

II. HETEROGENICZNE ZAGADNIENIA BEZPIECZEŃSTWA

SIŁY KOSMICZNE USA I FEDERACJI ROSYJSKIEJ

Gabriel NOWACKI

Wojskowa Akademia Techniczna

Streszczenie: Omówiono tworzone nowe struktury sił kosmicznych Stanów Zjednoczonych oraz Federacji Rosyjskiej, ich główne zadania oraz prowadzone badania w zakresie wykorzystania przestrzeni kosmicznej dla celów cywilnych i wojskowych. Zwrócono uwagę na samoloty bezałogowe, lasery, roboty i inne środki rozmieszczane w przestrzeni kosmicznej. Przedstawiono genezę oraz utworzone dotychczas struktury wojsk kosmicznych w Stanach Zjednoczonych oraz w Rosji, ich podległe elementy, jak również realizowane programy oraz posiadane systemy w przestrzeni kosmicznej.

Słowa kluczowe: siły kosmiczne, militaryzacja kosmosu, nowoczesne systemy broni.

Wstęp

Według prawa międzynarodowego państwa w swojej działalności kosmicznej powinny powstrzymywać się od wszelkich wrogich akcji, natomiast konflikty rozwiązywać metodami pokojowymi¹. Militaryzacja przestrzeni kosmicznej przez niektóre państwa przyczynia się do zagrożenia bezpieczeństwa innych państw, co stoi w sprzeczności z prawnymi aspektami wykorzystania kosmosu².

Wykorzystanie przestrzeni kosmicznej w celach militarnych budziło zdecydowany sprzeciw wielu państw, w tym także USA i byłego ZSRR, które m.in. podpisały porozumienia w zakresie pokojowej eksploracji kosmosu. Pomimo tego obydwa mocarstwa od początku lat sześćdziesiątych umieszczały w przestrzeni kosmicznej satelity i urządzenia wojskowe.

Według danych NASA w przestrzeni kosmicznej znajduje się około 20 tysięcy śmieci o średnicy większej niż 10 cm, 500 tysięcy odpadków o rozmiarze 1-10 cm

¹ C.T. Szyjko, *Bezpieczeństwo kosmosu: rewizja zasad pokojowego wykorzystania przestrzeni wokółziemskiej*, <http://stosunki-miedzynarodowe.pl/bezpieczenstwo/798-bezpieczenstwo-kosmosu-rewizja-zasad-pokojowego-wykorzystania-przestrzeni-wokolziemskiej>, 8 lipca 2010, ponadto trzy konwencje, dwie umowy oraz porozumienie dotyczące prawa kosmicznego.

² Układ o zasadach działalności państw w zakresie badania i użytkowania przestrzeni kosmicznej łącznie z Księżycem i innymi ciałami niebieskimi, 27.01.1967 r., Moskwa–Londyn–Waszyngton.

oraz nawet 100 milionów drobiazgów mniejszych niż 1 cm. Każdy z nich ma prędkość ponad 27 tysięcy km/h³.

Aktualnie militaryzacja kosmosu wkracza w nową fazę. Trzy kraje: USA, Federacja Rosyjska oraz Ukraina posiadają Siły Kosmiczne. Do konfrontacji w kosmosie przygotowują się również Chiny oraz Japonia i Indie. Przestrzeń kosmiczna staje się powoli teatrem działań wojennych. Wojskowe systemy satelitarne wspierały już operacje militarne m.in. w czasie wojny w rejonie Zatoki Perskiej i byłej Jugosławii.

Badania kosmiczne w zakresie wykorzystania kosmosu do celów wojskowych wkraczają w nową fazę rozwoju. Amerykanie oraz Rosjanie prowadzą testy nad wysokoenergetycznym laserem, bezzałogowymi satelitami oraz pojazdami kosmicznymi o prędkości hipersonicznej, które wyposażone w systemy antyrakietowe będą niszczyć cele przeciwnika. Prowadzone są również prace nad mikrosatelitami do zwalczania obiektów nieruchomych, takich jak: stanowiska dowodzenia, schrony itp., oraz czołgów.

Rozwinięte technicznie kraje są już niemal uzależnione od przestrzeni kosmicznej, w której znajdują się urządzenia zapewniające łączność cywilną i wojskową, przekazywanie danych meteorologicznych, ustalanie położenia samolotów czy statków itp. Uderzenie w te systemy oznacza nie tylko „oślepienie” armii, lecz także paraliż całych krajów.

