskazane byłoby zróżnicowanie nazw, określających naturalne i sztuczne obiekty znajdujące się w przestrzeni pozaziemskiej, wyróżniając w tym zakresie „ciała niebieskie” i „pojazdy (statki) kosmiczne”. W dalszej części pracy, dla oznaczenia statku kosmicznego, stosowane będzie jednak określenie tradycyjne: „obiekt kosmiczny”, gdyż taka forma przyjęta została we wszystkich opracowanych dotychczas dokumentach międzynarodowego prawa kosmicznego.

Problem definicji obiektu kosmicznego nabrał szczególnie ważnego znaczenia, gdy prawny podkomitet Ad Hoc COPUOS w grudniu 1959 roku uznał za pilną sprawę identyfikacji i rejestracji tego typu obiektów. Chcąc bowiem na państwa wysyłające w przestrzeń różnego rodzaju obiekty nałożyć obowiązek rejestracji obiektów kosmicznych, należało uprzednio określić, co to są obiekty kosmiczne. Kontrowersyjność zagadnienia sprawiła, że pojawiło się wiele propozycji określeń tego typu obiektów. Żadna jednak nie została przyjęta i w efekcie w żadnym z aktów międzynarodowych tworzących traktatowe prawo kosmiczne nie zawarto takiej definicji. Dokładne ustalenie przedmiotowego zakresu tego pojęcia stało się więc zadaniem doktryny.

Definicje proponowane w światowej literaturze przedmiotu konstruowane są w oparciu o dwa zasadnicze kryteria wyodrębnienia obiektów kosmicznych:

- przeznaczenie.
- sposób poruszania się;

Liczne propozycje *pierwszej grupy*, wykorzystujące jako podstawę wyodrębnienia obiektów kosmicznych ich przeznaczenie, są bardzo zróżnicowane. Jedni bowiem (jak np. R. H. Mankiewicz) opowiadali się za definicjami bardzo zwięzłymi³⁰, inni zaś proponowali konstrukcje bardziej rozbudowane³¹. Wszystkie te propozycje posiadają jednak jedną wspólną cechę, pozwalającą na ich powiązanie. Cecha ta dotyczy miejsca wykorzystywania definiowanych obiektów, zgodnie określanego jako przestrzeń kosmiczna.

Znacznie rzadziej spotykane definicje *drugiej grupy* nawiązują do określenia statku powietrznego zawartego w aneksie do *Konwencji Chicagowskiej* z 1944 roku. Wskazują one, że pojęcie „obiekt kosmiczny” oznacza każde urządzenie mogące poruszać się w przestrzeni i utrzymywać się w niej za pomocą środków lub sposobów innych niż reakcja powietrza.

Dziś największe kontrowersje, znacznie utrudniające zamknięcie prac nad definicją obiektu kosmicznego, związane są z niejasnym statusem dwóch rodzajów obiektów, mogących znaleźć się w przestrzeni kosmicznej, tzn. rakiet balistycznych i tzw. pojazdów aerokosmicznych³². W zakresie tym istnieje wśród naukowców wiele niemożliwych do pogodzenia rozbieżności.

Próby redagowania pojęcia obiektu kosmicznego podejmowane były także w toku opracowywania w Podkomitecie Prawnym COPUOS *Konwencji o międzynarodowej odpowiedzialności za szkody spowodowane przez obiekty kosmiczne*. Kontrowersyjność zagadnienia sprawiła jednak, że w tekście tej Konwencji nie umieszczono jednak żadnej definicji obiektu kosmicznego.

Bardzo ważną dla statusu obiektów wysyłanych w przestrzeń kosmiczną stała się otwarta do podpisu w styczniu 1975 roku *Konwencja o rejestracji obiektów wysyłanych w przestrzeń kosmiczną*. Nałożyła ona na sygnatariuszy obowiązek wpisywania obiektów wysyłanych w przestrzeń pozaatmosferyczną do prowadzonych specjalnie w tym celu odpowiednich rejestrów krajowych oraz do przekazywania określonych informacji o takich obiektach do rejestru międzynarodowego prowadzonego przez Sekretarza Generalnego

³⁰ Na 53 Konferencji Stowarzyszenia Prawa Międzynarodowego w 1968 roku w Buenos Aires zaproponował on, by obiektem kosmicznym nazywać „każdy obiekt wysyłany w kierunku przestrzeni”. (*ILA Report of the 53. Conference*, Londyn 1969, s. 175)

³¹ Np. przedstawiciel Kanady w Podkomitecie Prawnym COPUOS przedstawił definicję głoszącą, że „przez obiekt kosmiczny rozumieć należy każde urządzenie przeznaczone do używania w przestrzeni pozaatmosferycznej, jak również wszelkie urządzenia używane do wysyłania i napędzania tego obiektu oraz każdy element składowy wspomnianego obiektu” (Zob. dok. ONZ nr A/AC.105/C.2/SR.106/s. 67)

³² Pojazd aerokosmiczny jest to obiekt mogący być wykorzystywany zarówno w przestrzeni powietrznej jak i przestrzeni kosmicznej, np. słynny amerykański X-15.

ONZ. Konwencję tę podpisały wszystkie państwa wysyłające obiekty w przestrzeń kosmiczną. Rejestracja jest czynnością stwarzającą relację prawną łączącą dany obiekt z państwem. Od chwili wpisu do rejestru państwo sprawuje jurysdykcję nad obiektem, zapewnia mu ochronę, ale też ponosi pełną odpowiedzialność za wszelkie szkody wyrządzone bezpośrednio lub pośrednio przez ten obiekt.

Zawartość treściową rejestrów krajowych oraz sposób ich prowadzenia ustalają same prowadzące je państwa. Natomiast do rejestru międzynarodowego, prowadzonego przez Sekretarza Generalnego Narodów Zjednoczonych, podawać należy następujące dane wysyłanego obiektu:

- nazwa państwa lub państw wysyłających;
- znak rozpoznawczy lub numer rejestracyjny obiektu wysyłanego w przestrzeń kosmiczną;
- data i miejsce wystrzelenia;
- podstawowe parametry orbity (w tym: okres obiegu, kąt nachylenia, apogeum, perygeum);
- ogólne przeznaczenie obiektu kosmicznego.

Powyższe informacje – zgodnie z Konwencją – należy przekazywać jak najszybciej, nie ustalono jednak konkretnych, obowiązujących sygnatariuszy terminów. W efekcie więc poszczególne państwa wysyłające w kosmos obiekty dostarczają informacje ze znacznym opóźnieniem. Termin przekazywania informacji o obiekcie, a także zakres danych stanowią obszar dyskusji, prowadzonych obecnie na forum ONZ.

3. KIERUNKI WYKORZYSTANIA PRZESTRZENI KOSMICZNEJ

Działalność człowieka od początku istnienia rodzaju ludzkiego związana była z powierzchnią Ziemi i niewielką strefą przypowierzchniową. 4 października 1957 r. po raz pierwszy w historii urządzenie zbudowane przez człowieka - Sputnik 1 - znalazło się na orbicie okołoziemskiej. W 1961 r. po raz pierwszy człowiek oglądał Ziemię z przestrzeni kosmicznej. Pole widzenia Jurija Gagarina obejmowało wycinek powierzchni Ziemi o średnicy około 4000 km. Całą kulę ziemską oglądali astronauty programu Apollo w 1969 r. w drodze na Księżyc. Astronauci kolejnego lotu Apollo 11, N. Armstrong i E. Aldrin byli pierwszymi ludźmi, którzy stanęli na powierzchni innego niż Ziemia ciała niebieskiego. Być może około 2015 r. ludzie wylądują na Marsie, planecie, której najkrótsza odległość od Ziemi wynosi 78 mln km.

Wymierną, chociaż nie jedyną miarą zaangażowania państw w działalność w kosmosie są nakłady finansowe przeznaczone na tę działalność. Według szacunkowych danych w 1996 r. wydano na działalność w kosmosie 77 mld USD. Suma ta obejmuje wydatki na działalność cywilną, wojskową i inwestycje kapitału prywatnego. W przemyśle kosmicznym pracuje około 800 tys. ludzi, co czyni ten przemysł jednym z największych w świecie. Same Stany Zjednoczone wydają na działalność kosmiczną około 27 mld USD rocznie. Cała Europa wydała tylko na cele cywilne w tym samym 1996 r. sumę 4 mld USD, Japonia 2 mld USD. Wydatki Rosji szacuje się na 450 mln USD, również bez uwzględniania wydatków wojskowych. W ciągu ostatnich 10 lat nakłady na działalność kosmiczną w Rosji zmniejszyły się ponad dwunastokrotnie. Małe kraje europejskie takie jak Szwecja, Finlandia, Austria, Holandia wydały na działalność kosmiczną w 1996 r. od 30 do 100 mln USD każdy. W tym samym czasie Polska wydała około 1,5 mln USD, głównie na badania kosmiczne.

Przewiduje się, że do 2006 r. ponad 1500 nowych satelitów zostanie zainstalowanych w przestrzeni kosmicznej, w tym 1100 satelitów telekomunikacyjnych. Koszt raket, satelitów, naziemnych urządzeń kontrolnych i przekaźnikowych oraz koszty obsługi i usług pochłoną do 2006 r. astronomiczną sumę ponad 900 mld USD, w tym tylko sam segment związany z telekomunikacją będzie kosztował 600 mld USD i zostanie w większości sfinansowany przez prywatny kapitał.

W 1999 r. odbył się, organizowany przez ONZ, światowy kongres UNISPACE III, na którym dokonano podsumowania i określenia perspektyw dalszej aktywności w tej

dziedzinie, z uwzględnieniem interesów państw nieposiadających przemysłu kosmicznego i środków na szerokie wykorzystanie technik kosmicznych.

Wykorzystanie przestrzeni kosmicznej dla celów bezpośrednio związanych z różnymi obszarami aktywności ludzkiej na Ziemi ma bardzo szeroki charakter, obejmuje dziesiątki programów krajowych i międzynarodowych, korzysta z pracy setek satelitów różnej wielkości i przeznaczenia. Są to programy cywilne i wojskowe, badawcze i użytkowe, finansowane w dużym i szybko rosnącym procencie przez kapitał prywatny. Prawie wszystkie kraje świata korzystają, w większym lub mniejszym stopniu, z technik kosmicznych. Zyski z tego rodzaju działalności osiągają jednak tylko te kraje czy międzynarodowe organizacje, które są właścicielami satelitów, czy systemów satelitarnych.

Polska należy do tej grupy krajów, które muszą płacić za wykorzystanie technik satelitarnych.

Można wyróżnić trzy główne obszary działalności, dla których techniki kosmiczne mają szczególne znaczenie. Są to:

- telekomunikacja
- teledetekcja i meteorologia
- geodezja satelitarna i nawigacja

3.1. Telekomunikacja

Telekomunikacja to systemy przesyłania i odbioru danych. Ze względu na lawinowo narastające zapotrzebowanie na usługi telekomunikacyjne w skali globalnej, zwiększające się możliwości krajów nie posiadających rozwiniętych sieci łączności oraz szybkość instalowania i uruchamiania łączności satelitarnej, ten segment telekomunikacji będzie najszybciej rozwijającym się systemem wymiany informacji co najmniej do 2010 r.

Obecne systemy łączności mają kilka cech charakterystycznych: globalność połączeń, przechodzenie na cyfrowe systemy przekazu danych, możliwość operowania z poruszających się obiektów (mobilność) i multimedialność. Systemy satelitarne spełniają wszystkie te wymagania. Obecnie planuje się uruchomienie do 2002 r. 5 systemów globalnej łączności dla mobilnych użytkowników. Pierwszy z nich, IRYDIUM, został już uruchomiony. Jest to konstelacja 66 satelitów, krążących po biegunowych orbitach, 770 km nad Ziemią. Jest to system cyfrowej telekomunikacji globalnej, przeznaczony dla odbiorców stacjonarnych i poruszających się, ale bez przekazu telewizyjnego. Inaczej mówiąc, jest to telefonia komórkowa w skali globalnej. Koszt całego systemu szacuje się

na 4 mld USD, a minuta połączenia ma kosztować początkowo 3 USD i maleć w miarę wzrostu liczby użytkowników.

Kiedy amerykańska firma Motorola, zaprezentowała system IRYDIUM jesienią 1991 roku na Forum Światowej Wystawy Telekomunikacyjnej w Genewie, wielu najwybitniejszych specjalistów nie ukrywało swego sceptycyzmu co do możliwości jego urzeczywistnienia. Od połowy lat 60. łączność satelitarna działała w oparciu o satelity geostacjonarne zawieszane w strefie okołorównikowej w odległości ok. 36 tys. kilometrów nad Ziemią. Ta jedyna w swoim rodzaju orbita ma tę cenną właściwość, że umieszczone na niej obiekty poruszają się z taką samą prędkością kątową jak kula ziemską i zdają się tkwić nieruchomo nad jej powierzchnią. Stąd też krążący na tej wysokości satelita może obsługiwać nieprzerwanie ten sam obszar, obejmując swym zasięgiem ok. 1/3 powierzchni Ziemi.

Aby umożliwić telefonom komórkowym korzystanie z satelitów, twórcy komórkowych systemów kosmicznych zdecydowali się sprowadzić satelity bliżej Ziemi, lokując je bądź na tzw. orbitach niskich (LEO), odległych od jej powierzchni o 700 do 1500 kilometrów, bądź też średnich (MEO), tj. powyżej 10 tys. kilometrów.

Pomysł był przedni. Jego urzeczywistnienie jednak wymagało pokonania wprost niewyobrażalnych problemów technicznych. W odróżnieniu od satelitów geostacjonarnych, utrzymujących stałą pozycję nad naszym globem, ich kuzyni na niskich i średnich orbitach nieustannie przemieszczają się z miejsca na miejsce. Te ulokowane na wysokości ok. 770 kilometrów obiegają Ziemię w ciągu niespełna dwóch godzin, przestrzeń kosmiczną nad Europą od Uralu do Lizbony pokonują w czasie do 20 minut i tylko przez ten krótki czas mogą obsługiwać użytkowników na tym kontynencie. Ich anteny obejmują też znacznie mniejszy obszar naszego globu, stąd też dla pełnego pokrycia trzeba użyć od kilkunastu do kilkudziesięciu satelitów.

Obie te trudności pokonano tworząc coś w rodzaju „podniebnej sieci komórkowej”, opartej na konstelacjach złożonych z wielu satelitów, które krążąc po swych orbitach, „przekazują sobie” użytkowników na wzór swoistej sztafety. Dzieje się to trochę podobnie jak w komórkowych sieciach naziemnych, w których przemieszczający się z miejsca na miejsce abonent jest przejmowany przez kolejne zainstalowane na stałe stacje bazowe. W konstelacjach kosmicznych wszystko jednak jest na odwrót. Dla poruszających się z prędkością kilkunastu do kilkudziesięciu tysięcy kilometrów na godzinę satelitów nawet pędzący samochód wyścigowy zdaje się pozostawać w bezruchu. To one przenoszą się z miejsca na miejsce, realizując połączenia na obszarze, który w danym momencie

obejmują zasięgiem ich anteny. Sygnał nadany przez użytkownika przekazywany jest przez sieć satelitów do określonego satelity, w którego zasięgu znajduje się jego odbiorca, bądź też do sieci stacjonarnej, która kieruje go dalej do adresata.

Trudno się dziwić specjalistom, którzy początkowo powątpiewali w możliwość zbudowania globalnych sieci bezpośredniej łączności satelitarnej opartych na konstelacjach nisko- i średnio-orbitalnych satelitów.

Wkrótce po publicznym zaprezentowaniu IRIDIUM swój projekt przedstawiła amerykańska firma kosmiczna Loral Space Communications, która wraz z Alcatelom kończy już pracę nad bliźniaczym systemem GLOBALSTAR. Oba systemy, podobnie jak i lansowany przez Międzynarodową Organizację Morskiej łączności satelitarnej INMARSAT, planują obsługę użytkowników ruchomych, przede wszystkim abonentów wszystkich sieci komórkowych działających na świecie.

GLOBALSTAR i ICO realizują nieco inną filozofię połączeń - głównie przez wykorzystanie naziemnych sieci stacjonarnych i komórkowych. W odróżnieniu od IRIDIUM, którego satelity będą obiegały Ziemię w odległości 770 kilometrów, GLOBALSTAR lokuje 48 stacji satelitarnych na orbicie 1470 kilometrów. System ICO będzie obsługiwany przez konstelację liczącą „zaledwie” 12 satelitów umieszczonych na tzw. orbitach średnich na wysokości ponad 10 tys. kilometrów.

GLOBALSTAR daje użytkownikowi praktycznie takie same możliwości jak IRIDIUM, a dodatkowo podaje współrzędne geograficzne odbiorcy z dokładnością do 100 m. Koszt całego systemu 2,5 mld USD. Minuta połączenia około 1,5 USD.

Największym przedsięwzięciem telekomunikacyjnym są systemy multimedialne. Pozwalają one na dwustronny przekaz danych komputerowych, dźwięku i obrazu od nadawcy do odbiorcy, i odwrotnie, w każdym miejscu na Ziemi, z pełnym dostępem do sieci komputerowych typu Internet i sieci telewizyjnych. Planuje się budowę 11 satelitarnych systemów multimedialnych, z których 4 są przeznaczone dla Ameryki, a reszta ma mieć charakter globalny. Wszystkie systemy mają być uruchomione do 2002 r. Największym, najdroższym i najbardziej kompleksowym jest system Teledesic. Ma to być konstelacja 288 satelitów znajdujących się na orbitach biegunowych, 774 km nad Ziemią. Proponowane systemy multimedialne wykorzystują różne orbity, również orbitę geostacjonarną.

Polska jest członkiem i udziałowcem czterech międzynarodowych organizacji satelitarnych: INTELSAT - najstarszej, skupiającej 121 państw, EUTELSAT, INMARSAT

i INTERSPUTNIK. Wszystkie te sieci są systematycznie modernizowane, również stosunki własności ulegają zmianie.

3.2. Teledetekcja i meteorologia

Badania i obserwacja Ziemi z satelitów osiągnęły obecnie poziom globalny, to znaczy, że wszystkie podstawowe dane dotyczące atmosfery, wód i oceanów, lądów i roślinności, rozkładu temperatury i zasięgu pól lodowych na obu biegunach, obejmują obszar całej kuli ziemskiej, i w tej skali mogą być opracowywane.

Naturalne zmiany zachodzące w atmosferze, biosferze i geosferze Ziemi są zakłócanie działaniem ludzi w stopniu istotnym dla dalszej ewolucji ekosystemu Ziemi. Ze względu na globalny charakter obserwacji, teledetekcja satelitarna jest praktycznie jedynym sposobem śledzenia zmian w całym ekosystemie Ziemi.

Bardzo ważnym elementem programów obserwacyjnych i meteorologicznych jest przewidywanie klęsk żywiołowych jak cyklony, powodzie, wybuchy wulkanów itp. Głównie dzięki satelitom po raz pierwszy udało się przewidzieć z rocznym wyprzedzeniem zjawiska *El Nino* w 1997-98 r. i ostrzec najbardziej narażone kraje. Poprzednia duża anomalia *El Nino* miała miejsce w latach 1982-83, pochłonęła około 2000 istnień ludzkich i spowodowała straty szacowane na 13 mld USD.

Obecnie istnieje ponad 45 programów satelitarnych dotyczących obserwacji Ziemi, 70 następnych jest planowanych na najbliższe 15 lat.

W 1997 r. satelity i rakiety przeznaczone do celów obserwacyjnych i meteorologicznych kosztowały ok. 850 mln USD. Na urządzenia odbiorcze na Ziemi wydano ok. 300 mln USD. Opracowane informacje sprzedano za ok. 840 mln USD, a za nieprzetworzone dane satelitarne uzyskano 60 mln USD. Szacuje się, że w ciągu najbliższych 10 lat rynek na tego rodzaju usługi powiększy się od trzech do pięciu razy.

Wszystkie te dane dotyczą programów cywilnych. Satelity meteorologiczne codziennie dostarczają danych służących do opracowywania prognoz pogody. Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO) koordynuje prace ośrodków regionalnych i dystrybucję opracowanych map pogodowych, korzystając również z przesyłanych wyników pomiarów naziemnych. Oprócz tej codziennej działalności prowadzone są również długofalowe programy badawcze jak np. badania zmian warstwy ozonowej.

Szeroko zakrojony Międzynarodowy Program Badań Geosfery i Biosfery (IGBP) w dużym stopniu korzysta z danych satelitarnych opracowywanych w ramach programu Misja do Planety Ziemia. Program IGBP obejmuje kompleksowe badania stanu atmosfery,

powierzchni Ziemi, powierzchni mórz i oceanów, lodowców, stanu biologicznego, zasobów naturalnych, badania promieniowania dochodzącego ze Słońca i kosmosu, i promieniowania wychodzącego z Ziemi (w tym odbitego przez atmosferę).

Celem programu jest możliwie dokładne określenie historii zmian zachodzących na Ziemi w dużej skali czasowej i opracowanie scenariusza dalszej ewolucji ekosystemu planety z uwzględnieniem wpływu człowieka na ten ekosystem (stąd pierwotna nazwa programu - *Global Change*).

Program satelitarny - *Misja do Planety Ziemia* jest obliczony na 25 lat. Za datę rozpoczęcia realizacji programu można przyjąć 1991 r., kiedy to w ramach tego programu wystrzelono dwa duże satelity obserwacyjne (UARS - przez NASA i ERS-1 przez ESA), ponadto zostaną również wykorzystane dane z wcześniej działających satelitów. W 1992 r. następne satelity umieszczono na orbitach, między innymi satelitę amerykańskiego TOPEX/POSEIDON przeznaczonego do badania mórz i oceanów oraz europejsko-japońskiego satelitę JERS-1. W tym samym roku Stany Zjednoczone wystrzeliły 10 rakiet sondujących atmosferę do wysokości 600 km. Same tylko Stany Zjednoczone planują wysłanie 18 satelitów w czasie trwania programu. Program ma charakter otwarty dla wszystkich krajów chcących wziąć w nim udział, możliwe jest również rozszerzenie czy modyfikacja planowanych badań.

Istnieje szereg innych programów o charakterze globalnym korzystających z pracy tych samych satelitów. Są to programy Global Climate Observing System, Global Ocean Observing System i Global Terrestrial Observing System. Międzynarodowy Komitet ds. Satelitów Obserwujących Ziemię (CEOS) zainicjował dyskusję nad opracowaniem całościowej strategii globalnej obserwacji Ziemi (Integrated Global Observing Strategy).

W Polsce prace nad interpretacją zdjęć lotniczych zapoczątkowano około 40 lat temu. Początkowo tematyka ta była rozwijana na wydziałach geografii w kilku uniwersytetach. Obecnie jest to dziedzina uprawiana zarówno na wyższych uczelniach, jak i w instytutach badawczych. W Instytucie Geodezji i Kartografii działa od 1976 r. Ośrodek Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych (OPOLIS), który jest krajowym centrum teledetekcji. Ośrodek opracowuje dane pochodzące z wielu satelitów, zarówno wschodnich jak i zachodnich, szeroko współpracuje z wieloma ośrodkami zagranicznymi. Jednym z opracowań OPOLIS są mapy dotyczące zakresu i szkód spowodowanych przez powódź w 1997 r. Wiele opracowań dotyczy ważnych gospodarczo tematów, jak np. stanu lasów, pokrycia terenów zielonych i stanu zasiewów, skażenia środowiska - szczególnie

w rejonie tzw. czarnego trójkąta w okolicach Turosszowa, itp. Ośrodek jest znany w Europie i jego opracowania budzą większe zainteresowanie za granicą niż w kraju.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej działa w światowym systemie tego typu instytutów, otrzymując i dostarczając do sieci dane meteorologiczne. Korzystając między innymi z danych satelitarnych, Instytut opracowuje własne prognozy pogody i prowadzi prace dotyczące meteorologii i gospodarki wodnej.

3.3. Geodezja satelitarna i nawigacyjna

Specjalne sieci satelitarne pozwalają na precyzyjne określenie trójwymiarowych współrzędnych stałych i poruszających się obiektów na Ziemi, szybkości ruchomych odbiorców i czasu. Dane te są szeroko wykorzystywane w geodezji, geografii, nawigacji naziemnej, lotniczej, morskiej i satelitarnej, w synchronizacji i pomiarach czasu.

Obecnie funkcjonują dwa systemy nawigacji satelitarnej, oba zainstalowane dla potrzeb militarnych, a potem udostępnione bezpłatnie dla użytkowników cywilnych. W 1993 r. skompletowano amerykański system GPS (Global Positioning System). Rosyjski system GLONASS dysponuje 13 satelitami i nie jest jeszcze ukończony.

Globalny system nawigacyjny (GPS) składa się z trzech zasadniczych komponentów: zespołu satelitarnego, zespołu nadzoru oraz zespołu wyposażenia indywidualnego użytkowników.

Zespół satelitarny obejmuje 24 satelity (21 czynnych i 3 rezerwowe), umieszczone na kołowych orbitach o wysokości 20183 km nad powierzchnią ziemi, nachylonych pod kątem 63° do płaszczyzny równika. Satelity rozmieszczone są na sześciu orbitach kołowych, po cztery na każdej. Czas obiegu orbity wynosi około 12 godzin. Obserwator na Ziemi zaobserwuje tę samą konstelację satelitów codziennie, o prawie tej samej porze. Każdego dnia konstelacja powtarza się o cztery minuty wcześniej z powodu różnicy pomiędzy okresem obiegu satelitów a długością doby słonecznej. Satelity umieszczone są tak, że co najmniej 5 będzie widocznych z każdego punktu Ziemi z prawdopodobieństwem 0,9996. Taka konfiguracja umożliwia, z małymi wyjątkami, wyznaczenie pozycji dowolnego miejsca na powierzchni Ziemi w dowolnym momencie doby. Na nielicznych i niewielkich obszarach wyznaczenie pozycji trójwymiarowej jest niemożliwe w okresie nie dłuższym niż około 20 minut w ciągu doby.

Zespół nadzoru składa się z Głównej Stacji Nadzoru (MCS³³) w Bazie Sił Powietrznych Falcon w Colorado Springs i stacji monitorujących na Hawajach, w Kwajalein, Diego Garcia i Ascension. Wszystkie stacje monitorujące wyposażone są w anteny do łączności dwustronnej z satelitami. Stacje monitorujące biernie śledzą wszystkie widoczne satelity. Dane ze stacji monitorujących przesyłane są do MCS, gdzie wyznaczane są efemerydy satelitów i parametry ich zegarów. MCS okresowo przesyła satelitom efemerydy i poprawki zegara w celu ich retransmisji w depeszy nawigacyjnej.

Zespół użytkowników składa się z różnorodnych wojskowych i cywilnych³⁴ odbiorników GPS zaprojektowanych w taki sposób, aby była możliwość odbierania, dekodowania i przetwarzania sygnałów GPS. Są to odbiorniki samodzielnie funkcjonujące lub wbudowane w inne systemy. Zastosowania obejmują nawigację (powietrzną, morską, lądową), wyznaczanie pozycji, transfer czasu, pomiary geodezyjne i wiele innych. Ze względu na wielorakie zastosowania odbiorniki różnią się funkcjami i konstrukcją. Struktura sygnału satelitarnego umożliwia odbiornikowi wyznaczenie czasu jaki upłynął od momentu wysłania do momentu odbioru i określenie w ten sposób odległości pomiędzy użytkownikiem a satelitą. Dane nawigacyjne służą odbiornikowi do określenia położenia satelity w momencie nadawania sygnału. Odległości do satelitów i ich współrzędne są wystarczającymi danymi do wyznaczenia położenia odbiornika. Dla trójwymiarowego określenia położenia odbiornika potrzebne są dane z czterech satelitów, ponieważ oprócz trzech współrzędnych wyznaczyć należy również poprawkę zegara odbiornika.

Burzliwy rozwój techniki GPS stał się możliwy dzięki rozwojowi mikroelektroniki i elektronicznej techniki obliczeniowej. Na początku lat osiemdziesiątych, urządzenia odbiorcze systemu ważyły kilkanaście kilogramów, zajmowały objętość rzędu kilkuset litrów. Przełom nastąpił w momencie, gdy postęp w wytwarzaniu układów scalonych umożliwił wykorzystanie cyfrowych technik przetwarzania sygnału. We współczesnych odbiornikach układy analogowe wykorzystywane są jedynie w celu wzmocnienia sygnału. Na potrzeby cyfrowego przetwarzania sygnału wykorzystuje się specjalizowane mikroukłady próbujące sygnał z częstotliwością do kilkudziesięciu MHz. Pracę tych mikroukładów nadzorują procesory o bardzo dużej szybkości przetwarzania danych. Regułą jest implementowanie w odbiornikach GPS oprogramowania wielozadaniowego pracującego w czasie rzeczywistym. Przełączanie zadań odbywa się z częstotliwością

³³ MCS – *ang.* Master Control Station

³⁴ Decyzją Kongresu Stanów Zjednoczonych, GPS NAVSTAR został dopuszczony do powszechnego użytku w zastosowaniach cywilnych bez potrzeby uzyskiwania indywidualnych zezwoleń i wnoszenia opłat związanych z korzystaniem z systemu.

rzędu 1 kHz. Współczesne najmniejsze i najprostsze odbiorniki, przeznaczone dla potrzeb nawigacyjnych ważą nie więcej niż kilkaset gram i mogą być trzymane w dłoni.

Nastąpił zatem gwałtowny rozwój urządzeń współpracujących z systemem GPS NAVSTAR. Najtańsze urządzenia współpracujące z systemem, które wykorzystywane są w nawigacji kosztują zaledwie kilkaset dolarów. Natomiast urządzenia przeznaczone dla pomiarów geodezyjnych należą do najdroższych, a ich ceny sięgają kilkudziesięciu tysięcy dolarów. Oprócz samodzielnych urządzeń producenci oferują również karty (np. IBM PC lub PCMCIA), przeznaczone do integracji z komputerem³⁵.

Sygnal z satelity GPS NAVSTAR dostarczany jest do potencjalnego użytkownika na określonych częstotliwościach nośnych, które są odpowiednio modulowane. Stąd też ciąg transmitowanych jedynek i zer jest poddawany modulacji: amplitudowej, częstotliwościowej i fazowej.

Obydwie częstotliwości nośne L_1 i L_2 są modulowane kodami (sygnałami kodowymi) C/A³⁶ oraz P/Y³⁷. Przy czym kod C/A jest pseudoprzypadkowym, indywidualnym dla każdego satelity szumem o bardzo krótkim czasie powtarzania, równym 1 milisekundzie. Jest wytwarzany za pomocą modulatora częstotliwości $f_0/10$, czyli 1,023 MHz. Takiej modulacji, zwanej kluczowaniem przebiegu fazy, podlegają:

- częstotliwości L_1 i L_2 – kodem P/Y;
- częstotliwości L_1 , której faza została wcześniej przesunięta o 90 stopni – kodem C/A.

W efekcie końcowym, satelita nadaje sumę trzech składników:

- częstotliwości L_1 modulowanej kodem P/Y;
- częstotliwości L_1 , z fazą przesuniętą o 90 stopni, a modulowanej kodem C/A;
- częstotliwości L_2 , modulowanej kodem P.

Satelita ma możliwość zmiany (przełączenia) modulacji fali L_2 na kod C/A. Natomiast kod P/Y jest również pseudoprzypadkowym szumem, indywidualnym dla każdego satelity, przy czym jest on wytwarzany za pomocą modulacji fali $f_0 = 10,23$ MHz i ma bardzo długi okres, równy w przybliżeniu 266,4 dnia lub trzydziestu jednostkom tygodniowym, które rozpoczynają się o północy z piątku na sobotę czasu UTC. Ponadto kod P/Y składa się z około 6,2 trylionów bitów, a każdy z satelitów transmituje tygodniowy fragment całego okresu kodu P/Y.

³⁵ Frączyk P., Modliński G.: „Opis systemu GPS”, NAVI, 1996

³⁶ C/A – ang. Coar – Clear/Aquisition

³⁷ P/Y – ang. Precise – Protected

Sygnały modulowane kodem P mają szerokość 20,46 MHz i są emitowane na częstotliwościach L_1 i L_2 , natomiast sygnały modulowane kodem C/A mają szerokość 2,046 MHz i są emitowane na częstotliwości L_1 , której faza jest przesunięta o 90 stopni.

Taki wybór spektrum częstotliwościowego satelitarnego systemu GPS NAVSTAR został podyktowany koniecznością zapewnienia wysokiej odporności na zarówno zakłócenia niezamierzone (interferencyjne), jak i zamierzone (celowe). Należy zwrócić uwagę na znamienny fakt, że sygnał satelitarny tworzony za pomocą kodu P jest o 10 dBW mocniejszy, niż sygnał tworzony za pomocą kodu C/A. Stąd też sygnał satelitów GPS NAVSTAR jest bardzo niskiej mocy i może być aktualnie niższy, niż sygnał pochodzący od powierzchni naszej planety.

Jest wiadomym, że kod typu C/A jest udostępniony wszystkim użytkownikom, ponieważ trwa tak krótko, że odbiornik pokładowy może w minimalnym czasie wytworzyć jego replikę. Ten kod używany jest w wersji standardowej na potrzeby cywilne i niestety jest stosunkowo mało dokładny. Natomiast do wykonywania określonych zadań bojowych służy kod P/Y, używany jedynie w odbiornikach przeznaczonych na potrzeby militarne.

System GPS jest ciągle modernizowany i udoskonalany, kolejne udoskonalenia stosowane w odbiornikach wojskowych są udostępniane służbom cywilnym.

Przy wykorzystaniu sygnału z naziemnej stacji o znanych współrzędnych, błąd określenia pozycji może wynosić poniżej 1 cm. Najmniejszy ostatnio skonstruowany odbiornik sygnałów GPS, na którym odczytuje się współrzędne, ma wymiary 10x7,5 cm, waży 110 g i kosztuje niewiele ponad 100 USD. Wprowadzenie systemu GPS zmienia zasadniczo sposób wykonywania typowych pomiarów geodezyjnych, a dokładność odczytów pozwala na precyzyjne śledzenie ruchów kontynentów, zmian rzeźby skorupy ziemskiej, stanu lodowców, itp.

Od 1993 r. do 1996 r. rynek na urządzenia GPS zwiększył się z 500 mln USD do 2 mld USD. Oczekiwany wzrost zapotrzebowania określa się sumę 6 do 8 mld USD w 2000 r.

Stany Zjednoczone, Japonia i państwa europejskie planują uruchomienie dodatkowego systemu wykorzystującego satelity geostacjonarne, do zwiększania dokładności pomiarów i kontroli systemu GPS. Niezależnie, Europa planuje zainstalowanie nowego systemu GNSS-2 (Global Navigation Satellite System).

Polskie instytuty i placówki uczelniane od szeregu lat aktywnie korzystają z sieci GPS, współpracując z wieloma organizacjami i krajami, głównie europejskimi. Dziesięć polskich stacji obserwacyjnych ma status EUVN (European Vertical Reference Network),

czyli europejskich punktów referencyjnych. Na podstawie danych GPS opracowano nową geodezyjną sieć Polski, będącą częścią sieci Europy.

Badania procesów geodynamicznych obejmują zarówno teren Polski, Europy, jak i globalne problemy Ziemi, jak np. zmiany w ruchu obrotowym Ziemi, ruch biegunów, poziom wód w morzach i oceanach itp.

Użyteczność systemu GPS jest oczywista dla polskich placówek badawczych i uczelnianych, które potrafią z niego korzystać. Mimo wysiłków oraz propozycji pomocy i współpracy inne polskie organizacje, teoretycznie zainteresowane określeniem miejsca pobytu czy trasy przejazdu pojazdów (np. tranzytowe TIR-y, pojazdy ze specjalnym ładunkiem itp.), nie poczyniły żadnych konkretnych starań w celu wykorzystania tego systemu do własnych potrzeb.

3.4. Badania Słońca i układu planetarnego

Kolejnym rodzajem działalności kosmicznej są badania Słońca i naszego układu planetarnego. W chwili obecnej są to tylko programy badawcze, ale już obecnie zwraca się uwagę na różnorakie korzyści wynikające z eksploatacji Księżyca czy Marsa.

Wyniki dotychczasowych badań wprowadziły wiele korekt do obrazu naszego układu planetarnego, jaki istniał przed rozpoczęciem działalności kosmicznej. Dzięki satelitom odkryto 23 nowe naturalne satelity planet układu słonecznego. Wiele faktów dotyczących zarówno planet, jak i ich naturalnych satelitów nie mieści się w ramach naszych wyobrażeń o układzie planetarnym, jego genezie i ewolucji. Można zaryzykować twierdzenie, że jedna tylko misja amerykańskiego Voyagera (1977 r.), do granic układu słonecznego, dostarczyła więcej informacji o planetach i ich satelitach niż trwające tysiące lat obserwacje astronomów prowadzone z Ziemi.

Oprócz powszechnie znanego programu Apollo, wykonano szereg lotów, część z nich z lądowaniem, na najbliższej położonych od Ziemi planetach, Marsie i Wenus. W obecnej chwili trwa, rozpoczęta w 1990 r., misja – Ulisses, opracowana przez Europejską Agencję Kosmiczną. Głównym celem programu było okrążenie Słońca po orbicie biegunowej. Tym samym po raz pierwszy zostały dostarczone dane o strukturze korony Słońca w okolicy jego biegunów, dane o polu magnetycznym Słońca, strukturze promieniowania słonecznego i kosmicznego w tych rejonach oraz szereg innych informacji.