1. Siły Kosmiczne Stanów Zjednoczonych

1.1. Aktualne działania w zakresie tworzenia Sił Kosmicznych USA

Kongres Stanów Zjednoczonych zatwierdził utworzenie Sił Kosmicznych USA (Space Corps), termin rozpoczęcia prac wyznaczony został na 1 stycznia 2019 roku⁴. W związku z powyższym, **Siły Powietrzne USA powołały formację wojsk kosmicznych – Space Mission Force – przy 50. Skrzydle Sił Kosmicznych w bazie lotniczej Schriever, w pobliżu Colorado Springs**. Personel jednostki w Schriever obejmuje 352 żołnierzy, którzy zostali przydzieleni do czterech oddzielnych eskadr. Każda eskadra posiada cztery zespoły dyżurujące w systemie zmianowym po 12 godzin.

³ A. Karasińska, *Sto milionów odpadów krąży nad naszymi głowami. Zobacz, jak do tego doszło*, 18 lipca 2017, <https://www.polityka.pl/tygodnikpolityka/nauka/1645708,1,sto-milionow-odpadow-krazy-nad-naszymi-glowami-zobacz-jak-do-tego-doszlo.read>.

⁴ *Nowa formacja sił kosmicznych USAF gotowa do służby*, 10 lutego 2016, <http://www.space24.pl/nowa-formacja-sil-kosmicznych-usaf-gotowa-do-sluzby>.

Zadania realizowane przez te struktury mają związek z potrzebą dostosowania systemu obrony USA do międzynarodowej rywalizacji w przestrzeni kosmicznej. Chodzi m.in. o ochronę amerykańskich instalacji kosmicznych i zapobieganie atakom na obiekty satelitarne umieszczone na orbicie okołoziemskiej.

Ponadto prowadzone są prace nad robotem XS-1⁵, który będzie mógł pokonać kilka tysięcy kilometrów na godzinę, a także umieścić satelitę na orbicie – raz dziennie. Firma Boeing we współpracy z DARPA ma zbudować prototyp tego urządzenia do końca 2019 roku. Robot ma startować pionowo, osiągać prędkość nawet do 10 tysięcy km/h.

Amerykanie posiadają duże doświadczenie w tym zakresie, opracowali samolot rakietowy X-15⁶ z prędkością hipersoniczną, ponadto przetestowali wahadłowce, których prędkość osiągała 25 machów.

Prowadzone były także badania nad pojazdami eksperymentalnymi HTV oraz AHW, których prędkość miała wynosić około 25 tysięcy km/h. W 2011 roku przeprowadzono udany test pojazdu, który pokonał trasę 3,7 tysiąca km. W 2014 próba rakiety AHW zakończyła się niepowodzeniem.

W 2013 roku przeprowadzony został także test eksperymentalnego samolotu bezzałogowego X-51⁷, który osiągnął prędkość hipersoniczną około sześciu tysięcy km/h, a jego lot przebiegał bez żadnych problemów.

Nowe środki kosmiczne mają także spowodować zakłócanie rosyjskiego systemu wczesnego ostrzegania, co ma ważne znaczenie w przypadku wystrzelenia rakiety przez Koreę Północną, kiedy FR mogłaby zinterpretować sytuację jako atak jądrowy na Kamchatkę lub Władywostok i uruchomić procedurę odwetową.

⁵ Projekt XS-1. Amerykański robot do prowadzenia wojny w kosmosie, <https://www.tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiate,2/xs-1-nowy-samolot-rakieta-wojska-usa-do-prowadzenia-wojny-w-kosmosie,743350.html>, 26.05.2017.

⁶ Tajny rosyjski projekt 4204 kontra Amerykanie. Wyścig po najszybszą broń świata, 20 czerwca 2015, <https://www.tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiate,2/hipersoniczne-zbrojenia-projekt-4204-i-pojazd-wu-14,552902.html>.

⁷ USA bliżej broni przyszłości. X51 mknął z prędkością hipersoniczną, 4 maja 2013 roku, <https://www.tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiate,2/usa-blizej-broni-przyszlosci-x-51-mknal-z-predkoscia-hipersoniczna,323219.html>.

1.2. Geneza tworzenia Sił Kosmicznych USA⁸

Dowództwo Sił Kosmicznych USA – DSK (USSPACOM – United States Space Command) utworzone zostało w 1985 roku, jako dowództwo strategiczne Sił Zbrojnych Stanów Zjednoczonych z siedzibą w bazie sił powietrznych Peterson (Colorado). Działalność jako samodzielne dowództwo prowadziło do 2002 roku.

26 czerwca 2002 roku sekretarz obrony USA ogłosił połączenie Dowództwa Sił Kosmicznych z Amerykańskim Dowództwem Strategicznym (USS-STRATCOM). Połączenie miało na celu poprawę skuteczności działania, a także przyspieszenie wymiany informacji potrzebnych do podejmowania decyzji strategicznych.