Największym programem, którego realizacja już się rozpoczęła, jest program lądowania człowieka na Marsie. We wrześniu 1992 r. amerykański *Mars Observer*

zapoczątkował realizację tego programu. Lądowanie ludzi na Marsie planuje się na rok 2015 r. Przygotowania do realizacji tego programu trwają od wielu lat, oba projekty - rosyjski i amerykański, realizowane są we współpracy z innymi krajami. Program marsjański ulega ciągłym zmianom. Jedną z wersji tego programu przewiduje ścisłą współpracę USA z Rosją oraz wykorzystanie rosyjskiej rakiety Energia - najpotężniejszej obecnie rakiety nośnej, która może wynieść na niską orbitę ładunek o wadze 100 ton.

Innym ważnym programem, którego realizacja rozpocznie się w końcu dekady, jest program założenia stałej bazy na Księżycu. Oprócz Stanów Zjednoczonych własny, podobny program lądowania na Księżycu ma Japonia, która niezależnie od szerokiej współpracy międzynarodowej intensywnie rozwija narodowy program kosmiczny. Realizacja programu księżycowego rozpocznie nowy etap w historii działalności kosmicznej. Po raz pierwszy zostanie założona stała stacja badawcza poza Ziemią, człowiek będzie żył i pracował na innym niż Ziemia naturalnym obiekcie kosmicznym. Trwają intensywne prace nad budową największej sztucznej stacji kosmicznej *Alfa*. Realizacja tego programu rozpoczęła się w 1998 r. Będzie to obiekt przeznaczony zarówno do badań Ziemi, jak również układu planetarnego i wszechświata, ze stałą załogą zmieniającą co jakiś czas. Całkowity koszt stacji Alfa szacuje się na około 80 mld USD. Stany Zjednoczone zatwierdziły dotychczas koszty do 17,2 mld USD. W 1997 r. rozpoczęła się misja CASSINI do Saturna i Tytana - jednego z 17 satelitów planety. Sonda dotrze do Saturna w 2004 r.

Słońce jest głównym źródłem energii dla Ziemi. Nawet niewielkie różnice w średniorocznym dopływie energii ze Słońca, na poziomie 1%, mogą spowodować katastrofalne zmiany klimatyczne na Ziemi. W zasadzie wszystkie badania dotyczące przestrzeni międzyplanetarnej - magnetosfery i jonosfery Ziemi i Słońca, heliosfery i wiatru słonecznego związane są z zachowaniem się Słońca. Dodatkowo szereg programów dotyczy bezpośrednio fotosfery, chromosfery i korony słonecznej. Szereg sond kosmicznych jest ukierunkowanych na badanie Słońca, dynamiki chromosfery i korony słonecznej, rozkładu temperatur, pól magnetycznych, wybuchów i plam. Słońce jest układem dynamicznym. Skale czasowe dla różnych zjawisk rozciągają się od kilku sekund do wielu dziesiątków lat. Dokładna znajomość tych procesów ma zasadnicze znaczenie dla dalszego istnienia życia na Ziemi.

Wymienione tutaj przedsięwzięcia nie wyczerpują całości programu badań układu słonecznego. Wiele satelitów krążących wokół Ziemi również dostarcza informacji o innych planetach, wietrze słonecznym, plazmie kosmicznej i innych obiektach naszego

układu planetarnego. Te informacje uzupełniają, jak również stymulują dalsze programy i misje międzyplanetarne.

Polska od wielu lat uczestniczy w badaniach satelitarnych przestrzeni międzyplanetarnej i układu słonecznego. Są to prace doświadczalne, budowa aparatury satelitarnej i prace teoretyczne. Głównym ośrodkiem tych badań jest Centrum Badań Kosmicznych PAN. Dzięki szerokiej współpracy międzynarodowej i wysokim kwalifikacjom uczonych i inżynierów polska aparatura została zainstalowana na wielu ważnych sondach kosmicznych jak np. VEGA, CASSINI, INTERBALL, a również na niektórych sondach marsjańskich.

3.5. Badania wszechświata

Kolejnym nurtem działalności kosmicznej są badania wszechświata, obiektów położonych poza układem słonecznym aż do granic możliwości obserwacyjnych. Prawie wszystkie informacje o wszechświecie pochodzą z analizy promieniowania, które dociera na Ziemię. Oprócz promieniowania korpuskularnego, którego analiza jest bardzo trudna ze względu na jego oddziaływanie z wiatrem słonecznym, polami magnetycznymi i elektrycznymi, na Ziemię dociera promieniowanie elektromagnetyczne w stosunkowo nieskażonej postaci i ono też jest głównym źródłem wiedzy o wszechświecie. Zakres widmowy tego promieniowania jest bardzo szeroki, i obejmuje około 18 rzędów wielkości długości fal (lub częstotliwości); od fal bardzo krótkich promieniowania gamma do fal długich o częstotliwościach radiowych. Atmosfera Ziemi jest przezroczysta tylko dla stosunkowo niewielkiego zakresu promieniowania elektromagnetycznego dochodzącego z kosmosu, stąd potrzeba budowy orbitalnych teleskopów i analizatorów promieniowania.

Stany Zjednoczone docelowo planują budowę czterech satelitarnych automatycznych obserwatoriów astronomicznych, niezależnie od już działających, mniejszych analizatorów promieniowania. Są one przeznaczone do analizy promieniowania gamma, promieniowania X, światła widzialnego oraz bliskiej podczerwieni i nadfioletu, a także promieniowania podczerwonego aż do fal milimetrowych. Dwa z tych laboratoriów satelitarnych już działają. W 1990 r. rozpoczął pracę na orbicie teleskop Hubble'a (NASA), pracujący głównie w obszarze widzialnym, a w 1991 r. na orbicie umieszczono analizator promieniowania gamma (NASA), tzw. GRO lub Compton Gamma Ray Observatory. Analizator promieniowania X planuje się zainstalować w końcu dekady, a spektrometr podczerwieni po 2000 r. Z mniejszych działających obecnie analizatorów promieniowania można wymienić COBE (Cosmic

Background Explorer). Rezultaty badań anizotropii promieniowania resztkowego w obszarze mikrofalowym dostarczone przez tego satelitę pozwoliły na ilościowe oszacowanie energii wyprodukowanej w pierwszych chwilach istnienia wszechświata.

Oba laboratoria, Hubble'a i Comptona, dostarczyły szeregu nowych danych o naszej galaktyce i innych dalekich układach gwiazdnych. Niektóre z tych informacji, jak na przykład bardzo silne i krótkotrwałe rozbłyski promieniowania gamma obserwowane średnio raz na dobę, nie były nigdy wcześniej zauważone, a ich pochodzenie stanowi zagadkę dla astronomów i fizyków.

Inne agencje i organizacje kosmiczne również realizują własne lub wielonarodowe programy badania układu słonecznego i wszechświata.

Jako przykład można wymienić niemiecko - amerykańsko - brytyjską misję ROSAT. Skatalogowano blisko 100 000 źródeł promieniowania X, większość z nich odkryto po raz pierwszy.

Europejska Agencja Kosmiczna realizuje program Horizon 2000, w ramach którego przewiduje się wysłanie kilku analizatorów promieniowania. Jeden z nich ISO (Infrared Space Observatory), najbardziej technicznie zaawansowany program badania wszechświata w obszarze podczerwieni, zakończył już swoją działalność. Praca tych orbitalnych obserwatoriów może w istotny sposób skorygować nasze wyobrażenia o wszechświecie, a nawet spowodować gruntowne przewartościowanie naszej wiedzy na ten temat. Nie byłoby to możliwe bez rozwoju badań kosmicznych i technik satelitarnych.

Przedstawione przykłady działalności kosmicznej nie obejmują wszystkich badań, między innymi badań w zakresie: biologiczno - medycznym, technologii materiałów w warunkach mikrogravitacji, techniki raketowej (w tym planowanych rakiet o napędzie jądrowym i termojądrowym), ochrony środowiska kosmicznego itp. Nie omówiono szeregu innych programów kosmicznych, równie ważnych i angażujących wielu naukowców, techników i znaczne środki finansowe. Pominięto również bardzo istotną sprawę edukacji młodzieży w dziedzinie badań i technik kosmicznych. Tylko w Stanach Zjednoczonych 1200 szkół jest wyposażonych w urządzenia pozwalające samodzielnie odbierać i analizować dane satelitarne (w Wielkiej Brytanii 250 szkół, w Niemczech 150).

Mimo, że obraz działalności kosmicznej przedstawiony w pracy jest tylko fragmentaryczny, nie ulega jednak wątpliwości, że działalność kosmiczna to ogromne, międzynarodowe przedsięwzięcie o nieporównywalnej skali. Kosmos jest wielkim wyzwaniem dla ludzkości, wyzwaniem stymulującym postęp cywilizacyjny, zmieniającym obraz świata i wpływającym na życie i świadomość społeczeństw.

3.4 Udział Polski w badaniach kosmicznych i propozycje programowe

W okresie PRL działania dotyczące kosmosu związane były z programem INTERKOSMOS, który powstał w 1967 r. Program ten, mimo różnych ograniczeń, pozwolił wytworzyć strukturę naukową i techniczną i wykształcić kadre. W zakresie badań polskie zespoły uczestniczyły w kilku misjach kosmicznych na radzieckich obiektach. Na odnotowanie zasługuje wysłany w 1973 r. satelita Kopernik-500 (Interkosmos 9) wg polskiego projektu i z aparaturą w większości wykonaną w Polsce. Ważne wyniki dał udział w misji do komety Halleya (projekt VEGA) w 1984 r. i udział w wyprawie do Fobosa w 1988 r. Szereg projektów dotyczyło badań przestrzeni otaczającej Ziemię i zjawisk tam zachodzących. W sumie do 1999 r. wyniesiono na pokładach rakiet i sond kosmicznych ok. 60 przyrządów polskich do eksperymentów typu fizycznego. Lot kosmiczny M. Hermaszewskiego, mimo propagandowego nadużywania, miał swój interesujący ładunek naukowy. Po raz pierwszy przez polski zespół przeprowadzony został wówczas eksperyment krystalizacji w warunkach mikrogravitacji. W czasie tego lotu dokonano również unikalnych badań medycznych i fizjologicznych, w tym 10 eksperymentów na orbicie.

W ramach dotychczasowego programu kosmicznego nauczono się wykorzystywać dane teledetekcyjne, stosować satelitarne metody telekomunikacji, nawigacji i geodezji. Zorganizowany został ośrodek opracowywania danych dotyczących powierzchni Ziemi i środowiska, i drugi przetwarzający dane dla potrzeb meteorologii. Oba pracują z pożytkiem dla gospodarki i społeczeństwa.

Obok uczestnictwa w programie INTERKOSMOS utrzymywane były różne kontakty na poziomie instytutów z placówkami krajów Europy Zachodniej i USA.

Od strony operacyjnej program był koordynowany przez Centrum Badań Kosmicznych PAN. Długofalową politykę badawczą i wdrożeniową określał Komitet Badań Kosmicznych PAN, który jednocześnie sprawował nadzór nad realizacją programu i reprezentował Polskę w kontaktach zagranicznych w sprawach dotyczących kosmosu.

Choć badania naukowe legitymowały się dobrym poziomem i wynikami, prawie nie było - tak istotnego w programach krajów zachodnich - sprzężenia polskiego programu kosmicznego z postępowaniem technicznym w przemyśle. Do wyjątków można zaliczyć konstrukcję satelitarnego dalmierza laserowego, w której uczestniczyło szereg laboratoriów i zakładów przemysłowych.

Reasumując, dotychczasowa praca stworzyła wartościowe przesłanki do angażowania się Polski w działalność w przestrzeni kosmicznej. Rozproszenie tego potencjału byłoby wielkim błędem. Jednocześnie, oczywista staje się konieczność restrukturyzacji programu, zmiana orientacji tak w sensie tematycznym, jak i politycznym, zbliżenie się do form stosowanych w krajach Europy Zachodniej. Udanym krokiem w tym kierunku było podpisanie w 1994 r. porozumienia o współpracy między rządem RP i Europejską Agencją Kosmiczną. Cztery państwa na świecie posiadają i rozwijają własną technikę kosmiczną: USA, Rosja, Japonia i Chiny. Francja i Indie rozwijają wprawdzie własny potencjał, jednakże będąc ograniczone w zasobach szeroko współpracują z innymi. Niektóre bogatsze kraje trzeciego świata, jak Indonezja, Iran, kraje arabskie, zakupują usługi lub całe systemy satelitarne, natomiast rozwinięte kraje europejskie stosują model polegający na współdziałaniu między sobą i korzystaniu z potencjału zaprzyjaźnionego silnego partnera. Tak więc w Europejskiej Agencji Kosmicznej zjednoczone są: Austria, Belgia, Dania, Finlandia, Francja, Hiszpania, Holandia, Irlandia, Niemcy, Norwegia, Szwajcaria, Szwecja, Wielka Brytania i Włochy.

Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) jest trzecią - obok Wspólnoty Europejskiej i NATO - wielką europejską strukturą organizacyjną

Patrząc z bliska na działalność kosmiczną widzi się ogromną różnorodność celów. W badaniach naukowych przedmiotem mogą być tak odległe od siebie zagadnienia, jak źródła pozagalaktyczne, wnętrze Ziemi i struktura molekularna kryształu. Rozpiętość zastosowań sięga od transmisji igrzysk olimpijskich do sterowania ruchem samochodów w mieście i od prognoz pogody do wykrywania schorzeń liści na drzewach. Elementem wiążącym ze sobą tak różne sprawy jest struktura organizacyjna i techniczna, której podstawą jest system wynoszenia obiektów na orbitę. Dla państwa takiego jak Polska oznacza to konieczność współpracy z partnerami zewnętrznymi. Dzięki współpracy, najdroższy czynnik - wynoszenia na orbitę - rozkłada się na wielu partnerów, bardziej obciążając najbogatszych. Aby ta współpraca była możliwa musi istnieć struktura krajowa, która ją organizuje i ułatwia. To pierwszy powód, dla którego kraje rozwinięte powołały krajowe agencje kosmiczne.

Powodem drugim jest racjonalizacja wydatków. Określone elementy infrastruktury, jak laboratoria, ośrodki testowe, stacje naziemne, bazy danych itp., służą różnym celom badawczym i użytkowym. Nie mogą one być stworzone i wykorzystane samodzielnie przez jednostki małe, ale mogą być racjonalnie użytkowane wspólnie. Wymaga to decyzji i inwestycji centralnych.

Jeśli idzie o koszty badań, to eksperymentowanie w kosmosie wcale nie musi być droższe od eksperymentowania na Ziemi, właśnie dzięki współpracy międzynarodowej. Podobna organizacja i rozkład kosztów ma miejsce np. w fizyce, gdzie duże instalacje mają charakter międzynarodowy. Badania kosmiczne podejmowane w Polsce nie są ze swej natury droższe czy tańsze od badań w innych dyscyplinach.

Możliwości badań kosmicznych w Polsce w dużym stopniu określone są potencjałem zespołów naukowych działających w tej tematyce. Drugim ważnym czynnikiem jest możliwość współpracy z partnerem zdolnym realizować projekty orbitalne (ESA, NASA). Biorąc pod uwagę oba te czynniki można zaproponować następujące kierunki badań:

- fizyka kosmiczna (jonosfera, magnetosfera, plazma w przestrzeni międzyplanetarnej),
- astronomia (heliofizyka, planetologia, astrofizyka),
- fizyka materiałowa w warunkach mikrogravitacji,
- geodezja (pole grawitacyjne Ziemi, kinematyka Ziemi, geotektonika),
- oceanografia,
- fizyka atmosfery,
- medycyna lotów kosmicznych (psychofizjologiczne aspekty adaptacji do warunków lotu kosmicznego).

Potrzeby zastosowań w warunkach polskich najmocniej odczuwane są w zakresie teledetekcji, dotyczą one ochrony środowiska, rolnictwa, leśnictwa, gospodarki wodnej, meteorologii, geologii, topografii. Szczególnie sytuacja ekologiczna w Polsce woła o jak najszybsze zastosowanie metod satelitarnych.

Polska już obecnie szeroko korzysta z satelitów telekomunikacyjnych. Blisko 20 kanałów telewizyjnych, część programów radiowych, łączność telefoniczna, Internet - wszystkie te systemy korzystają z technik satelitarnych. Jest to jednak usługa w 100% importowana. Udział Polski w tym wielomiliardowym rynku sprowadza się do płacenia, a nie transferu wiedzy, technologii, tworzenia nowych miejsc pracy, zapewnienia bezpieczeństwa przekazowi informacji, ponieważ operatorzy satelitów (a często również nadawcy) znajdują się poza granicami kraju.

Wieloletnie wysiłki Komitetu Badań Kosmicznych PAN zmierzające do zmiany tej sytuacji, zainstalowania polskiego satelity (bez angażowania pieniędzy budżetowych) i operatora na terytorium kraju nie znalazły jak dotąd zrozumienia w Ministerstwie Łączności i władzach RP.

W nawigacji, geodezji i gospodarce potrzebny jest głównie dostęp do informacji, standardów, łączność z ośrodkami koordynacyjnymi i organizacjami profesjonalnymi.

Dla korzystania z urządzeń satelitarnych nie ma potrzeby budowania całych systemów satelitarnych. Trzeba jednak współpracować z tymi, którzy takie systemy tworzą i wprowadzają do eksploatacji. Należy również wnieść swój udział intelektualny i materialny w budowę takich systemów. Niebezpieczne byłoby przyjmowanie postawy klienta, chcącego tylko za opłatą korzystać z niektórych usług, gdyż wpędza to w zacofanie, a nawet uniemożliwia zdobywanie potrzebnych umiejętności. Ich brak może oznaczać zamknięcie ważnych dróg kontaktu ze współczesną cywilizacją i utratę pozycji partnera, z którym warto się komunikować. Możliwości stymulowania postępu technicznego w Polsce są w chwili obecnej niezbyt wyraźnie rozpoznane. Chodzi głównie o niektóre działy przemysłu lotniczego i elektronicznego, w którym mogą być lokowane kontrakty udzielane w ramach programu.

Dziedziny, w których Polacy mają szansę na sprostanie wymogom narzucanym przez organizacje kosmiczne to technika laserowa, technika mikrofalowa, informatyka pokładowa, technika przekazu danych, konstrukcje mechaniczne, optyka.

Program kosmiczny nie jest receptą na przekształcenie polskiego przemysłu. Powinien on jednak dostarczać impulsów i tworzyć kanał przepływu technologii. Z uwagi na szeroki zakres programu i jego ogólnopaństwowe znaczenie powinien być on finansowany z różnych źródeł, zależnie od stopnia zainteresowania i korzystania z wyników przez różne działy gospodarki narodowej.

Realna jest również możliwość korzystania z pomocy zagranicznej. Na możliwości takie wskazywali zarówno przedstawiciele Europejskiej Agencji Kosmicznej, jak i przedstawiciele NASA w rozmowach z delegacją polskiego przemysłu lotniczego.

Możliwości wykorzystania technik kosmicznych już obecnie są bardzo duże. Systemy multimedialne stwarzają nowe perspektywy dla edukacji, medycyny, zarządzania itp. Teledetekcja jest również wykorzystywana w geologii, poszukiwaniu wody, rybołówstwie itp. Te możliwości będą się szybko zwiększać, wynika to chociażby z planowanych nakładów na działalność kosmiczną do 2005 r. Polska wykorzystuje te możliwości w bardzo ograniczonym zakresie. Wydaje się, że tylko placówki badawcze i kadra naukowa zdają sobie sprawę z możliwości obecnych i przyszłych technik kosmicznych. Czynniki decydujące o rozwoju państwa, organy władzy państwowej posiadają bardzo ograniczoną, a często zdeformowaną wiedzę na ten temat.

Dla zarządzania programem kosmicznym należy utworzyć Polską Agencję Kosmiczną. Forma agencji kosmicznej jest szeroko stosowana w krajach zachodnich, aczkolwiek ich uprawnienia i organizacja są różne.

Należy kontynuować współpracę z Rosją i innymi krajami byłego bloku wschodniego, intensyfikując równocześnie maksymalnie współpracę z Europejską Agencją Kosmiczną. Trzeba jednocześnie dobrze wykorzystać otwierające się możliwości współpracy dwustronnej z USA i Francją.

Komitet Badań Kosmicznych i Satelitarnych Polskiej Akademii Nauk i Prezes PAN przedłożyli szereg propozycji i ekspertyz zwracających uwagę na ważność problemu i pilną potrzebę samookreślenia się Polski wobec możliwości wynikających z wykorzystania przestrzeni kosmicznej. Niestety, wszystkie te starania nie przyniosły żadnych konkretnych rezultatów, nie przyniosły żadnych wiążących decyzji.

4. MILITARYZACJA PRZESTRZENI KOSMICZNEJ

4.1. Polityczno – prawne aspekty militaryzacji przestrzeni kosmicznej

Od najdawniejszych czasów w wykorzystywaniu kosmosu upatrywano wielu korzyści, głównie ekonomicznych. Szukano w nim recepty na zagrażające Ziemi przeludnienie, myślano o stworzeniu na Księżycu więzień i obozów dla nieuleczalnie chorych. Planowano kosmiczne wycieczki turystyczne, przewidywano wydobywanie z wnętrza ciał niebieskich wielu cennych surowców naturalnych. Później sądzono także, że niektóre ciała niebieskie mogłyby stanowić miejsce życia człowieka po wybuchu jądrowym niszczącym Ziemię.

Coraz bardziej wnikliwe poznawanie kosmosu, z natury rzeczy najbliższego, a także wzrost intelektualnych i technicznych możliwości gwarantujących pomyślny rozwój ekspansji kosmicznej, skłoniły do wyodrębnienia różnych aspektów działalności człowieka w przestrzeni kosmicznej, w tym także aspektu militarnego. Doświadczenia współczesnych wojen wskazują bowiem, że obejmują one wszystkie obszary działalności człowieka, a starcia zbrojne prowadzone są we wszystkich dostępnych wymiarach. Opanowanie nowej sfery prowadzenia walki zbrojnej zawsze miało ogromny wpływ na przebieg i charakter całości działań wojennych³⁸.

Specyficzne cechy przestrzeni kosmicznej zapowiadały przewyższenie możliwości, jakie dało opanowanie oceanów i przestrzeni powietrznej. Nic więc dziwnego, że bliska perspektywa zdobycia kosmosu wyzwoliła dążenia do przekształcenia go, na wzór lądu, otwartych mórz i przestrzeni powietrznej, w kolejną sferę walki zbrojnej.

Jednoznaczne określenie początków militarnego zainteresowania kosmosem jest niezwykle trudne, stanowiło ono bowiem implikację kilku czynników. Oprócz naturalnego zainteresowania człowieka swoim otoczeniem, a następnie stworzeniem teoretycznych podstaw eksploracji kosmosu, wielkie znaczenie dla powstania założeń militaryzacji przestrzeni kosmicznej miały dwa inne czynniki: postęp techniczny, a szczególnie rozwój nowoczesnej techniki raketowej i kosmicznej oraz polityczno-militarna sytuacja na świecie po II wojnie światowej.

³⁸ Użycie nawodnej i podwodnej floty, w tym okrętów z napędem atomowym, przekształciło oceany w arenę decydujących starć morskich. Umożliwiło także przewóz wielkich zgrupowań wojsk i wysadzanie desantów morskich, powodując, że walka zbrojna nabrała charakteru globalnego. Podczas II wojny światowej zgrupowania lotnicze wraz z wojskami lądowymi i siłami floty wykonywały zmasowane uderzenia od czoła i na głębokie tyły przeciwnika niszcząc jego potencjał wojenno-ekonomiczny. Walka zbrojna objęła znacznie większy obszar, a wywalczenie i utrzymanie przewagi w powietrzu stało się zadaniem o znaczeniu strategicznym.

Historia rakiet jest bardzo długa. Pierwsze wzmianki o nich pochodzą z początku XIII wieku³⁹, ale przypuszcza się, że stosowane były w Chinach już trzy tysiące lat przed naszą erą. Zarówno wtedy, jak i jeszcze wiele lat później, przeznaczone były one wyłącznie do celów wojennych. Wykorzystywane były bardzo intensywnie aż do końca piętnastego wieku, kiedy to zaczęły je stopniowo wypierać działa, mające większą siłę niszczącą i celność.

Po prawie trzech wiekach ponownie zainteresowano się bronią raketową⁴⁰. Zainicjowane w 1801 roku przez Williama Congreve'a intensywne badania i doświadczenia doprowadziły do skonstruowania rakiet o zasięgu ok. 2 km. Wykorzystano je po raz pierwszy w latach 1803 – 1806 przeciw wojskom napoleońskim w bitwach morskich pod Boulogne, ale największy sukces odniosły one podczas oblężenia Kopenhagi w 1807 roku, kiedy z angielskich okrętów odpalono prawie 23 tys. rakiet niszcząc nimi większą część miasta.

Podobne badania, prowadzone niezależnie w Rosji przez A.D. Zaszadko, doprowadziły do wyprodukowania i wprowadzenia do armii pierwszych rosyjskich rakiet bojowych⁴¹.

W następnych latach konstrukcja rakiety ulegała wielu zmianom i ulepszeniom, zwiększającym zasięg i celność ognia. Okazało się to jednak niewystarczające w rywalizacji z ówczesną artylerią i w związku z tym w końcu XIX stulecia rozwiązano prawie wszystkie oddziały raketowe w armiach europejskich. Nie zaprzestano natomiast badań w zakresie wykorzystania techniki raketowej do celów wojennych. W pierwszych latach XX wieku szwedzki wynalazca Unge skonstruował raketę napędzaną czarnym prochem strzelniczym⁴². Nie weszła ona jednak do produkcji, a prace nad nią zostały wstrzymane. W roku 1910 powrócono do badań nad tą konstrukcją w niemieckich zakładach Kruppa, ale i tam nie uzyskano znaczących wyników i po dwóch latach prace przerwano. Do końca I wojny światowej nie udało się stworzyć żadnej znaczącej konstrukcji. Podczas wojny rakiety wykorzystywane były głównie we Francji i Rosji, przede wszystkim do niszczenia sterowców i balonów na uwięzi, ale także do celów oświetleniowych i sygnalizacyjnych.

³⁹ Znaleźć je można m.in. w opisie oblężenia Pekinu przez Mongołów w 1232 roku, w pracy angielskiego uczonego Rogera Bacona z 1249 roku i księdze *De Mirabilis Mundi*, napisanej w 1269 roku przez Alberta Wielkiego.

⁴⁰ Przyczyniły się do tego sukcesy odniesione przez hinduskie wojska raketowe w trakcie angielskiej kampanii wojskowej w Indiach w końcu XVIII wieku.

⁴¹ Użyto ich po raz pierwszy w wojnie rosyjsko – tureckiej w latach 1828 – 29.

⁴² Rakietą tą przenosiła z prędkością 300 m/s dwukilogramowy ładunek wybuchowy na odległość 5 km.

W okresie międzywojennym najbardziej intensywne prace nad rozwojem uzbrojenia raketowego prowadzili Niemcy⁴³. W 1933 roku w Rummersdorf pod Berlinem zbudowano pod kierunkiem Wehrnera von Brauna i Waltera Dornbergera pierwszą rakietę typu A – 1. Trzy lata później, w nowo utworzonej bazie raketowej w Peenemünde, powstała kolejna rakietka A – 3, a następnie jej zmodernizowana wersja A – 5. Równolegle prowadzono prace nad znacznie większą konstrukcją. Wybuch wojny spowodował przyspieszenie ostatecznych badań i w efekcie od 1942 roku rozpoczęto seryjną produkcję rakiety A – 4, powszechnie znanej jako V – 2⁴⁴. Rakietki tego typu - zarówno dla Amerykanów, jak i Rosjan - stanowiły podstawową techniczną bazę wyjściową do opracowywania po wojnie własnych, nowocześniejszych konstrukcji⁴⁵.

Zaawansowane prace w zakresie broni raketowej prowadzili także w tym czasie Brytyjczycy⁴⁶. Oni też, jako pierwsi w II wojnie światowej, użyli środków raketowych do obrony przeciwlotniczej.

W byłym Związku Radzieckim zorganizowane badania dotyczące wykorzystania techniki raketowej do celów wojskowych prowadzone były od roku 1931. Utworzono wówczas tzw. Grupę Badań nad Ruchem Odrzutowym⁴⁷, która w następnych latach skonstruowała pierwszą serię radzieckich raket, osiągających rekordowy w tym czasie pułap 1500 metrów. Należy jednak zauważyć, że już w czasie wojny Rosjanie dysponowali pierwszymi rodzajami środków raketowych. Skonstruowane w 1920 roku, słynne radzieckie „katusze”, były pierwszymi egzemplarzami artylerii raketowej.

⁴³ Wynikało to z faktu, że postanowienia Traktatu Wersalskiego zakazujące Niemcom zbrojeń, nie objęły broni raketowej.

⁴⁴ Rakietka ta, ze względu na swoje możliwości techniczne, uważana jest za załazek współczesnych raket balistycznych.

⁴⁵ W maju 1945 roku Amerykanie przeprowadzili operację nazwaną *Paperclip*, w wyniku której prawie 150 niemieckich naukowców i pracowników zajmujących się techniką raketową, w tym Wernher von Braun i gen. mjr Walter Dornberger, a także obszerna dokumentacja i ponad 100 kompletnie zmontowanych raket, przetrzuconych zostało do White Sands w amerykańskim stanie Nowy Meksyk. Ponieważ podobne operacje przeprowadzili także Rosjanie, w posiadaniu obu mocarstw znalazły się plany konstrukcyjne rakiety A-4 s i inne niemieckie projekty dotyczące techniki raketowej.

⁴⁶ Prace prowadzone były od 1934 roku, a do wybuchu wojny zrealizowano już ponad 2500 próbnich lotów raket na obszarze Jamajki.

⁴⁷ Finansowana przez władze wojskowe *GIRD* (*Grupa Izuczenija Reaktiwnego Dwiżenija*) działała w trzech zespołach znajdujących się w Moskwie (*MosGird*), Leningradzie (*LenGird*) i Charkowie. Zajmowała się problemami zastosowania techniki raketowej w artylerii, silnikach lotniczych i torpedach. Jej kierownikiem był uczeń Ciołkowskiego, Siergiej Pawłowicz Korolow (1907 – 1966), późniejszy główny konstruktor radzieckich sputników i statków kosmicznych serii *Wostok* i *Woschod*.

W pierwszych latach XX wieku naukowcy zainteresowali się możliwością użycia rakiet do przenoszenia ludzi i ładunków na dotychczas nie osiągalne wysokości. Pojawiły się prace wielu uczonych zajmujących się problematyką lotów kosmicznych. Trzej uczeni, uważani za ojców nowoczesnej astronautyki, Rosjanin Konstantin E. Ciołkowski (1857-1935), Amerykanin Robert Goddard (1882-1945) i Niemiec Herman Oberth (1894 – 1989), niezależnie od siebie opisali wiele zagadnień dotyczących teorii budowy wielostopniowych rakiet kosmicznych i lotów międzyplanetarnych⁴⁸. Dokonywano także licznych eksperymentów. Podstawowym celem tych prac było umożliwienie badania, niedostępnych wówczas, górnych warstw atmosfery, myślano jednak także o stworzeniu warunków do lotów człowieka na inne ciała niebieskie⁴⁹. Najbardziej wymownym przykładem wzrastającego zainteresowania tą tematyką było powstawanie licznych towarzystw, popularyzujących idee lotów międzyplanetarnych⁵⁰.

Możliwości transportowe pierwszej, dużej rakiety A - 4, zachęciły uczonych do rozpoczęcia prac przygotowawczych do wykorzystania rakiet w celu badania górnej atmosfery. Było to istotne, bowiem jeszcze do połowy lat 40-tych nie znano prawie wcale warunków panujących na wysokościach powyżej kilkunastu kilometrów⁵¹.

Badania takie rozpoczęto po obu stronach Atlantyku w połowie lat 40 - tych. Za pomocą odpowiednich przyrządów, umieszczonych w specjalnej komorze rakiety, określano skład i właściwości atmosfery na różnych wysokościach, mierzono temperaturę, wilgotność i ciśnienie, wykrywano obecność różnego rodzaju promieniowania.

W USA wykorzystywano do tego celu początkowo własne rakiety typu *BABY-WAC* i *WAC-CORPORAL*, a później dwustopniową rakietę *BUMPER-WAC*⁵².

⁴⁸ K.Ciołkowski uważany jest za twórcę teoretycznych podstaw lotów kosmicznych, R. Goddard jest najgłośniejszym eksperymentatorem tamtego okresu, H. Oberth rozwijał natomiast koncepcje podróży międzyplanetarnych.

⁴⁹ Koncepcja kosmicznych lotów bezzałogowych pojawiła się później, gdy poprzez rozwój elektroniki i jej zastosowanie w teledetekcji, możliwe stało się przekazywanie danych z obiektu znajdującego się w przestrzeni kosmicznej na Ziemię.

⁵⁰ M.in. w 1924 roku powstała przy radzieckiej Wojskowej Akademii Lotniczej *Sekcja Komunikacji Międzyplanetarnej*, w 1927 roku we Wrocławiu utworzono *Niemieckie Towarzystwo Techniki Raketowej i Podróży Kosmicznych*, a w 1930 roku powstała najpotężniejsza organizacja tego typu – *Amerykańskie Towarzystwo Raketowe*.

⁵¹ Właściwości atmosfery można było wówczas badać jedynie przy pomocy balonów, które mogły wynieść odpowiednią aparaturę badawczą na wysokość maksymalnie ok. 20 km.

⁵² Rakiety *BABY-WAC* używane były od lipca 1945 roku, a *WAC-CORPORAL* od początku 1946 roku. Rakietą *BUMPER-WAC*, której pierwszy stopień stanowiła niemiecka konstrukcja *A-4*, po raz pierwszy odpalona została w lutym 1949 roku. Osiągnęła ona rekordową wówczas wysokość 403 km.

W latach 1945 -1957 atmosferę badano także za pomocą zbudowanych specjalnie do tego celu rakiet *Viking* i *Aerobee*⁵³.

Rosjanie raketowe badania atmosfery zainicjowali w maju 1949 roku, wynosząc na wysokość ok. 110 km aparaturę o ciężarze nieco ponad 120 kg. O celu, zakresie i efektach badań prowadzonych w Związku Radzieckim w następnych latach brak jest informacji. Wiadomo jedynie, że w maju 1957 roku wyniesiono na wysokość przekraczającą 200 km aparaturę ważącą prawie 2,5 tony.

W latach 1945 - 1957 amerykańskie i radzieckie rakiety badawcze zdolne były osiągnąć wysokości dochodzące do kilkuset kilometrów. Dostarczyły one danych o obszarach leżących na granicy atmosfery. Jednak ze względu na zbyt krótki czas przejścia rakiety przez górną atmosferę, pełne poznanie zjawisk zachodzących w jej warstwach było niemożliwe. Pojawiła się więc koncepcja zbudowania aparatu, który – w przeciwieństwie do rakiety - nie opadłby po krótkim czasie na Ziemię, lecz pokonując siłę grawitacji krążyłby wokół niej.

Pierwsze realne projekty umieszczenia na orbicie okołozemskiej sztucznych satelitów pojawiły się na początku lat 50-tych⁵⁴. Przewidywały one wykorzystanie rakiet wielostopniowych, umożliwiających osiągnięcie wymaganych prędkości lotu. Wiedzano bowiem doskonale, że do wyniesienia obiektów kosmicznych na orbitę wokół Ziemi niezbędna jest rakietą mogąca osiągnąć tzw. pierwszą prędkość kosmiczną⁵⁵.

Już we wrześniu 1951 roku na II Międzynarodowym Kongresie Astronautycznym w Londynie przedstawiono kilka projektów sztucznych satelitów Ziemi. W następnych latach pojawiały się kolejne projekty. Największe zainteresowanie zyskał projekt *MOUSE* (*Minimum Orbital Unmanned Sattelite of Earth*), przedstawiony w 1957 roku na Międzynarodowym Kongresie Astronautycznym w Zurychu przez Amerykanina

⁵³ *Viking*, to skonstruowana w *Naval Research Laboratory* amerykańska rakietą badawczą, wykonana z bardzo lekkiego stopu magnezu, natomiast *Aerobee* obejmuje serię jedno- i dwustopniowych amerykańskich rakiet badawczych, budowanych w wielu wersjach.

⁵⁴ Niemniej jednak już w pierwszej połowie XIX wieku pojawiły się pierwsze pomysły uruchomienia sztucznych satelitów Ziemi. W 1838 roku, w napisanej przez Amerykanina Edwarda Everetta Halle'a powieści fantastycznej pt. *The Brick Moon*, pojawił się opis sztucznego satelity o średnicy 60 cm, zbudowanego z cegieł i wyrzuconego w przestrzeń pozaatmosferyczną za pomocą ogromnego koła zamachowego. Również Juliusz Verne w swojej powieści fantastycznej z 1879 roku pt. *Fortuna Begumy*, opisuje pocisk, który wyrzucony z ogromnego działa ze zbyt wielką prędkością minął cel i poleciał w przestrzeń kosmiczną, stając się sztucznym satelitą Ziemi.