W skład DSK wchodziły trzy komponenty: powietrzny, lądowy i morski. DSK odpowiedzialne było za obronę strategiczną USA przed uderzeniami jądrowymi oraz prowadzenie operacji kosmicznych.

Dowództwu Komponentu Powietrznego Sił Kosmicznych podlegały:

- 14 Dowództwo Sił Powietrznych,
- 20 Dowództwo Sił Powietrznych,
- System Wsparcia Kosmicznego (DSP),
- Centrum Operacji Kosmicznych,
- Centrum Kontroli Kosmosu,
- Wojskowe Systemy Satelitarne,
- Systemy Międzykontynentalnych Pocisków Balistycznych.

14 Dowództwo Sił Powietrznych (rejon dyslokacji Vandenberg – Kalifornia) odpowiedzialne było za eksplorację przestrzeni kosmicznej na potrzeby sił powietrznych, marynarki wojennej, sił lądowych oraz sił specjalnych. Główne zadania w tym zakresie to:

- nadzór nad systemami C2, satelitami łączności, ostrzegania i powiadamiania oraz meteorologicznymi;

⁸ G. Nowacki, *Militaryzacja kosmosu*, AON, Warszawa 2002, s. 110-141. G. Nowacki, *Rozpoznanie satelitarne USA i Federacji Rosyjskiej*, AON, Warszawa 2002, s. 64-119. G. Nowacki, W. Krzeszowski, *Możliwości wykorzystania przestrzeni kosmicznej*, AON, Warszawa 2001. J.R. Hamby, O.A. Smith, *US Space Command – Does it support national military space requirements*, Air Command and Staff College, Air University, Maxwell AFB, April 1987, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a182087.pdf>. Long range plan: implementing USSPACECOM vision for 2020. Peterson AFB, 1998. *A history of Anti-Satellite Programs*, <https://www.ucsusa.org/nuclear-weapons/space-security/a-history-of-anti-satellite-programs#.WuV79aSFPDc>, February, 2012. *Anti-Satellite Weapons (ASAT). History and definition*, by A. Zak, Geneva, UNIDIR, March 2014, <http://www.unidir.ch/files/conferences/pdfs/anti-satellite-weapons-asats-history-and-definitions-en-1-968.pdf>. J.D. Cinnamon, *US Department of the Space Force: a necessary evolution*, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a562163.pdf>, 15.05.2012. *The U.S. Air Force in Space 1945 to the Twenty-First Century*, Washington, D.C. 1998, <https://media.defense.gov/2010/Oct/01/2001329745/-1/-1/0/AFD-101001-060.pdf>.

- ostrzeganie i likwidacja zagrożeń w przestrzeni kosmicznej i powietrznej (wykrywanie pocisków raketowych, kierowanie pociskami raketowymi, ocena skutków zniszczeń);
- utrzymywanie w operacyjnej gotowości bazy Vandenberg i przylądka Canaveral do wystrzeliwania rakiet;
- kontrola radarów obserwacji przestrzeni powietrznej na całej kuli ziemskiej oraz orbit satelitów.

Stan osobowy 14 Dowództwa Sił Powietrznych wynosił: 14 000 personelu wojskowego oraz 13 500 pracowników cywilnych. Dowództwu podlegały:

- 21 Skrzydło Kosmiczne w Peterson (Kolorado),
- 30 Skrzydło Kosmiczne w Vandenberg (Kalifornia),
- 45 Skrzydło Kosmiczne w Patrick (Floryda),
- 50 Skrzydło Kosmiczne w Schriever (Kolorado),
- 76 Klucz Operacji Kosmicznych.

21 Skrzydło Kosmiczne było odpowiedzialne za kontrolę obiektów w przestrzeni kosmicznej oraz ostrzeganie o zagrożeniach na potrzeby Dowództwa Sił Kosmicznych oraz Dowództwa Obrony Powietrznej Ameryki Północnej (NORAD⁹). Zapewniało ostrzeganie i powiadamianie przed strategicznymi i operacyjno-taktycznymi rakietami balistycznymi dla wszelkiego rodzaju dowództw na kuli ziemskiej. Prowadziło kontrolę wykrytych obiektów w przestrzeni kosmicznej.

30 Skrzydło Kosmiczne odpowiedzialne było za przygotowanie, wystrzeliwanie i śledzenie rakiet nośnych Atlas i Tytan (z bazy Vandenberg), które wynoszą na orbity sztuczne satelity na potrzeby Departamentu Obrony USA oraz korporacji cywilnych. Zapewniało także testy dla międzykontynentalnych pocisków balistycznych.