⁵⁵ Pierwszą prędkością kosmiczną nazywamy taką prędkość, która niezbędna jest obiektowi do poruszania się po określonej orbicie kołowej wokół ciała niebieskiego.

austriackiego pochodzenia, Freda Siegfrieda Singera⁵⁶. Projekty te rozbudziły wyobraźnię świata nauki i wkrótce zaczęły się pojawiać pierwsze propozycje wykorzystania satelitów. I chociaż początkowo mówiono oficjalnie o zadaniach mających charakter wyłącznie pokojowy⁵⁷, to możliwości, jakie daje aparatura zainstalowana na obiektach utrzymujących się w przestrzeni kosmicznej, były atrakcyjne również z militarnego punktu widzenia.

Początki eksploracji kosmosu przypadły w okresie, gdy świat był podzielony na dwa przeciwstawne ugrupowania polityczno-militarne, ostro rywalizujące ze sobą na różnych płaszczyznach. W końcu lat czterdziestych, gdy Związek Radziecki dokonując swojej pierwszej próbnej eksplozji jądrowej⁵⁸, przełamał amerykański monopol atomowy, po obu stronach Atlantyku uświadomiono sobie, że ze względu na duże prawdopodobieństwo odwetu, użycie broni atomowej stało się mało opłacalne. Obydwa mocarstwa po raz pierwszy i prawdopodobnie ostateczny, utraciły świadomość niedosięgalności swojego terytorium. Było to szczególnie istotne dla Stanów Zjednoczonych, które w kilka lat po zakończeniu wojny zaczęły systematycznie tracić dominującą pozycję ekonomiczną i militarną w świecie. Dlatego też głównie tam zintensyfikowano prace badawcze nad opracowaniem nowych środków strategicznych, pozwalających na ponowne zdobycie przewagi w rywalizacji militarnej.

Dziś powszechnie uważa się, że jako pierwsze problematyką wykorzystania kosmosu do celów wojskowych zainteresowały się Stany Zjednoczone w końcu lat 40-tych. Kosmos, wymagający nowoczesnych technologii i dużych nakładów finansowych, stał się dla amerykańskich polityków i strategów atrakcyjnym obszarem wyścigu zbrojeń. Liczono na to, że wyniszczony wojną Związek Radziecki nie zdoła udźwignąć ciężaru zbrojeń kosmicznych i w ten sposób - dzięki znaczącej przewadze środków kosmicznych - Stany Zjednoczone odzyskają nie kwestionowaną dominację w świecie.

⁵⁶ Projekt ten przewidywał umieszczenie obiektu o masie ok. 50 kg na orbicie okołoziemskiej o średniej wysokości ok. 300 km ponad Ziemią. Stał się on podstawą realizowanego później w USA programu *Vanguard*.

⁵⁷ Np. na początku maja 1958 roku, na dorocznym zjeździe astronautyków, zorganizowanym przez jeden z ośrodków naukowo-badawczych sił powietrznych USA, dyrektor Smithsonian Institution Astrophysical Observatory (Cambridge, stan Massachusetts), pan Whipple, wymienił następujące sposoby pokojowego wykorzystania sztucznych satelitów Ziemi do:

- pozyskiwania danych o warunkach panujących w kosmosie, w tym do obserwacji kosmosu;
- prowadzenia obserwacji meteorologicznych i realizowania doświadczeń biologicznych i fizycznych;
- utworzenia stacji TV (wg niego trzy takie stacje zapewnią nadawanie audycji dla całej Ziemi);
- urządzenia stacji pośredniej dla dalszych lotów kosmicznych;
- zbudowania sanatoriów w celu leczenia chorych w specyficznych warunkach zmniejszonej siły ciężenia;
- zaludnienia przestrzeni kosmicznej. (według: *Wojskowy Przegląd Zagraniczny*, nr specjalny z 1959 roku, s.7)

⁵⁸ Wydarzenie to miało miejsce 30 września 1949 roku, prawdopodobnie na Syberii Zachodniej.

Nic więc dziwnego, że w kręgach strategów amerykańskich środki satelitarne uznano za jeden z komponentów broni strategicznej, równie ważny jak rakiety balistyczne, atomowe okręty podwodne czy samoloty lotnictwa strategicznego. Znamienne jest natomiast zaliczenie środków satelitarnych do strategicznych sił uderzeniowych, chociaż zakładano, że przez najbliższe dziesięciolecia środki rozmieszczone w przestrzeni kosmicznej będą mogły być używane wyłącznie w celu zwiększenia efektywności użycia głównych sił jądrowych.

Studia nad sztucznymi satelitami Ziemi, umożliwiającymi prowadzenie rozpoznania na potrzeby sił zbrojnych, najwcześniej podjęła korporacja naukowo-badawcza *RAND*. Niemal w tym samym czasie rozpoczęła działalność organizacja *ABMA*, kierowana przez Wernhera von Brauna. W pierwszej połowie lat 50-tych istniało już wiele grup studyjnych i komórek organizacyjnych w strukturze administracji USA, zajmujących się problemami wojskowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej. Powstawały liczne opracowania teoretyczne, jak np. projekt W.I. Stellinga zakładający stworzenie i umieszczenie na orbicie okołoziemskiej satelity spełniającego funkcje rozpoznawcze. Inna, znacznie bardziej agresywna koncepcja, przewidująca zbudowanie stacji kosmicznej i uzbrojenie jej w rakiety z głowicami jądrowymi, przedstawiona została w tym czasie przez Wernhera von Brauna⁵⁹. Prezentowane koncepcje bardzo szybko przekształcały się w konkretne plany konstrukcyjne obiektów kosmicznych.

Przenikające zza Atlantyku informacje o prowadzonych badaniach zaniepokoiły kierownictwo Związku Radzieckiego. Już w styczniu 1952 roku na łamach „Krasnoj Zwiezdy” ukazała się radziecka krytyka koncepcji Wernhera von Brauna i ówczesnego sekretarza obrony USA J. Forrestala, przewidującej umieszczenie na orbicie okołoziemskiej satelitów rozpoznawczych. Była to pierwsza oznaka, że rywalizacja między dwoma mocarstwami wkroczyła na płaszczyznę współzawodnictwa w kosmosie.

W 1952 roku Rosjanie rozpoczęli produkcję pierwszych rakiet balistycznych średniego zasięgu⁶⁰ i sukcesywnie wyposażali w nie swoje siły zbrojne. Równocześnie trwały prace konstrukcyjne międzykontynentalnych rakiet balistycznych (*ICBM - Intercontinental Ballistic Missile*) i badania mające na celu określenie możliwości ich

⁵⁹ Pisał on m.in.: „Stacja taka może być przekształcona w skuteczny bombowiec atomowy. Niewielkie skrzydlate pociski raketowe mogą być z niej kierowane w taki sposób, że osiągną cele z ponaddźwiękową prędkością. Za pomocą systemów radiolokacyjnych można skierować pociski raketowe w dowolny punkt na kuli ziemskiej”, cyt. za: A. Jacewicz, J. Markowski *Kosmos a zbrojenia*, Książka i Wiedza, Warszawa 1988, s. 37.

⁶⁰ Była to skonstruowana w 1949 roku rakietą typu *T-2 (Model 103)* o zasięgu około 2000 mil. Jej wcześniejsza wersja *T-1 (Pobieda)*, o zasięgu zbliżonym do amerykańskiej *Redstone* (600-700 mil).

wykorzystania jako raket nośnych dla satelitów i załogowych pojazdów kosmicznych. O obiecujących wynikach tych badań mówił pod koniec 1953 roku przewodniczący Akademii Nauk ZSRR, A.N. Niesmiejanow⁶¹.

Dwa lata później obydwie mocarstwa ogłosiły zamiar wysłania pierwszego sztucznego satelity Ziemi. Najpierw, na zorganizowanej w ostatnich dniach lipca 1955 roku specjalnej konferencji, sekretarz Białego Domu w otoczeniu pięciu amerykańskich naukowców zawiadomił, że prezydent Eisenhower zatwierdził program budowy i odpalen satelitów w latach 1957-58, jako wkład USA do planu obchodów Międzynarodowego Roku Geofizycznego.

Niespełna miesiąc później, na dorocznym kongresie Międzynarodowej Federacji Astronautycznej, radziecki uczony Leonid Siedow, opierając się na wynikach prowadzonych w ZSRR badań, powiedział, że „w ciągu najbliższych lat możliwe jest wystrzelenie sztucznego satelity Ziemi”.

Rozpoczął się swoisty wyścig między USA i ZSRR, zmierzający do stworzenia konstrukcji rakiety zdolnej do wyniesienia obiektu kosmicznego na orbitę wokół Ziemi.

W Stanach Zjednoczonych pracowano już w tym czasie nad rakieta balistyczną *Jupiter*, konstruowaną w oparciu o raketę *Redstone*⁶², i rozpoczynano próby z dostosowaniem jednej z jej wersji do wystrzeliwania z okrętów podwodnych. W Laboratorium Badawczym Marynarki Wojennej po zakończonych badaniach małej rakiety badawczej *Viking* przygotowywano się do realizacji pierwszego oficjalnego amerykańskiego programu satelitarnego Stanów Zjednoczonych, nazwanego *Vanguard*. Równocześnie, po dokonanych w 1955 roku pierwszych startach balistycznych rakiet *Thor* i *Atlas*, przybliżających znacznie możliwość skonstruowania raket nośnych, w koncernie *Lockheed Corporation* przystąpiono do realizacji pierwszego amerykańskiego programu budowy i wyniesienia na orbitę satelitów rozpoznawczych, nazwanego *Weapon System – 117L (WS-117L)*⁶³. W wyniku prowadzonych prac, w październiku 1956 roku, skonstruowano drugi stopień do rakiet *Thor* i *Atlas*, umożliwiający wynoszenie na orbity

⁶¹ 27 listopada 1953 roku w czasie odbywającego się w Wiedniu kongresu Światowej Rady Pokoju stwierdził on m.in., że „nauka osiągnęła stan, gdy w możliwej do przewidzenia przyszłości dojdzie do wysłania stratosferycznego samolotu na Księżyc, do stworzenia sztucznego satelity Ziemi...”. „Prawda” z 28.11.1953. s.2

⁶² Była to pierwsza, jednostopniowa amerykańska raketa balistyczna skonstruowana przez von Brauna. Po raz pierwszy odpalona została 20.08.1953 roku.

⁶³ Program ten składał się z trzech podprogramów: *Discoverer* – dotyczącego technik rozpoznania fotograficznego, *SAMOS* – mającego na celu zbudowanie satelitarnego systemu rozpoznania fotograficznego i transmisji danych oraz *MIDAS* – obejmującego prace badawcze i konstrukcyjne nad satelitą rozpoznawczym przeznaczonym do wykrywania startów międzykontynentalnych rakiet balistycznych i ostrzegania przed ich atakiem. (według *Outer Space – Battlefield of the future?*, SIPRI, Londyn 1978, s. 29)

obiektów o wadze 600-900 kg. Mając na uwadze zaawansowanie badań przewidywano, że pierwszy amerykański sztuczny satelita Ziemi wystrzelony zostanie w styczniu 1957 roku.

Brak jakichkolwiek oficjalnych danych dotyczących radzieckiego militarnego zainteresowania kosmosem, powoduje, że nie można jednoznacznie określić jego charakteru i zasięgu. Można natomiast z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że przygotowania do wystrzelenia w kosmos pierwszego radzieckiego sztucznego satelity Ziemi poprzedzone były – podobnie jak za Atlantykiem – badaniami i pracami konstrukcyjnymi zmierzającymi do zbudowania odpowiedniej rakiety nośnej. W połowie 1957 roku pojawiły się w radzieckich mediach informacje, pozwalające wywnioskować, że przygotowania do wystrzelenia pierwszego sztucznego satelity Ziemi weszły w ostatnią fazę.

Dzisiaj można powiedzieć, że umieszczenie w pierwszych dniach października 1957 roku na orbicie okołoziemskiej radzieckiego sztucznego satelity *Sputnik-1*⁶⁴, rozpoczęło erę kosmiczną. Wydarzenie to wieńczyło wielowiekowe marzenia i twórcze prace uczonych. Otwierało możliwości badawczej działalności w kosmosie o nieprawdopodobnym wprost zakresie, ale jednocześnie budziło wiele obaw związanych z militarnym aspektem tego wydarzenia. Stało się bowiem jasne, że obydwie mocarstwa dysponują raketami mogącymi z łatwością osiągnąć dowolny punkt ziemskiego globu. Przenoszone przez te rakiety ładunki jądrowe od tej pory zagrażać mogły jednako wszystkim. Gdy miesiąc później w kosmosie znalazła się pierwsza żywa istota⁶⁵, okazało się, że bliska jest perspektywa wysłania w przestrzeń pozaatmosferyczną człowieka.

Zaskakujące światową opinię zainicjowanie przez ZSRR działalności w kosmosie znacznie przyspieszyło podobne prace w USA. 8 listopada 1957 roku ówczesny sekretarz obrony USA, Neil McElroy, wydał zezwolenie na wykorzystywanie wojskowych rakiet balistycznych do wynoszenia na orbity sztucznych satelitów Ziemi. Jeszcze w tym samym roku podjęto pierwszą, nieudaną próbę umieszczenia w przestrzeni kosmicznej w ramach programu *Vanguard* pierwszego satelity amerykańskiego⁶⁶. Ostatecznie jednak, jako

⁶⁴ Był to niewielki, ważący 83,6 kg obiekt, mający kształt kuli o średnicy 58 cm. Do 4.01.1958 roku krążył po orbicie o apogeum 947 km, perygeum 228 km i inklinacji 65°. Na swoim pokładzie posiadał, funkcjonujące nieco ponad 3 tygodnie, dwa nadajniki radiowe o częstotliwości 20,005 i 40,002 MHz i mocy 1 W, nadające sygnał akustyczny. Wyniesiony został na orbitę okołoziemską 4 października 1957 roku za pomocą dwustopniowej rakiety nośnej o takiej samej nazwie.

⁶⁵ Był to umieszczony w specjalnej, hermetycznie zamkniętej, kabine satelity *Sputnik-II* pies Łajka. Do jego ciała przymocowane były czujniki różnych przyrządów, umożliwiających badanie reakcji organizmu na warunki panujące w czasie lotu kosmicznego. Podczas tego eksperymentu analizowano także inne aspekty lotu kosmicznego, jaka żywność czy klimatyzację kabiny.

⁶⁶ Próba ta odbyła się w ośrodku raketowym na Przylądku Canaveral 6.12.1957 roku o godz. 11.45.

pierwszy z amerykańskich, w kosmosie znalazł się satelita *Explorer-1*⁶⁷, a satelita *Baby-Vanguard (Vanguard-I)* wystrzelony został dopiero 1,5 miesiąca później⁶⁸. W 1958 roku w Stanach Zjednoczonych wystrzelono jeszcze dwa obiekty: *Explorer-3* i *SCORE*, uznawanego za pierwszego w świecie satelitę wojskowego⁶⁹.

Bardzo istotny dla rozwoju militaryzacji przestrzeni kosmicznej był rok 1959. W roku tym pojawiły się w USA opinie wskazujące na potrzebę przyspieszenia tempa militaryzacji przestrzeni kosmicznej. Wyeksponowane to zostało szczególnie w programie wyborczym ubiegającego się o urząd prezydenta USA Johna Kennedy'ego⁷⁰. Dążenie do obecności w kosmosie, będącej instrumentem politycznym na miarę wcześniejszego monopolu jądrowego, spowodowało opracowanie w USA pierwszego w świecie planu wojskowej ekspansji kosmicznej. Plan ten opracowany został na 15 lat i zakładał umieszczenie w kosmosie około 1000 satelitów, w tym ponad połowę (60%) typowo wojskowych. Rozłożony został na trzy pięcioletnie etapy. W etapie pierwszym zaplanowano utworzenie kilku systemów satelitarnych służących do zabezpieczenia działań amerykańskich sił zbrojnych na Ziemi (głównie systemy rozpoznania, nawigacji, łączności, ale także geodezyjne i meteorologiczne). W etapie drugim przewidywano doskonalenie utworzonych systemów, a ponadto przeprowadzenie pierwszych eksperymentów z załogowymi statkami orbitalnymi. W trakcie etapu trzeciego zakładano zbudowanie doświadczalnych stacji orbitalnych, założenie bazy na Księżycu i pierwsze załogowe loty na inne planety.

⁶⁷ Wystrzelony 1 lutego 1958 roku z Przylądka Canaveral przy pomocy rakiety nośnej typu *Jupiter-C (Juno-1)* walcowy obiekt ważył 14 kg. Do 23. maja tego samego roku krążył po orbicie o perygeum 341 km i apogeum 2535 km. Wyposażony był w urządzenia do pomiaru natężenia promieniowania kosmicznego, temperatury wewnątrz i na zewnątrz satelity oraz zestaw czujników do rejestracji uderzeń meteorytów. Zbierane dane przekazywane były na Ziemię przy pomocy dwóch nadajników radiowych o częstotliwości ok. 108 MHz.

⁶⁸ Satelita ten wystrzelony został 17.03.1958 roku. Był to kulisty obiekt o ciężarze ok. 1,5 kg i średnicy 16 cm. W swoim wnętrzu krył dwa nadajniki radiowe, z których jeden zasilany był z 6 baterii słonecznych.

⁶⁹ *SCORE (Signal Communication by Orbiting Relay Equipment)*, to pierwszy amerykański satelita łączności, wystrzelony w kosmos 18.12.1958 roku przy pomocy rakiety nośnej *Atlas-B*. Wyposażony był w odbiornik radiowy, magnetofon i dwa nadajniki, o łącznym ciężarze 16 kg.

⁷⁰ Mówił on: „Prowadzimy strategiczny wyścig w kosmosie z Rosjanami i przegrywamy (...). Kontrola nad kosmosem będzie decydująca w następnej dekadzie. Jeśli Rosjanie będą kontrolować kosmos, będą mogli kontrolować Ziemię, tak jak w minionych wiekach państwo, które kontrolowało oceany, dominowało na kontynentach. Panowanie w kosmosie stanowi główną treść naszej polityki w najbliższym dziesięcioleciu”.

Plan ten miał charakter przede wszystkim ofensywny, równolegle jednak prowadzono badania mające na celu stworzenie systemu środków pozwalających na przeciwdziałanie środkom satelitarnym przeciwnika. Badanie te zainicjowano niemal równocześnie z pojawieniem się na orbitach satelitów radzieckich. Jeszcze w 1957 roku Kongres Stanów Zjednoczonych przeznaczył pierwsze kwoty na budowę satelity przechwytyjącego. Okazało się jednak, że na ówczesnym etapie rozwoju techniki kosmicznej, znacznie korzystniejsze jest stworzenie systemów bazujących na Ziemi. Prowadzone prace badawcze doprowadziły do skonstruowania pocisków raketowych mogących niszczyć obiekty znajdujące się na orbitach okołoziemskich⁷¹. Realizowano także badania nad systemami broni przeciwsatelitarnych bazujących na Ziemi. Z trzech realizowanych niezależnie przez laboratoria wojsk lądowych, wojsk lotniczych i marynarki wojennej programów badawczych, ówczesny sekretarz obrony, Robert McNamara, przyjął do realizacji dwa: *Nike-Zeus* (Program 505) z wojsk lądowych i *Thor-Agena* (Program 437) z wojsk lotniczych⁷². Do 1964 roku, po udanych próbach zestrzelenia własnych satelitów, systemy te zostały zbudowane i rozmieszczone na wyspach Pacyfiku⁷³. Nigdy jednak nie osiągnęły one pełnej zdolności operacyjnej.

Od początku lat sześćdziesiątych w Stanach Zjednoczonych prowadzone były także liczne studia nad nowymi systemami przeciwsatelitarnymi, rozmieszczonymi w kosmosie.

Brak oficjalnych danych uniemożliwia natomiast szczegółowe przedstawienie zakresu analogicznych badań prowadzonych w tym czasie przez ZSRR. Prawdopodobnie jednak w latach sześćdziesiątych cały wysiłek w tym zakresie skupiono na budowie systemów rozmieszczonych w kosmosie⁷⁴. W Związku Radzieckim uznano bowiem, że coraz większy rozmach amerykańskich strategów w podporządkowaniu badania kosmosu celom militarnym skłania do uwzględnienia w radzieckiej strategii wojennej konieczności intensywnych studiów nad wojskowym wykorzystaniem przestrzeni kosmicznej. Celem takiego działania miało być przede wszystkim nie dopuszczenie do przewagi USA w tej dziedzinie i tym samym umocnienie obronności ZSRR i całego bloku wschodniego. Podejście takie traktowano oficjalnie jako wymuszone przez imperializm amerykański.

³⁶ Pierwszej próby takiego systemu Amerykanie dokonali 13.10.1959 roku w ramach programu Bold Orion. Rakieta wystrzeloną z bombowca B-47 przechwycono wtedy satelitę *Explorer-6*.

³⁷ Trzeci program, *Early Spring*, realizowany przez laboratorium badawcze marynarki wojennej, który zakładał użycie głowicy nienuklearnej przenoszonej przez rakiety typu Polaris, nigdy nie wyszedł poza fazę eksperymentalną.

⁷³ *Nike-Zeus* w 1963 roku na atolu Kwajalein, a *Thor-Agena* w następnym roku na wyspie Johnston.

⁷⁴ Wskazują na to liczne próby z satelitami serii *Kosmos*, realizowane praktycznie od 1967.

Na podstawie szczątkowych informacji można stwierdzić, że radziecka strategia kosmiczna lat 60-tych pod względem kierunków rozwoju, struktur czy przewidywanych sposobów prowadzenia działań bojowych była bardzo zbliżona do amerykańskiej.

Początkowo w obu mocarstwach kierunki eksploracji przestrzeni kosmicznej były podobne i zmierzały przede wszystkim do wysłania w kosmos człowieka, a następnie do stworzenia warunków umożliwiających mu dłuższe przebywanie poza Ziemią. Zarysowały się jednak różnice, gdyż Amerykanie główny wysiłek badawczy skupili na wszechstronnym badaniu Księżyca w celu zbudowania na jego powierzchni bazy wojskowej, podczas gdy w ZSRR intensywnie przygotowywano się do skonstruowania dużej stacji, umieszczonej na orbicie okołoziemskiej. Postępowanie takie wynikało z odmiennych założeń strategicznych, przyjętych przez obydwie mocarstwa.

W Stanach Zjednoczonych już w końcu lat pięćdziesiątych zainteresowano się wojskowym wykorzystaniem Księżyca. W kwietniu 1958 roku w prasie pojawiła się wypowiedź szefa badań naukowych sił powietrznych USA, gen. Boushey'a, sugerująca konieczność podjęcia prac mających na celu zbudowanie bazy wojskowej na Księżycu⁷⁵.

W tym samym roku przystąpiono także do wstępnych prób wysłania sond kosmicznych przeznaczonych do badania przestrzeni wokółksiężycowej. Pierwsze trzy próby były nieudane, dopiero 3 marca 1959 roku sonda *Pioneer - 4* okrążając Księżyc wykonała jego zdjęcia (także strony niewidocznej z Ziemi) i przesała je na Ziemię.

Równocześnie, w odpowiedzi na pierwszy lot orbitalny Jurija Gagarina⁷⁶, Amerykanie podjęli własną próbę wystrzelenia człowieka w kosmos. Po pierwszym suborbitalnym locie Alana Shepard'a, wykonanym na początku maja 1961 roku⁷⁷, głośna

⁷⁵ Pisał on: „Jeśli Stany Zjednoczone będą miały bazę na Księżycu, to każdy nieprzyjaciel - ZSRR lub inne mocarstwo - będzie musiał wykonać ze swych baz na Ziemi przygniatające natarcie nuklearne na Księżyc dwa i pół dnia przed zaatakowaniem kontynentu amerykańskiego. W przeciwnym wypadku narazi się on na pewne druzgocące zniszczenie bronią nuklearną z baz księżycowych po upływie 48 godzin od chwili uderzenia na Stany Zjednoczone (...)”. *Aviation Week* z 28.04.1958 r.

⁷⁶ 12 kwietnia 1961 roku na statku kosmicznym *Wostok - 1* dokonał on w ciągu 108 minut jednokrotnego okrążenia Ziemi po orbicie 181/327 km. Był to pierwszy lot kosmiczny człowieka.

⁷⁷ Lot rakiety *Mercury - 3* z Shepard'em na pokładzie wykonany został 5 maja 1961 roku. Rakieta ta w czasie 15 minut i 22 sekund wzniosła się na wysokość 186 km i bezpiecznie wodowała na oceanie. Podobny lot, z Virgilem Grissom'em na pokładzie, wykonany został 21 lipca tego samego roku. Natomiast pierwszy amerykański w pełni orbitalny lot kosmiczny wykonał dopiero 20 lutego 1962 roku John Glenn, dokonując na statku *Mercury - 6* w czasie 4 godzin i 55 minut trzech pełnych okrążeń Ziemi.

stała się koncepcja lotu człowieka na Księżyc. Po objęciu urzędu prezydenckiego przez Johna F. Kennedy'ego i jego przemówieniu na forum Kongresu 25 maja 1961 roku⁷⁸, koncepcja ta stała się załączkiem programu kosmicznego *Gemini*, stanowiącego bezpośrednio przygotowanie do realizacji znanego programu *Apollo*, mającego na celu lądowanie człowieka na Księżycu.

Usilne zabiegi USA o pierwszeństwo lądowania na Księżycu, obok niewątpliwego znaczenia prestiżowego i propagandowego, miały też charakter czysto militarny. Przewidywano wówczas, że posiadanie na Księżycu bazy, pozwalającej na zamontowanie w niej środków bojowych, zabezpieczy USA przed groźbą ewentualnego uderzenia jądrowego. Uznano bowiem, że Księżyc jako baza wojskowa umożliwi skuteczną rażenie dowolnych celów na powierzchni Ziemi, a jednocześnie sama stanowi cel (lub cele) trudne do trafienia w pierwszym uderzeniu. Prowadzone badania dowiodły także, że możliwe jest wyprodukowanie i zmagazynowanie na Księżycu energii wystarczającej do zapewnienia funkcjonowania bazy obsługiwanej przez ludzi.

Intensywne przygotowania Amerykanów do lądowania na Księżycu trwały prawie 9 lat. Praktyczne próby w kosmosie rozpoczęły się w marcu 1965 roku. Przystąpiono wówczas do realizacji programu *Gemini*, w ramach którego przeprowadzono do listopada 1966 roku dziesięć eksperymentów z dwuosobowymi załogami (loty od *Gemini - 3* do *Gemini - 12*), doskonaląc możliwości manewrowe statków kosmicznych, trenując ich łączenie i rozłączanie w warunkach przestrzeni kosmicznej, a także badając możliwość wychodzenia kosmonautów w otwartą przestrzeń. Na początku 1966 zainicjowano próby w ramach programu *Apollo*. Pierwszy próbny załogowy lot okołoziemski wykonano w październiku 1968 roku⁷⁹. Do historii przeszedł natomiast lot statku *Apollo - 11*, w czasie którego nastąpiło pierwsze wyjście człowieka na powierzchnię Srebrnego

⁷⁸ J. F. Kennedy stwierdził wówczas: „*Jeśli chcemy zwyciężyć w walce wolności z tyranią, która obecnie szaleje wszędzie na Ziemi, nie możemy nie uwzględnić dramatycznych skutków w kosmosie(...). Nadeszła pora podjęcia decydujących kroków, pora na wielkie nowe amerykańskie działania pionierskie, pora, żeby nasz naród wyraźnie przejął wiodącą rolę w przedsięwzięciach kosmicznych, w których pod niejednym względem powinniśmy znaleźć klucz do naszej przyszłości na Ziemi (...). Wierzę, że Stany Zjednoczone powinny ten cel osiągnąć, gdy przed końcem bieżącego dziesięciolecia wyślą człowieka na Księżyc i sprowadzą go z powrotem bezpiecznie na Ziemię!(...)*” cyt. za: A.Jacewicz, J.Markowski, *Kosmos a zbrojenia*, Warszawa 1988, s.45

⁷⁹ Było to siódme odpalenie rakiety z tego programu. Wcześniej dokonano 6 prób z raketami bezzałogowymi i jednej z 3-osobową załogą. Próba ta, wykonana 27.01.1967 roku, zakończyła się tragicznie ze względu na pożar na pokładzie tuż przed startem (statek *Apollo - 3*).

Globu⁸⁰. Dwóch amerykańskich kosmonautów przebywało wówczas na Księżycu ponad 21 godzin, z tego prawie dwie i pół godziny poza lądowikiem.

Łącznie w czasie trwania programu *Apollo*, zakończonego w grudniu 1972 roku⁸¹, Amerykanie dokonali sześciu lądowań na powierzchni Księżycy. W ich wyniku na Ziemię dostarczono prawie 400 kg próbek skał i gleby księżycowej, przeprowadzono wiele badań naukowych i wykonano dużą ilość kolorowych zdjęć.

Poza niewątpliwym sukcesem prestiżowym realizacja programu *Apollo* umożliwiła sprawdzenie w warunkach kosmicznych nowoczesnych technologii, w tym nowej kapsuły do lotów załogowych i nowych, potężniejszych rakiet nośnych, a także ułatwiła uzyskanie społecznej akceptacji dla znacznych wydatków na naukową i wojskową działalność w przestrzeni kosmicznej. Jednocześnie, wbrew wcześniejszym założeniom, stwierdzono, że na ówczesnym poziomie techniki nie jest możliwe zbudowanie na Księżycu obiektu, pozwalającego na długotrwałe przebywanie w nim ludzi. Kolejne ograniczenia wprowadził w tym zakresie przyjęty w styczniu 1967 roku tzw. Traktat kosmiczny, regulujący działalność państw w zakresie eksploracji przestrzeni kosmicznej. Wszystko to spowodowało gwałtowne osłabienie entuzjazmu dla programu badania Księżycy i doprowadziło do ostatecznego zaniechania badań w tym zakresie. Od tego czasu więcej uwagi poświęcano drugiemu kierunkowi eksploracji kosmosu, związanego z budową załogowej stacji orbitalnej.

W tym samym czasie w Związku Radzieckim badanie Księżycy realizowane było poprzez wykorzystywanie sond z serii *Luna*, ale priorytetowe znaczenia nadano dwóm innym programom kosmicznym: *Salut* - dotyczącego zbudowania stacji orbitalnej i *Sojuz* - związanego z dostarczaniem na jej pokład kosmonautów. Programy te, uzupełnione programem *Progress*⁸², stanowiły w zasadzie jedną całość, mającą na celu skonstruowanie obiektu kosmicznego, w którym przez długi czas mogłyby przebywać kolejne załogi kosmonautów.

Obiekt taki realizować może wiele różnorodnych funkcji, także militarnych. Ze względu na zakres realizowanych zadań jego możliwości są bardzo bliskie możliwościom

⁸⁰ 21 lipca 1969 roku o godzinie 3.56 lądownik opuścił Neil Armstrong, a 20 minut później Edwin Aldrin. Interesujący wydaje się być fakt, że manewr lądowania na Księżycu zupełnie świadomie przeprowadzony został według opisu przedstawionego przez Jurija Kondratiuka w jego książce pt. „*Podbój przestrzeni międzyplanetarnej*”, wydanej w Nowosybirsku w 1929 roku.

⁸¹ Kapsuła *Apollo* była później jeszcze wykorzystywana do realizacji programu *AAP* (*Apollo Application Program*), podczas którego na orbitę wyniesiono obiekt *Skylab*, a także do pokazowego wspólnego lotu statków *Apollo* i *Sojuz-19* w lipcu 1975 roku.

⁸² Program *Progress* powstał w celu zapewnienia transportu środków materiałowych do stacji orbitalnej *Salut*.

stałej bazy księżycowej, a jednocześnie koszt jego budowy i eksploatacji jest znacznie niższy. Dla Związku Radzieckiego był to argument bardzo ważny.

Pierwsze praktyczne próby w zakresie tworzenia stacji orbitalnych Rosjanie zrealizowali już w październiku 1965 roku, dokonując automatycznego połączenia dwóch bezzałogowych satelitów: *Kosmos - 186* i *Kosmos - 188*. Po kolejnych doświadczeniach w kosmosie ze statkami typu *Sojuz*, w kwietniu 1971 roku dokonano połączenia statku kosmicznego *Sojuz - 10* z satelitą *Salut - 1*. Zespół ten uważa się powszechnie za pierwszą stację kosmiczną.

Podobne badania realizowali oczywiście także Amerykanie. Pierwsze próby łączenia dwóch statków kosmicznych wykonali oni w marcu 1966 roku⁸³, jednak pierwszy zespół orbitalny stworzyli oni dopiero dwa lata po Rosjanach, łącząc w maju 1973 roku kapsułę *Apollo* z bazowym satelitą *Skylab*⁸⁴.

W 1973 roku *Skylab* jeszcze dwukrotnie gościł na swoim pokładzie amerykańskich kosmonautów (łącznie przez 144 dni), a później pracował już tylko jako satelita bezzałogowy. W lipcu 1979 roku wszedł nad Oceanem Indyjskim w górne warstwy atmosfery i spłonął. Od tej pory Amerykanie nie posiadają w kosmosie żadnej stacji orbitalnej.

Projekty tworzenia baz wojskowych – zarówno na Księżycu, jak i na orbitach okołoziemskich – stanowiły wstęp do kolejnego, czwartego, etapu rozwoju programów wojskowo-kosmicznych. Zauważyć bowiem można pewną etapowość w rozwoju tych programów. Pierwszy etap, rozpoczęty w końcu XIX wieku, związany był z budową raket nośnych. Etap drugi dotyczył umieszczania w kosmosie satelitów rozpoznawczych, a trzeci obejmował tworzenie pozostałych kosmicznych systemów zabezpieczenia działań bojowych, takich jak np. satelitarne systemy łączności, nawigacji, meteorologii⁸⁵. Etap czwarty, do realizacji którego zaczyna się stwarzać odpowiednie warunki, polegać ma na konstruowaniu i umieszczaniu w kosmosie systemów broni satelitarnych.

Okres do początku lat siedemdziesiątych, z punktu widzenia wojskowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej, uznać można za okres badań wstępnych. Prowadzone doświadczenia i eksperymenty z różnymi rodzajami satelitów, statków i stacji kosmicznych pozwoliły określić ich przydatność do działań mających na celu

⁸³ Łączono wówczas kilkakrotnie statek *Gemini - 8*, mający na pokładzie dwóch kosmonautów, z satelitą *Agena - 8*.

⁸⁴ *Skylab* umieszczony został 14 maja 1973 roku na niemal kołowej orbicie na wysokości 440 km nad Ziemią. Do jego wyniesienia użyto dwustopniowej rakiety *Saturn - V*.

⁸⁵ Systemy te opisane zostały w rozdziałach 2.2.1 – 2.2.4.

zabezpieczenie funkcjonowania i wsparcie sił zbrojnych w razie ewentualnej wojny. Sprawdzono strategiczno – operacyjną przydatność i możliwości militarne satelitów rozpoznawczych, telekomunikacyjnych, meteorologicznych, nawigacyjnych i geodezyjnych. Środki te znalazły trwałe miejsce w arsenale militarnym wielu państw⁸⁶.

Obecnie już nikogo nie dziwi stwierdzenie, że kraj, który będzie posiadał możliwość swobodnego wykorzystywania środków satelitarnych, osiągnie przewagę nad każdym, który takiej możliwości mieć nie będzie. Dlatego też posiadanie odpowiedniej ilości środków militarnych w kosmosie stanowi ważny element niejednej współczesnej i przyszłej strategii.

Prowadzone badania prognostyczne w zakresie rozwoju środków satelitarnych i ich możliwości techniczno - bojowych pozwoliły na wyodrębnienie zasadniczych kierunków militaryzacji przestrzeni kosmicznej, określających następujące grupy zadań przewidzianych do realizacji przez środki kosmiczne:

- satelitarne zabezpieczenie działań sił zbrojnych na Ziemi;
- zwalczanie pojedynczych środków satelitarnych przeciwnika;
- ogniowe wsparcie z kosmosu działań sił zbrojnych na Ziemi;
- prowadzenie samodzielnych działań bojowych w przestrzeni pozaziemskiej.

W przestrzeni okołoziemskiej znajduje się obecnie duża ilość satelitarnych środków zabezpieczenia działań bojowych, z których wojsko powszechnie korzysta. Satelitarne zabezpieczenie działań bojowych prowadzonych na Ziemi (na lądzie, morzach i w przestrzeni powietrznej) jest dziś bowiem podstawowym warunkiem zapewniającym skuteczność użycia sił zbrojnych w każdych warunkach sytuacji bojowej.

Na początku lat sześćdziesiątych siły zbrojne USA i ZSRR wyposażone zostały w środki klasy „ziemia - kosmos” i „powietrze - kosmos”, służące do fizycznego niszczenia wrogich obiektów kosmicznych. Wiadomo też, że na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych w USA podjęto badania zmierzające do skonstruowania obiektów bazowania kosmicznego, mogących obezwładniać lub niszczyć inne satelity⁸⁷. Istotą tych badań było stworzenie nowych broni, przeznaczonych do użycia w warunkach panujących w przestrzeni kosmicznej⁸⁸.

⁸⁶ Oprócz Rosji i USA aktywny udział w eksploracji kosmosu bierze także 18 innych państw, wśród nich m.in. Francja, Wielka Brytania, Włochy, Niemcy, Chiny, Japonia, Indie i Pakistan.

⁸⁷ Pierwszym realizowanym programem w tym zakresie był program *ABM (Anti Ballistic Missile)*, w wyniku którego w 1966 roku na orbicie okołoziemskiej umieszczony został pierwszy „antysatelita”, czyli satelita do niszczenia (obezwładniania) innych obiektów tego typu.

⁸⁸ Patrz rozdz. 2.2.5.