45 Skrzydło Kosmiczne odpowiedzialne było za eksplorację przestrzeni kosmicznej na potrzeby Departamentu Obrony USA oraz korporacji cywilnych. W zakres jego odpowiedzialności wchodziło utrzymywanie gotowości do wystrzeliwania rakiet nośnych z przylądka Canaveral na potrzeby agencji NASA. Zabezpieczało prowadzenie testów dla okrętowych pocisków raketowych oraz umożliwiło zabezpieczenie logistyczne dla okrętów w rejonie przylądka Canaveral. Stan osobowy skrzydła wynosi 11 000 osób.

50 Skrzydło Kosmiczne zapewniało kontrolę satelitów Departamentu Obrony USA oraz zarządzanie siecią kontrolną satelitów sił powietrznych – AFSCN (Air Force Satellite Control Network). Skrzydło prowadziło kontrolę wystrzeliwania rakiet nośnych, umieszczania sztucznych satelitów na orbitach oraz korygowało ewentualne błędy.

⁹ NORAD (The North American Aerospace Defense Command) – jest dowództwem dwunarodowym, zapewniającym kontrolę przestrzeni kosmicznej i powietrznej dla USA oraz Kanady. Dowództwo zajmuje się wykrywaniem i śledzeniem obiektów w przestrzeni kosmicznej i powietrznej. Mogą to być takie obiekty jak: samolot, pociski raketowe, pojazdy kosmiczne, sztuczne satelity itp.

76 Klucz Operacji Kosmicznych w bazie sił powietrznych Falcon był jednostką wsparcia kosmicznego podległą bezpośrednio pod 14 Dowództwo SP. Jednostka zapewniała wsparcie kosmiczne dla Komponentu Powietrznego Sił Kosmicznych zarówno w czasie pokoju, kryzysu, jak i wojny. Rejon odpowiedzialności obejmował całą kulę ziemską. Oprócz zabezpieczenia wsparcia kosmicznego, Klucz prowadził różnego rodzaju ekspertyzy wykorzystania nowych systemów walki w przestrzeni kosmicznej.

20 Dowództwo Sił Powietrznych (rejon dyslokacji F.E. Warren – Wyoming) – odpowiedzialne było za gotowość oraz użycie Międzykontynentalnych Rakietowych Pocisków Balistycznych (500 typu Minuteman III, 50 Peacekeeper) rozmieszczonych w stanach: Colorado, Montana, Północna Dakota – N.D., Nebraska, Wyoming. Stan osobowy 20 Sił Powietrznych wynosi 9 000 osób, podlegały im następujące jednostki:

- 90 Skrzydło Kosmiczne w F.E. Warren (Wyoming),
- 91 Skrzydło Kosmiczne w Minot (Północna Dakota);
- 341 Skrzydło Kosmiczne w Malstrom (Montana),
- 635 Klucz Operacji Kosmicznych w Offutt (Nebraska).

90 Skrzydło Kosmiczne było odpowiedzialne za obronę przed pociskami rakiętowymi oraz wykorzystanie międzykontynentalnych rakiet balistycznych (ICBM). Skrzydło zatrudnia 3200 osób personelu wojskowego i 450 pracowników cywilnych. Zadania realizowane były na potrzeby Dowództwa Sił Kosmicznych USA oraz Dowództwa Obrony Powietrznej NORAD. W stanie gotowości bojowej znajdowało się 1500 osób personelu, który odpowiedzialny był za utrzymanie i wystrzeliwanie następujących ilości międzykontynentalnych rakiet balistycznych (ICBM):

- 150 typu Minuteman III,
- 50 typu Peacekeeper.

91 Skrzydło Kosmiczne realizowało podobne zadania jak poprzednie 90 Skrzydło. Stan osobowy personelu, który odpowiadał za 150 międzykontynentalnych rakiet balistycznych typu Minuteman III, wynosił 1500 osób.

341 Skrzydło Kosmiczne realizowało podobne zadania, posiadało 200 międzykontynentalnych rakiet balistycznych typu Minuteman III, które rozmieszczone były w stanie Montana.

Kosmiczne Centrum Operacji (rejon dyslokacji Schriever – Kolorado) było odpowiedzialne za wykorzystanie systemów kosmicznych do prowadzenia operacji w kosmosie, w powietrzu i na Ziemi.

Centrum składało się z czterech oddziałów odpowiedzialnych za:

- wsparcie operacji wojskowych,
- wykorzystanie narodowych możliwości bojowych,
- analizę operacji, planów i potrzeb.