Obecnie – jeśli wierzyć oficjalnym komunikatom – żadne z państw nie posiada w przestrzeni kosmicznej środków przeznaczonych do bezpośredniego rażenia ogniowego lub elektronicznego. Pojawiające jednak się czasem w mediach informacje skłaniają do przypuszczeń, że ich wyprodukowanie i rozmieszczenie w kosmosie jest zupełnie realne. Świadczą o tym także wyniki prowadzonych licznie badań i eksperymentów⁸⁹, stwarzające bardzo mocne podstawy teoretyczne do działań w tym zakresie. Za dalszym rozwojem tego typu środków przemawia także fakt, że prawno-międzynarodowe ograniczenia w tym zakresie odnoszą się wyłącznie do rozmieszczania w kosmosie broni masowego rażenia.

Podobna sytuacja ma miejsce w zakresie kosmicznych środków ogniowego wsparcia działań sił zbrojnych, prowadzonych na Ziemi. Według oficjalnych informacji USA i Federacja Rosyjska, ale być może także inne państwa, opanowały możliwość niszczenia z satelitów wrogich rakiet balistycznych. Jednak 26.05.1972 roku mocarstwa te podpisały Układ o ograniczeniu systemów obrony przeciwrakietowej, zobowiązując się tym samym m.in. do przestrzegania zakazu tworzenia, próbowania i rozmieszczania w przestrzeni kosmicznej - a w konsekwencji także stosowania - wszelkich środków mających możliwość niszczenia międzykontynentalnych rakiet balistycznych, w czasie ich lotu po orbicie okołoziemskiej. Przestrzeganie tego zakazu zależy jednak wyłącznie od woli sygnatariuszy, a kontrola jego respektowania jest niezwykle trudna. Dlatego też, mając na uwadze osiągnięty poziom techniki kosmicznej, należy się liczyć z możliwością pojawienia się w kosmosie środków przeciwrakietowych, a być może także innych, służących do rażenia celów naziemnych, nawodnych lub powietrznych.

Znacznie mniej prawdopodobna wydaje się być natomiast możliwość prowadzenia samodzielnych operacji w przestrzeni pozaziemskiej, chociaż koncepcje takie pojawiły się już na początku ery kosmicznej⁹⁰. Perspektywa przeniesienia działań wojennych poza naszą planetę jest kusząca, ale równocześnie jest wątpliwe ograniczenie jakichkolwiek działań zbrojnych wyłącznie do przestrzeni kosmicznej. Liczyć się należy z tym, że każda próba zniszczenia któregoś z systemów satelitarnych może pociągnąć za sobą

⁸⁹ Chociaż nie podaje się oficjalnych komunikatów dotyczących tego typu eksperymentów, można sądzić, że były one prowadzone np. przez ZSRR już od połowy 1966 roku. Świadczą o tym nie wyjaśnione eksplozje niektórych satelitów serii *Kosmos*, gdy w ich pobliżu znalazły się inne satelity tej serii (np. przypadek satelitów *Kosmos – 248* i *Kosmos – 249* z 20.10.1968 roku)

⁹⁰ W artykule z połowy 1959 roku pt. *The Military Potential of the Moon* Fred Singer pisał: „*Wojna w przestrzeni kosmicznej (...) jest ewentualnym rozwiązaniem dylematu. Księżyc i otaczająca go przestrzeń kosmiczna położone są dostatecznie blisko Ziemi, aby nadawać się do rozwijania działań wojennych, a jednocześnie wystarczająco daleko od niej, aby zapewnić bezpieczeństwo jej ludności*”; [w:] *Air University Quarterly Review*, lato 1959, s.51. (cyt. za: J. Sztucki *Problemy prawne kosmosu*, PISM, Warszawa 1965, s. 10.)

konsekwencje prowadzące do eskalacji działań zbrojnych, jednak ponieważ ilość środków walki bazujących w przestrzeni kosmicznej jest względnie niewielka, uzasadnione wydaje się być twierdzenie, że wszelkie działania zbrojne zainicjowane w kosmosie bardzo szybko przeniosą się na Ziemię.

Ciągły rozwój militarnych środków kosmicznych i zauważalne coraz wyraźniej luki w postanowieniach międzynarodowego prawa kosmicznego powodują, że pojęcie „*Kosmicznego Teatru Wojny*” zaczyna powoli wychodzić z obszaru naukowej fantastyki.

Doświadczenia wojen pokazują bowiem, że przy uwzględnieniu, jako minimum, trzech podstawowych przesłanek, każda nowa sfera działalności człowieka, przekształca się w sferę walki zbrojnej. Te przesłanki to:

- poziom nauki i techniki, ekonomiki i warunków socjalnych umożliwia utworzenie i przygotowanie niezbędnych sił i środków dla wszechstronnego wykorzystania nowej sfery;
- nowa sfera zabezpiecza efektywniejsze wykonywanie obecnych i przewidywanych nowych zadań walki zbrojnej;
- ilość odpowiednich sił i środków jest wystarczająca do realizacji samodzielnych zadań strategicznych.

W przypadku przestrzeni kosmicznej dwa pierwsze warunki są już spełnione. Bardzo prawdopodobne nasycenie kosmosu środkami satelitarnymi spowoduje spełnienie warunku trzeciego. Należy więc sądzić, że w niedalekiej przyszłości stworzone zostaną potencjalne możliwości ukształtowania się odrębnego, Kosmicznego Teatru Wojny. Trudno dziś określić jednoznacznie granice tego teatru, chociażby dlatego, że nikt do tej pory nie określił granic kosmosu⁹¹. Biorąc pod uwagę zmiany fizycznych właściwości przestrzeni kosmicznej w miarę oddalania się od Ziemi oraz współczesne możliwości rozmieszczania środków w kosmosie, najbardziej słuszne jest – według autora – zamknięcie Kosmicznego Teatru Wojny w granicach strefy aktywności Ziemi, tzn. do około 925 tys. km od jej środka⁹².

Uwzględniając współczesne możliwości dyslokacji środków w kosmosie w teatrze tym, który można nazwać *Bliskim Kosmicznym Teatrem Wojny*, wydzielić można dwa Teatry Działań Wojennych.

⁹¹ Problem delimitacji przestrzeni kosmicznej przedstawiony został w rozdziale 2.1.2.

⁹² Zdając sobie sprawę z bezmiarów kosmosu należy zasugerować możliwość wyodrębnienia w przyszłości innych kosmicznych teatrów wojny, znajdujących się w większej odległości od Ziemi. Rozważania nad nimi można jednak nad na razie pominąć, ze względu na brak możliwości prowadzenia w nich jakichkolwiek działań wojennych.

Pierwszy z nich, nazwany np. *Wokółziemskim Teatrem Działań Wojennych*, obejmować powinien sferę kosmosu okołozemskiego od jego dolnej granicy do ok. 40 tys. km od środka Ziemi. W ten sposób w jego obszarze znalazłaby się zdecydowana większość funkcjonujących obecnie sztucznych satelitów Ziemi, łącznie z bardzo ważnymi, o znaczeniu militarnym satelitami na orbicie geostacjonarnej. Ze względu na wyraźne różnice właściwości fizycznych przestrzeni, wynikające z odległości od Ziemi, celowy jest dodatkowy podział tego obszaru na dwie części, rozgraniczone na wysokości około 500 km.

Zasadnicze zalety pierwszej części *Wokółziemskiego Teatru Działań Wojennych*, to przede wszystkim:

- duża operatywność w zakresie obserwacji różnych obszarów Ziemi;
- stosunkowo dobre możliwości wykrywania, przechwytywania i niszczenia środków przenoszenia i ich ładunków;
- wysoka operatywność rażenia z kosmosu celów naziemnych środkami nieogniowymi;
- mała niezbędna moc promieniowania radiowego do prowadzenia działań informacyjnych.

Do głównych wad tego obszaru należą:

- duża – w porównaniu z innymi obszarami *Wokółziemskiego Teatru Działań Wojennych* – strata energii na manewrowanie, co znacznie ogranicza możliwości manewru przestrzennego środkami orbitalnymi;
- łatwość wykrywania i przechwytywania środków orbitalnych przez środki naziemne;
- konieczność posiadania wielu środków orbitalnych dla zapewnienia ciągłej obserwacji powierzchni Ziemi.

Druga część tego teatru posiada takie zalety, jak:

- praktycznie nieograniczony czas ruchu środków orbitalnych na zadanej orbicie;
- zwiększające się wraz ze wzrostem wysokości orbity ograniczanie strat energii na manewrowanie;
- mniejsza ilość środków orbitalnych niezbędnych do stworzenia systemu ciągłej obserwacji Ziemi.

Główne niedostatki tego obszaru ograniczają się do zwiększania strat energii na wyniesienie środków orbitalnych i wydłużania czasu dostarczania nieogniowych środków rażenia do obiektów naziemnych.

Drugi Teatr Działań Wojennych, zdecydowanie mniej znany i jeszcze nie opanowany, objąć powinien obszary w granicach wysokości od 40 tys. km do górnej granicy kosmosu okołoziemskiego, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru 300 – 450 tys. km. Ze względu na to, że centralnym obiektem tego teatru jest Księżyc, wskazane wydaje się być nazwanie go *Księżycowym Teatrem Działań Wojennych*.

Za strategiczne obszary *Księżycowego TDW* uznać należy oczywiście Księżyc, ale także leżące w tym obszarze punkty libracji L4 i L5⁹³.

Księżyc, mimo wielu ograniczeń prawa międzynarodowego⁹⁴, stanowić może wkrótce obiekt bardzo interesujący z militarnego punktu widzenia. Rozwijające się szybko nowe technologie spowodować mogą pokonanie istniejących jeszcze dziś trudności technicznych i umożliwić wykorzystanie Księżyca do celów wojskowych.

Bardzo ciekawe z wojskowego punktu widzenia są także punkty libracji. Wbrew określeniu posiadają one znaczną pojemność, gdyż granice ich elipsoidalnej sfery oddalone są od ognisk o dziesiątki tysięcy kilometrów. Przebywający w takiej strefie obiekt może – bez obawy „wyrzucenia” poza nią – odchylić się od jej środka o 10 tys. km w kierunku Ziemi i 15 – 20 tys. km w kierunku Księżyca. Niewielki, zakłócający wpływ Słońca i planet może być neutralizowany poprzez nieznaczną korektę ruchu.

Ukształtowanie się w przestrzeni kosmicznej teatru wojny kończy zasadniczy etap jej militaryzacji. Aktualny stan wiedzy o otaczającym nas wszechświecie, a także osiągnięcia w zakresie konstrukcji statków kosmicznych i ich wyposażenia, pozwoliły bowiem na prowadzenie w kosmosie działań zbrojnych. Dalszy rozwój techniki kosmicznej, szczególnie w zakresie środków rażenia, stworzyć może warunki do rozszerzenia ewentualnych działań na ogromną, niespotykaną dotychczas skalę.

Współczesne zainteresowanie kosmosem, jako obszarem jakiegokolwiek działalności militarnej, ograniczone jest różnymi czynnikami, wśród których najważniejszymi wydają się być:

- odległość od Ziemi;
- właściwości fizyczne ciał niebieskich;

⁹³ Punkty libracji (Lagrange'a), to pięć punktów przestrzeni kosmicznej, w których równoważą się siły odśrodkowe i grawitacyjne dwóch ciał niebieskich. Trzecie ciało, o mniejszej masie, umieszczone w którymkolwiek z tych punktów, będzie utrzymywane w stanie równowagi względem tych dwóch ciał. Trzy z punktów libracji (L1, L2 i L3) leżą na linii łączącej dwa rozważane duże ciała. Dwa pozostałe punkty (L4 i L5), charakteryzujące się największą stabilnością, leżą po obu stronach tej linii.

⁹⁴ Najważniejsze regulacje zawarte zostały w *Układzie normującym działalność państw na Księżycu i innych ciałach niebieskich* z 18.12.1979 roku, nie podpisanym jednak ani przez USA, ani przez ZSRR. Więcej informacji na ten temat w rozdziale 2.1.

— natężenie promieniowania kosmicznego.

Odległość określonych punktów wszechświata od Ziemi determinuje możliwość dotarcia do nich obiektów kosmicznych. Istotny jest w tym wypadku niezbędny czas lotu, rozpatrywany w skali czasu ludzkiego życia. Dotarcie do odległych rejonów wszechświata w stosunkowo krótkim czasie wymagałoby bowiem osiągnięcia bardzo dużych prędkości lotu, często niebezpiecznych dla znajdującego się na pokładzie obiektu kosmicznego personelu lub aparatury. Odległość, w jakiej może się znaleźć obiekt kosmiczny ważna jest także ze względu na ograniczone możliwości przestrzenne oddziaływania z Ziemi na obiekt (np. sterowanie) i z obiektu kosmicznego w kierunku Ziemi (np. transmisja danych, rażenie obiektów naziemnych).

Właściwości fizyczne ciał niebieskich, a zwłaszcza stan skupienia i temperatura ich otoczenia, określają możliwości wykorzystania powierzchni tych ciał do jakiegokolwiek działalności człowieka, w tym także działalności militarnej. Dotychczasowe badania wskazują, że niektóre z poznanych ciał niebieskich posiadają średnią gęstość skupienia pozwalającą na instalowanie na ich powierzchniach urządzeń militarnych⁹⁵. Temperatura panująca na powierzchni ciał niebieskich uzależniona jest przede wszystkim od dwóch czynników: średniej odległości od Słońca i okresu obrotu wokół własnej osi. Pierwszy czynnik związany jest z rosnącymi stratami ciepła pochodzącego od Słońca w miarę oddalania od jego centrum. Drugi czynnik powoduje, że wraz ze zmniejszaniem się prędkości obrotowej ciała niebieskiego, rosną dysproporcje między temperaturami dnia i nocy⁹⁶. Spośród planet Układu Słonecznego, najlepsze pod tym względem warunki panują na Marsie: w dzień na równiku jest około 20 – 30°C, w nocy około -70°C⁹⁷. Podobne wahania temperatury, utrudniające, a czasem wręcz uniemożliwiające ludzką działalność, występują także na innych zbadanych ciałach niebieskich.

Trzeci czynnik, *promieniowanie kosmiczne*, będący strumieniem wysokoenergetycznych⁹⁸ cząstek (głównie protonów, cząstek alfa i lekkich jąder) przychodzących z przestrzeni kosmicznej, poza granicami atmosfery staje się niebezpieczny dla organizmów żywych. Ma też szkodliwy wpływ na działanie aparatury

⁹⁵ W Układzie Słonecznym jest to teoretycznie możliwe np. na Merkury, Wenus, Plutonie i Marsie, a także na niektórych spośród 32 księżyców planet Układu.

⁹⁶ Wolniejsze obroty powodują silne nagrzewanie strony oświetlanej przez Słońce i jednocześnie równie silne mrożenie strony zaciemnionej.

⁹⁷ Dla porównania temperatura Księżyca waha się od około -160°C podczas nocy księżycowej do około +120°C w dzień.

⁹⁸ Wartość energii tych cząstek dochodzi do 10¹⁹ eV, czyli około miliard razy więcej niż wartości możliwe do osiągnięcia na Ziemi, w warunkach laboratoryjnych.

pokładowej statku kosmicznego, a szczególnie środków telekomunikacyjnych. Wymusza to tworzenie specjalnych konstrukcji obiektów kosmicznych, pozwalających na zapewnienie skutecznej ochrony ludzi i sprzętu. Zauważono, że natężenie promieniowania kosmicznego rośnie w miarę wznoszenia się nad powierzchnię Ziemi. Istnienie wokół Ziemi silnych pól elektromagnetycznych powoduje tworzenie dwóch pierścieniowych warstw, wewnątrz których występuje zwiększona radiacja. Warstwy te, nazywane pasmami van Allena, zalegają nad równikiem i zanikają w kierunku biegunów. Jedna warstwa znajduje się na wysokości 2000 do 5000 km, a druga na wysokości 10000 do 85000 km. Wypełnione są z protonami i elektronami. Przelot przez te strefy, jeśli trwa zbyt długo, może stanowić zagrożenie dla życia.

4.2. Przykład wykorzystania systemów satelitarnych

Wojna w rejonie Zatoki Perskiej ukazała w sposób szczególny znaczenie przestrzeni kosmicznej dla prowadzonych działań sił zbrojnych. Systemy broni, które doprowadziły do dewastacji infrastruktury i maszyny wojennej Iraku były rozmieszczone w rejonie i wokół Zatoki Perskiej. Systemy wsparcia, zabezpieczające „broń inteligentną”, były rozmieszczone wokół Ziemi oraz w przestrzeni kosmicznej.

Zdobywanie informacji o przeciwniku i obszarze prowadzonych działań militarnych zapewniły satelity rozpoznawcze.

Rozpoznanie fotograficzne (Photographic Intelligence – PHOTINT) obszaru Zatoki Perskiej w początkowym okresie konfliktu prowadziły dwa satelity typu *KH – 11/12*, wyposażone w kamery o dużej rozdzielczości z obiektywami teleskopowymi, zdolnymi do fotografowania celów o rozmiarach 15 cm i większych.

Satelity były także wyposażone w inne doskonałe urządzenia rozpoznawcze, wykorzystujące kilka pasm promieniowania elektromagnetycznego. Były one skuteczne w wykrywaniu obiektów wojskowych oraz różnego rodzaju działań za pomocą czujników podczerwieni, zwłaszcza w nocy i podczas złych warunków atmosferycznych, a nawet w sytuacji stosowania przez przeciwnika środków maskujących.

Rozpoznanie fotograficzne, przy wykorzystaniu techniki radiolokacyjnej, prowadziły także satelity typu *LACROSSE*. Były one wyposażone w anteny z elektronicznie sterowaną wiązką, krążyły na wysokości 800 km nad powierzchnią Ziemi. Zdolne były do wykrywania celów statycznych i ruchomych, w tym nawet ruchów wojsk w nocy.

Ponadto stosowano satelity *AFP – 658*, *SPOT (francuski)*, o podobnym przeznaczeniu i możliwościach. Kontrolowały one obszar pomiędzy Arabią Saudyjską, Kuwejtem i południem Iraku.

Rozpoznanie elektroniczne (*Electronic Intellifence – ELINT*) prowadziły satelity typu *MAGNUM* i *CHALET* umieszczone na orbitach geostacjonarnych. Przechwytywały one dane elektroniczne, które były przekazywane w systemach łączności radiowej i telefonicznej.

Wykorzystywano także trzy satelity *DSP* (rozpoznające sygnały radiolokacyjne), które zapewniały wczesne ostrzeżenie o odpalaniu rakiet przez siły zbrojne Iraku i locie pocisków balistycznych, między innymi typu *SCUD*.

Siły zbrojne Wielkiej Brytanii korzystały z danych radiowych, których dostarczał ich własny satelita rozpoznawczy typu *ZIRCON*.