Centrum podlegały m.in.:

- 17 Eskadra Badawcza w Schriever, która prowadziła badania przestrzeni kosmicznej,

- 575 Eskadra Testowania Lotów w Vanderbergu odpowiedzialna za testy pocisków raketowych;
- Laboratorium Badań Kosmicznych, które odpowiedzialne było za wdrażanie innowacji w prowadzeniu operacji kosmicznych i zabezpieczenia logistycznego.

Centrum zapewniało pomoc w odnalezieniu zestrzelonych samolotów i ich załóg. W tym zakresie prowadzone były badania w ramach programu „Talon Hook”. 112 odbiorników typu „Hook” współpracujących z systemem GPS umożliwiało lokalizację załóg zestrzelonych lub uszkodzonych samolotów.

Zasadnicze zadania *Centrum Kontroli Kosmosu* to:

- obserwacja przestrzeni kosmicznej,
- wykorzystanie systemów kosmicznych do celów wojskowych (zapewnienie łączności, prognozy pogody, wykrywanie obiektów, ostrzeganie i powiadamianie, nawigacja),
- ochrona systemów kosmicznych.

System Wparcia Obronnego (DSP) przeznaczony był do wykrywania pocisków raketowych wszystkich rodzajów w czasie niemal rzeczywistym.

Od 1970 r. satelity DSP przekazywały dane do systemu NORAD i Dowództwa Wojsk Kosmicznych (US Space Command) oraz Centrum Wczesnego Wykrywania i Ostrzegania w Cheyenne Mountain.

Te dowództwa i centra przekazywały dane do różnych agencji na całym świecie.

Początkowo satelita DSP ważył 2100 funtów, posiadał 2000 czujników, moc 400 watów, a jego okres używalności wynosił trzy lata.

Kolejne satelity ważyły 3960 funtów, posiadały moc 680 watów, a liczba ich czujników wynosiła 6000.

Satelity DSP F-13 i DSP F-12 zostały wystrzelone w 1982 r., a w 1984 r. zakończyły swoją misję. DSP F-6R został wystrzelony w 1984 r., DSP F-5R w 1987 r. Wszystkie te satelity należały do pierwszej generacji.

Druga generacja ulepszonych satelitów DSP (DSP-Improved) została wyniesiona przez raketę nośną Tytan-4 12 listopada 1990 r. Dwa satelity DSP były wykorzystywane do wykrywania irackich pocisków *Scud* w czasie wojny w rejonie Zatoki Perskiej od sierpnia 1990 r. do lutego 1991 r.

Satelita DSP-I (Improved) ważył 5200 funtów, jego moc wynosiła 1250 W, długość – 33 stopy, średnica 14 stóp. Posiadał techniczne ulepszenia, między innymi radary pozahoryzontowe. Zasadnicze czujniki DSP pracują w podczerwieni, a zaprojektowano je do wykrywania startów radzieckich (a potem rosyjskich) i chińskich rakiet międzykontynentalnych wystrzeliwanych z wyrzutni lądowych i okrętów podwodnych.

Ostatni satelita systemu DSP został umieszczony na orbicie w roku 2007. Satelity DSP wyposażone są także w zestaw czujników do wykrywania wybuchów jądrowych w atmosferze. Podczas wieloletniej eksploatacji pracujące w podczerwieni czujniki

satelitów serii DSP wykrywały również odpalenia ракет średniego zasięgu, samoloty lecące z włączonym dopalaczem, satelity na niskich orbitach wokół Ziemi, a nawet duże eksplozje.

Aktualnie system DSP zastępowany jest przez system SBIRS (Space-Based Infrared System), co spowodowane jest wymianą przestarzałych urządzeń oraz postępowaniem technologicznym. Wynoszenie na orbitę satelitów geosynchronicznych SBIRS rozpoczęło się w roku 2011.

Komponent powietrzny (Air Force Space Command – AFSPC) był jednym z ważniejszych elementów DSK, z siedzibą w Peterson (Colorado Springs), gotowość operacyjną osiągnął 1 września 1982 r.

Zadaniem komponentu powietrznego (AFSPC – Air Force Space Command) była realizacja następujących misji:

- wsparcie sił kosmicznych,
- kontrola przestrzeni kosmicznej,
- zabezpieczenie dodatkowe,
- wykorzystanie sił kosmicznych.

Wsparcie sił kosmicznych polegało na wystrzeliwaniu i kontroli działania satelitów wojskowych USA. Satelity były wystrzeliwane za pomocą ракет nośnych takich jak: Tytan II, Tytan IV, Atlas II, Delta II z przylądka Canaveral (Floryda) oraz bazy SP Vandenberg (Kalifornia). Komponent powietrzny wykorzystywał Sieć Kontroli Satelitów o zasięgu światowym AFSCN (Air Force Satellite Control Network) do stałego monitorowania satelitów na orbitach.

Kontrola obejmowała obiekty orbitujące w kosmosie – od najmniejszych, wielkości piłki do baseballa, do większych rozmiarów. Pomagało to w upewnieniu się, że obiekt porusza się po wyznaczonej orbicie. Może odnosić się także do panowania w kosmosie, w tym przypadku chodzi o wyeliminowanie obiektów przeciwnika.

Zabezpieczenie dodatkowe obejmowało nawigację, ostrzeganie przed pociskami rakietowymi, łączność satelitarną oraz rozpoznanie.

Komponent Lądowy Sił Kosmicznych. 1 października 2002 r. w Waszyngtonie utworzono nowe dowództwo – Dowództwo Komponentu Lądowego Sił Kosmicznych i Obrony Przeciwrakietowej (SMDC – Space Missile Defense Command). Zostało przemianowane z poprzedniego Dowództwa Komponentu Lądowego oraz Obrony Strategicznej. Dowództwo podlegało pod Dowództwo Sił Kosmicznych. Nowym zadaniem SMDC było zapewnienie obrony kosmicznej oraz przeciwrakietowej.

Do wykorzystania dowództwa zostały powołane następujące struktury:

- Instytut Kosmiczny i Obrony Przeciwrakietowej w Huntsville (Alabama);
- Połączony Lądowy System Obrony przed Pociskami Manewrującymi (JLENS – Joint Land Attack Cruise Missile Defense Elevated Netted Sensor System), poprzednia nazwa Aerostat.
- Commanding General US Army Space and Defense Command – Dowódca Komponentu Lądowego Sił Kosmicznych USA;

- DCG ARSPACE – zastępca dowódcy ds. operacyjnych;
- DCG RDA – zastępca dowódcy ds. badań i technologii;
- Space Support – wsparcie kosmiczne;
- Battle Lab – Laboratorium Pola Walki;
- Technical Center – Centrum Techniczne;
- Test Evaluation Center – Centrum Zaawansowanych Testów;
- ASPO – Army Space Office – Biuro Komponentu Lądowego;
- USAKA/RTS (United States Army Kwajalein Atoll/ Ronald Reagan Ballistic Missile Defense Test Site (USAKA/RTS) – Atol Kwajaleina/ Centrum Testów Obrony Przeciwrakietowej Ronalda Reagana;
- HELSTF (The High Energy Laser Systems Test Facility) – Instytut Badania Systemów Laserowych Wysokiej Energii;
- OT II – Office of Technology II – Biuro Zaawansowanych Technologii.

Zadaniem **Dowództwa Komponentu Morskiego Sił Kosmicznych** było zapewnienie wsparcia systemów kosmicznych na potrzeby sił morskich w czasie pokoju, kryzysu oraz wojny.

Dowództwo zostało powołane w 1983 r., miejsce dyslokacji Dahlgren (Virginia). W skład dowództwa wchodziły:

- Sztab, miejsce dyslokacji jak wyżej;
- Dowództwo Komponentu w Point Mugu (California);
- Dowództwo Komponentu w Chesapeake (Virginia).

Centrum Operacyjne Satelitów Sił Morskich (The Naval Satellite Operations Center – NAVSOC) było odpowiedzialne za kontrolę i operacyjne wykorzystanie satelitów. Dowództwo początkowo działało jako Grupa Astronautyczna Sił Morskich (The Navy Astronautics Group) od 1962 r., zarządzając Systemem Nawigacji Satelitarnej TRANSIT. Dowództwo wykorzystywało do tego celu naziemne stacje kontrolne w Maine (California) i Guam.

Dowództwo Wsparcia Sił Morskich (The Fleet Surveillance Support Command) zostało powołane w 1986 r. w celu nadzoru wykorzystania radarów ponadhoryzontalnych (ROTHR). Początkowo radary te były przeznaczone do ostrzegania dowódców szczebla taktycznego przed pociskami raketowymi dalekiego zasięgu. Radary (ROTHR) zostały rozmieszczone w Virginii w 1989 r. oraz w Teksasie w 1995 r.

Centrum Operacyjne Komponentu Morskiego Sił Kosmicznych (Naval Space Operations Center – NAVSPOC) znajdowało się w Dahlgren (Virginia).

Około 1 miliona danych związanych z wykryciem i obserwacją było rejestrowanych przez czujniki każdego miesiąca. Dane gromadzone były w centralnym komputerze Dowództwa Komponentu Morskiego Sił Kosmicznych w Dahlgren (Virginia). Te dane były przekazywane do jednostek Sił Morskich oraz Korpusu Piechoty Morskiej.