Ogromne możliwości w zakresie telekomunikacji zabezpieczała sieć łączności na bazie systemu „*TRI—TAC*”. Satelity były jednym z najważniejszych czynników, umożliwiających siłom lądowym USA szybkie i bezkolizyjne przegrupowanie wojsk przy ograniczonym wykorzystaniu sieci łączności taktycznej w rejonie działań. Oprócz systemu łączności satelitarnej „*FLEETSATCOM*”, wykorzystywane były systemy „*DSCS—II*” i „*DSCS—III*”. W ciągu jednego miesiąca liczba terminali naziemnych pracujących w paśmie od 3 do 30 GHz zwiększyła się z czterech do 49, a w końcowym etapie wynosiła 141. Uruchomiono satelity NATO i rozwinięto 11 linii łączności dalekosiężnej T-1. Ogółem stan wykorzystania poszczególnych systemów wynosił:

— *DSCS* — 75%;

— *NATO* — 5%;

— satelity cywilne — 20%.

W lutym 1991 rozwinięto 35 troposferycznych linii radioliniowych i mikrofalowych. Na teatrze działań znajdowało się 20 central telegraficznych i 60 central telefonicznych systemu „*TRI-TAC*”. Ponadto wykorzystywano system „*PTARMINGAN*” i „*RITA*”. Siły morskie w głównej mierze wykorzystywały system „*TACSAT*”. Liczba użytkowników komutacyjnego systemu informacji cyfrowej „*CUDIX*” i sieci radiowej *SM* została potrojona. Na mocy porozumienia z Wielką Brytanią wykorzystywano system „*SKYNET*”. Doświadczalnie zestawiono łącze zakresu fal milimetrowych „*EHF SATCOM*” dla zabezpieczenia utajnionej łączności pomiędzy Kolegium Połączonych Szefów Sztabów a Dowództwem PSZ NATO Europy Środkowej. Rozwinięto sieci

„AUTOVON” i „AUTODIN”. System abonentów ruchomych „MSE” zabezpieczał łączność w rejonie działań bojowych poprzez system „TRI-TAC”.

Jak twierdzi były przewodniczący komitetu badania przestrzeni kosmicznej, Ralph W. Shrader, „nigdy przedtem zapotrzebowanie na błyskawiczny przekaz informacji nie było tak pilną potrzebą jak w tej wojnie”. Siły zbrojne z wielu krajów działały razem przez wykorzystanie różnego rodzaju systemów łączności o zasięgu i złożoności nieznanej dotąd w historii wojskowości.

Na szeroką skalę wykorzystywany był system nawigacji satelitarnej GPS, który umożliwiał:

- wyznaczanie w czasie rzeczywistym pozycji obiektów sił lądowych, morskich, lotniczych, kosmicznych (określenie pozycji z dokładnością do 1 metra; pomiar prędkości z dokładnością do 0,1 m/s, pomiar czasu z dokładnością do 100 ns);
- tworzenie bazy informacji geograficznej oraz dokonywanie szybkich pomiarów kartograficznych⁹⁹. Odbiorniki, wyposażone w odpowiednie oprogramowanie umożliwiają rejestrację informacji o terenie pola walki, która jest skojarzona z aktualną pozycją. Opracowanie informacji z odbiornika GPS ma miejsce zazwyczaj po sesji pomiarowej, z wykorzystaniem danych zarejestrowanych przez odbiornik i stację referencyjną. Pojedynczy pomiar trwa od kilku do kilkudziesięciu sekund, a uzyskiwana dokładność wyznaczenia pozycji jest rzędu metra lub lepsza;
- dokonywanie pomiarów geodezyjnych statycznych¹⁰⁰. Na potrzeby geodezyjne wyznacza się wektory o długościach do kilkuset kilometrów, przy dokładności pomiaru długości wektora rzędu kilku milimetrów. Pomiar taki wykonuje się przy użyciu pary odbiorników. Czas wykonania pomiaru jest zależny od odległości pomiędzy odbiornikami oraz od warunków widoczności satelitów. Pomiar wykonywany techniką GPS stanowią istotną konkurencję dla pomiarów geodezyjnych wykonywanych metodami tradycyjnymi, a przy tworzeniu sieci wyższego rzędu są regułą ze względu na dokładność i niskie koszty;
- wykonywanie pomiarów geodezyjnych kinematycznych¹⁰¹. W pomiarach tego typu wykorzystuje się fakt, iż przemieszczenia anteny odbiornika GPS, nie tracącej kontaktu z sygnałami satelitarnymi mogą być natychmiast wyznaczone z dużą dokładnością. Rozpoczynając pomiar od punktu o znanych współrzędnych, można wyznaczać

⁹⁹ GIS- *ang.* Geographic Information System

¹⁰⁰ *ang.* Static, Fast Static.

¹⁰¹ *ang.* Kinematic, Stop & Go

pozycje kolejnych punktów z dokładnością centymetrową, z czasem pobytu na punkcie rzędu kilku sekund. Zasadniczą różnicą, istotną dla użytkownika przy wyborze odpowiedniego typu urządzenia, jest sposób inicjalizacji pomiarów kinematycznych. Proces odbioru w odbiornikach dwuczęstotliwościowych może być inicjowany w locie¹⁰², co w praktyce oznacza, iż odbiornik może rozpoczynać i kontynuować pracę w trybie kinematycznym bez potrzeby umieszczania anteny na punkcie o znanych współrzędnych. Dla inicjacji odbiornika jednoczęstotliwościowego niezbędne jest umieszczenie anteny na punkcie o znanych współrzędnych. W przypadku braku takiego punktu niezbędne jest wykonanie pomiaru metodą Static lub Fast Static.

- wyznaczanie orientacji. Odbiornik GPS wykorzystujący sygnały dochodzące z kilku anten umożliwia wyznaczanie orientacji obiektu, np. przechylenia bocznego i wzdłużnego samolotu, okrętu lub innego obiektu;
- wykonywanie innych pomiarów. Często, specyficzne warunki pola walki wymagają dokładnych danych związanych z przemieszczaniem stanowisk dowodzenia, obiektów wojskowych, konstrukcji inżynieryjno - saperskich z dużą dokładnością.

Odpowiednie rozmieszczenie satelitów na orbitach zapewnia jednoczesny odbiór sygnałów z czterech satelitów z dowolnego miejsca na kuli ziemskiej. Do określenia położenia własnego przy pomocy trzech współrzędnych oraz prędkości konieczny jest jednoczesny odbiór sygnałów z trzech różnych satelitów, a do precyzyjnego pomiaru czasu i korekcji zegara synchronizującego odbiornika - z czterech satelitów.

Każdy satelita systemu GPS nieprzerwanie emituje sygnały nawigacyjne na dwóch częstotliwościach nośnych. Są to sygnały pseudolosowe, modulowane fazowo w postaci dwóch ciągów kodowych:

- kod precyzyjny *PPS (Precise Positioning Service)*, który służy do dokładnego wyznaczenia pozycji i jest dostępny dla użytkowników wojskowych, błąd w określaniu położenia wynosi 1 m;
- kod standardowy *SPS (Standard Positioning Service)*, który służy do wyznaczenia pozycji i jest dostępny dla użytkowników cywilnych, błąd w określaniu położenia wynosi 100 m.

Wojskowe odbiorniki mają być uzupełnione o urządzenia do interpretacji tajnego kodu, który koryguje sztucznie narzucone błędy zegarów i pozwala w pełni wykorzystać założoną dokładność systemu. Znacznie precyzyjniejsze pomiary uzyskano dzięki korekcji

¹⁰² ang. On-The-Fly.

błędów zegarów atomowych GPS. Technika, którą posłużyli się naukowcy z Haystack i MIT, była bardzo prosta. Polegała ona na odbiorze w pewnym dokładnie ustalonym miejscu (o znanych współrzędnych) sygnałów docierających z kilku orbitujących nadajników. Znając ich pozycje, naukowcy mogli z łatwością porównać mierzone pseudoodległości z obliczonymi odległościami rzeczywistymi. Różnica pomiędzy tymi dwiema wielkościami wyznaczała błąd chronometru pokładowego powiększony o niedokładność zegara stosowanego w naziemnej stacji odbiorczej. Procedura zakładała jednoczesny pomiar odległości do kilku satelitów, dzięki czemu można było podać z osobna wszystkie potrzebne wartości błędów: zegara naziemnego i poszczególnych zegarów atomowych.

Przy wykorzystaniu różnicowego GPS, precyzja dla sprzętu powszechnego użytku wynosi około 1m a dla specjalistycznego około 1 cm. Różnicowy GPS zabezpiecza ominięcie wprowadzonych przez twórców systemu zabezpieczeń. Nieruchoma stacja o znanej lokalizacji ustala błędy czasowe sygnałów z kosmosu (czerwony) i poprawki (niebieski) przekazuje przez radio do znajdujących się w pobliżu odbiorników ruchomych. Metoda ta pozwala zmniejszyć błąd lokalizacji ze 100 m (w wypadku użytkowników cywilnych) do 1m a nawet do 1 cm. Szeroka dostępność różnicowego GPS stała się przyczynkiem do dyskusji nad dalszym kodowaniem sygnałów nawigacyjnych. Samo szyfrowanie jest drogie i zmusza rządy różnych państw do nakładów finansowych na wydawanie poprawek i nadawanie ich przez radio. Jak wskazują ostatnie wydarzenia militarne w rejonie Zatoki Perskiej, Departament Obrony zdecydował się wyłączyć zabezpieczenia systemu GPS. Powodem wyłączenia był brak odpowiedniej liczby „utajnionych” odbiorników, podczas gdy sprzęt cywilny był ogólnodostępny.

ZAKOŃCZENIE

Badania kosmosu, w kosmosie i z kosmosu, dostarczają obecnie i będą dostarczać fundamentalnych odkryć. Dotyczy to dyscyplin podstawowych, jak fizyka i astrofizyka, nauk przyrodniczych, jak geofizyka, oceanologia i aeronomia, fizyka Słońca i ciał układu słonecznego, wreszcie fizyka materiałów, biologia i medycyna.

Wykorzystanie przestrzeni kosmicznej dla celów bezpośrednio związanych z różnymi obszarami aktywności ludzkiej na Ziemi ma bardzo szeroki charakter, obejmuje dziesiątki programów krajowych i międzynarodowych. Są to programy cywilne i wojskowe, badawcze i użytkowe, finansowane w dużym i szybko rosnącym procencie przez kapitał prywatny. Prawie wszystkie kraje świata korzystają, w większym lub mniejszym stopniu, z technik kosmicznych. Obecnie można wyróżnić trzy główne obszary działalności, dla których techniki kosmiczne mają szczególne znaczenie. Są to:

- teledetekcja (zdalne badanie Ziemi) - głównie dla potrzeb ochrony środowiska, meteorologii i rolnictwa;
- telekomunikacja, tak w dziedzinie przekazu (telewizja), jak i łączności;
- nawigacja - morska, lotnicza i lądowa, pomiary geodezyjne. Wszystkie te trzy dziedziny mają również znaczenie militarne.

Czynne uczestnictwo w programach kosmicznych jest jednym z najsilniejszych stymulatorów rozwoju techniki i technologii. Ten argument był decydujący przy podejmowaniu programu kosmicznego przez Europę Zachodnią.

Rozwój technik kosmicznych spowoduje zmiany w życiu społeczeństw, systemach nauczania, zarządzania, komunikowania się, a nawet mentalności ludzkiej. Zmiany cywilizacyjne obejmą przede wszystkim te kraje, które umieją i potrafią skorzystać z tych technik. Zyski finansowe osiągną przede wszystkim ci, którzy będą tworzyć systemy wykorzystania przestrzeni kosmicznej bądź brać udział w ich tworzeniu.

Polska nie ma dotychczas żadnego programu, który by określił stanowisko Polski i zdefiniował politykę kraju w sprawach dotyczących wykorzystania przestrzeni kosmicznej, współdziałania z międzynarodowymi organizacjami, czy instytucjami komercyjnymi.

Proces włączania Polski w struktury europejskie nie może pomijać takich organizacji jak Europejska Agencja Kosmiczna, do których należą również takie kraje jak Szwajcaria czy Norwegia, które nie są członkami UE. Brak działań w tym kierunku (porozumienie o współpracy jest tylko pierwszym krokiem) oznacza ignorowanie jednego

z największych obszarów aktywności politycznej i gospodarczej Europy, obszaru reprezentującego najwyższą technologię i ogromny kapitał.

Obszary, w których Polacy mają szansę na sprostanie wymogom narzucanym przez organizacje kosmiczne to technika laserowa, technika mikrofalowa, informatyka pokładowa, technika przekazu danych, konstrukcje mechaniczne, optyka.

Możliwości wykorzystania technik kosmicznych już obecnie są bardzo duże. Systemy multimedialne stwarzają nowe perspektywy dla edukacji, medycyny, zarządzania itp. Teledetekcja jest również wykorzystywana w geologii, poszukiwaniu wody, rybołówstwie itp. Te możliwości będą się szybko zwiększać, wynika to chociażby z planowanych nakładów na działalność kosmiczną do 2005 r.

Wykorzystanie przestrzeni kosmicznej w najbliższych 5-6 latach zaangażuje olbrzymie sumy sięgające 1000 mld USD. Znakiem czasu jest zaangażowanie firm prywatnych w szybkie inwestycje - głównie w telekomunikację i systemy multimedialne.

LITERATURA

1. Berezowski C.: „*Międzynarodowe Prawo Lotnicze*”, Warszawa 1964.
2. Campen A. D.: „*The first Information War*”, Virginia 1992.
3. Cocca A.: „*Teorio del derecho interplanetario*”. Buenos Aires 1957.
4. Cheng B.: „*Recent Development in Air Law*”. Current Legal Problems 1956.
5. Gałązka R. R.: *26 lat działalności człowieka w kosmosie*, „*Nauka*” Nr 2, 14, 1994
6. Gałązka R. R.: *Glob w sieci*, „*Przegląd Techniczny*” 1/1998.
7. Frączyk P., Modliński G.: „*Opis systemu GPS*”. NAVI, 1996.
8. Grzelka A., Makowski P.: „*Systemy nawigacyjne*”. AON, Warszawa 1995.
9. Janczak J., Nowacki G., Scheffs W.: *Analiza możliwości wykorzystania systemu GPS NAVSTAR w wojskach lądowych RP*”. AON, Warszawa 1999.
10. Kacprzak M., Kłoczko A.: „*Garmin GPS 95 XL Personal Navigator*”. Rzeszów 1995.
11. Korowin E.: „*La conquête de la stratosphère et le droit international*”. Revue générale de Droit International Public, 1934.
12. Lamparski J.: „*System NAVSTAR GPS*”. Olsztyn 1994.
13. Lamparski J., Oszczak S.: „*Stan obecny i perspektywy rozwoju systemu nawigacyjnego GPS NAVSTAR*”. Materiały II Konferencji Naukowej, Dęblin 1993.
14. Langley R. B.: „*The GPS Receiver, An introduction*”. University of New Brunswick 1978.
15. Leick A.: „*GPS Satellite Surveying*”. John Wiley and Sons, New York/Chichester/Brisbane/Toronto 1994.
16. Mandl V.: „*Das Weltraumrecht: ein Problem der Raumfahrt*”. Mannheim-Berlin 1932.
17. Meyer A.: „*Kritische Bemerkungen zu neuerem Erörterungen über die Rechtsprobleme des Weltraums*”. Zeitschrift für Luftrecht, 1958.
18. Mietelski J.: „*Astronomia w geografii*”. Warszawa 1995.
19. Nakamoto F. S., Middelstead R. W., Wolfson C. R.: *Impact of time and frequency errors on processing satellites with MFSK modulation*, „*ICC 81*”, Conference, Denver 1981.
20. Opracowanie Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN: Stan Badań Kosmicznych w Polsce, Nauka Nr 4, 184, 1995.
21. Raport Komitetu ONZ ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej, dokument nr A/CONF184/PC/1-1998 r.

22. Raport Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN na 32 Sesję COSPAR w Nagoya: Space Research in Poland 1996-1998, Zespół Wydawniczy CBK PAN, 1998.
23. Sprawozdania i ekspertyzy Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN.
24. Sharpe R. T.: „*GPS Receivers Configuration*” . Marine Electronics, lipiec/sierpień 1990.
25. Spilker J. J: *GPS signal structure and performance characteristics*. W: „*Navigation*” 1978, V. 25 No 2.
26. Stansell T. A.: „*GPS Perspectives*”. Papers presented at International Navigation Congress. Sydney, Australia 1988.
27. Szymoński M.: „*Nawigacyjne wykorzystanie sztucznych satelitów Ziemi*”. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1989.
28. Toft H.: „*GPS Satellite Navigation – New Perspectives in Accurate Navigation*”. Shipmate, Dania 1987.
29. Urbański J.; Wisła S.: „*Zarys teorii błędów nawigacyjnych*”. Gdynia 1964.
30. Valladao H.: „*The Law of Res Communis Omnium and Peaceful Use of Space and of Celestial Bodies*”. VII Coll. IISL, wyd. Norman 1965.
31. Wołczek O.: „*Loty międzyplanetarne*”. Warszawa 1973.

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	3
1. GENEZA BADAŃ PRZESTRZENI KOSMICZNEJ	6
1.1. WIEDZA O WSZECHŚWIECIE	6
1.2. WSPÓŁCZESNE BADANIA PRZESTRZENI KOSMICZNEJ	10
2. MIĘDZYNARODOWE UWARUNKOWANIA PRAWNE EKSPŁORACJI KOSMOSU	19
2.1. STAN PRAWNY DOTYCZĄCY WYKORZYSTANIA KOSMOSU.....	19
2.2. SUWERENNOŚĆ PRZESTRZENI KOSMICZNEJ	20
2.3. DELIMITACJA PRZESTRZENI KOSMICZNEJ	26
2.4. STATUS CIAŁ NIEBIESKICH	36
2.5. OBIEKTY KOSMICZNE.....	39
3. KIERUNKI WYKORZYSTANIA PRZESTRZENI KOSMICZNEJ.....	42
3.1. TELEKOMUNIKACJA	43
3.2. TELEDETEKCJA I METEOROLOGIA	46
3.3. GEODEZJA SATELITARNA I NAWIGACYJNA	48
3.4. BADANIA SŁOŃCA I UKŁADU PLANETARNEGO	52
3.5. BADANIA WSZECHŚWIATA	54
3.4 UDZIAŁ POLSKI W BADANIACH KOSMICZNYCH I PROPOZYCJE PROGRAMOWE.....	56
4. MILITARYZACJA PRZESTRZENI KOSMICZNEJ.....	61
4.1. POLITYCZNO – PRAWNE ASPEKTY MILITARYZACJI PRZESTRZENI KOSMICZNEJ.....	61
4.2. PRZYKŁAD WYKORZYSTANIA SYSTEMÓW SATELITARNYCH	82
ZAKOŃCZENIE	87
LITERATURA	89