Dowództwo Komponentu Morskiego Sił Kosmicznych zapewniało całodobową pracę zmianową i stanowił Zapasowe Centrum Kontroli Przestrzeni Kosmicznej.

Systemy pracujące na potrzeby tego centrum wykrywały, identyfikowały i śledziły obiekty w przestrzeni kosmicznej, przekazując o nich dane do tysiąca użytkowników.

Na szczeblach taktycznych zadania na korzyść Dowództwa Komponentu Morskiego Sił Kosmicznych były realizowane przez stacje naziemne JTAGS (Joint Tactical Ground Station), które przy współpracy z systemem wsparcia obronnego DSP miały możliwość wykrycia celów taktycznych. Stacje te rozmieszczone były na teatrach działań wojennych, posiadają bezpośrednią łączność z dowódcami TDW oraz systemami broni takimi jak AEGIS, Patriot. Stacje były elementami Taktycznego Systemu Rozpoznawczo-Uderzeniowego.

Zadania w zakresie wielospektralnego rozpoznania fotograficznego realizowane były przez satelity typu LANDSAT, SPOT, IKONOS. Do łączności wykorzystywany był głównie system FLTSATCOM oraz LEASAT.

12 czerwca 2002 r. powołano Dowództwo Operacji Kosmicznych Komponentu Morskiego Sił Kosmicznych.

Centra i systemy wsparcia kosmicznego DSK. Na potrzeby Dowództwa Sił Kosmicznych USA utworzone zostały następujące centra:

- Centrum Obrony Przestrzeni Kosmicznej (Space Defense Operations Center – SPADOC);
- Centrum Śledzenia Przestrzeni Kosmicznej (Space Surveillance Center – SSC);
- Centrum Ostrzegania przed Pociskami Rakietowymi (Missile Warning Center – MWC);
- Połączone Centrum Rozpoznania Przestrzeni Kosmicznej (Joint Space Intelligence Center – JSIC).

W ramach prowadzenia operacji kosmicznych dowództwo nadzorowało wykorzystanie następujących systemów kosmicznych:

- 1) Łączności Satelitarnej Sił Powietrznych AFSATCOM (Air Force Satellite Communications);
- 2) Łączności Satelitarnej Sił Morskich FLTSATCOM (Fleet Satellite Communications (FLTSATCOM));
- 3) Łączności Satelitarnej DSCS (Defense Satellite Communications System);
- 4) Łączności Milstar;
- 5) Nawigacji Satelitarnej TRANSIT (Transit Maritime Navigation System);
- 6) Globalnego Systemu Nawigacyjnego GPS (Global Positioning System);
- 7) Globalnego Systemu METEO – DMSP (Defense Meteorological Satellite Program).

System Łączności Satelitarnej AFSATCOM (Air Force Satellite Communications System) zapewniał globalną łączność UKF dla Sił Powietrznych USA w czasie niemal rzeczywistym.

System składał się z segmentu kosmicznego i naziemnego. W pierwszym z nich znajdowały się terminale zakresu UKF umieszczone na platformach kosmicznych. W skład systemu wchodziły satelity obsługujące powyższy system (AFSATCOM) oraz:

- satelity pracujące na potrzeby systemu łączności Marynarki Wojennej USA (FLTSATCOM – Fleet Satellite Communication System);
- satelity wydierżawione (LEASATCOM – Leased Satellite Communication System);
- satelity z urządzeniami analizy danych (SDS – Satellite Data Systems);
- satelity systemu DSCS III;
- satelity eksperymentalne Lincoln 8, 9 (LES – Lincoln Experimental Satellites).

Segment drugi obejmował: naziemne standardowe urządzenia łączności, terminale łączności specjalnej oraz urządzenia łączności „Ziemia–samolot”.

System AFSATCOM wykorzystywał 12 kanałów łączności (kanały 11-22 o szerokości 5 kHz). Sygnały przekazywane w kanałach dla Sił Powietrznych (11-17) były przetwarzane, co oznacza, że sygnały o częstotliwości 317 MHz nadawane były z szybkością 75 b/s, są modulowane amplitudowo, przetwarzane, demodulowane i przekazywane na częstotliwości 243 MHz. Standardy przekazu danych (szybkość 75 b/s) wymagały specjalnych terminali. Sygnały przekazywane w kanałach 18-22 nie były przetwarzane. System AFSATCOM służył do przekazywania następujących danych:

- sygnałów o zagrożeniu (ostrzeżenie i powiadomienie) – EAM (Emergency Action Message);
- meldunków o pozycjach samolotów i okrętów;
- meldunków bojowych;
- poleceń Naczelnego Dowódcy (CINC – Commander-in-Chief).

System Łączności Satelitarnej Marynarki Wojennej USA (FLTSATCOM – Fleet Satellite Communications System) zapewniał globalną łączność UKF dla Marynarki Wojennej USA w czasie niemal rzeczywistym.

W skład systemu (segment kosmiczny i segment naziemny) wchodziły m.in.:

- terminale Sił Lądowych USA – AN/PSC-5 Spitfire;
- miniaturowe terminale Sił Powietrznych (Air Force Miniature Air Terminals);
- miniaturowe terminale Marynarki Wojennej USA (Navy Mini-DAMA Terminals);
- terminale pracujące w zintegrowanym systemie kontroli wojskowej łączności satelitarnej (JMINI – The Joint MILSATCOM Network Integrated Control System);
- terminale do łączności z grupami okrętów bojowych (Navy Battlegroup);
- terminale do łączności i rozpoznania specjalnego (Special Intelligence and Communications);
- terminal do łączności z prezydentem USA.

Marynarka Wojenna USA wykorzystywała dziesięć kanałów (numeracja 1-10), jeden pojedynczy kanał łączności (25 kHz) i dziewięć zapasowych kanałów (25 kHz).

System AFSATCOM (Air Force Satellite Communications System) wykorzystywał dwanaście kanałów (numeracja 11-22) wąskopasmowych (5 kHz) i jeden kanał szerokopasmowy (500 kHz) na potrzeby władz wojskowych (National Command Authority) – numer kanału 23.

System FLTSATCOM składał się z pięciu satelitów operacyjnych, które były wykorzystywane przez siły powietrzne, marynarkę wojenną i prezydenta USA. Każdy satelita wykorzystywał 23 kanały łączności, 10 kanałów dla MW, 12 dla SP i jeden dla prezydenta USA.

Trzy satelity systemu pracowały w zakresie częstotliwości UKF. Satelity oznaczone numerami 8 i 9 pracowały w zakresie bardzo wysokich częstotliwości (pasmo górne – 44 GHz, dolne – 20 GHz). Antena satelity systemu FLTSATCOM posiadała średnicę 3,3 metra.

Trzy pierwsze satelity systemu FLTSATCOM zostały wystrzelone z przylądka Canaveral i osiągnęły gotowość operacyjną w kolejnych latach: 1978, 1979, 1980. Następne satelity były wystrzeliwane w latach: 1986 (nr 7), 1989 (nr 8), 1998 (nr 9).

Satelita systemu FLTSATCOM posiadał:

- 12 nadajników zakresu UKF/SHF;
- antenę odbiorczą zakresu UKF o średnicy 4,9 metra;
- offsetową antenę nadawczą zakresu UHF;
- eksperymentalne nadajniki wysokich częstotliwości (EHF – Extremely High Frequency) o mocy 20 W (dotyczy tylko satelitów oznaczonych numerami: 6 i 7);
- terminale do łączności z Ziemią.

System łączności satelitarnej – DSCS (Defense Satellite Communication System) zapewniał łączność odporną na zakłócenia na potrzeby prezydenta, Departamentu Obrony, Sił Lądowych, Sił Powietrznych i Marynarki Wojennej USA, NATO oraz Wielkiej Brytanii. W skład systemu wchodziły:

- segment satelitarny (satelity na orbicie geostacjonarnej na wysokości 22 000 mil)¹⁰;
- segment terminali (635 ruchomych terminali, transpondery pokładowe wyposażone są w anteny o średnicy 84 cm, transpondery naziemne w anteny o średnicy 18 m)¹¹;
- segment kontrolny (pięć centrów kontroli)¹².

¹⁰ J. Cushman, „Defense Week”, 19 September 1983, „Defense Daily”, 28 December 1984, s. 284.

¹¹ Space and Missile Systems Center, *Defense Satellite Communication System (DSCS III) Orbital Operations Support Sol F04701-95-R-0013*, „Commerce Business Daily”, Issue No. PSA-1257, 6 January 1995.

¹² K. Liopiros, E. Lam, *Extremely High Frequency Satellites Offer Flexibility*, „Signal”, vol. 44, nr 11, July 1990, s. 79.

Segment terminali składał się z dwóch podsystemów. Pierwszy z nich miał osiem anten, które utrzymują łączność na różne sposoby z sześcioma niezależnymi transponderami. Każdy transponder posiadał swój ogranicznik, mikser oraz nadajnik, które mogą być konfigurowane, aby zapewnić specyficzny typ przekazu danych dla użytkownika.

W skład drugiego podsystemu wchodził transponder, który pracował także na korzyść systemu sił powietrznych (AFSATCOM SCT – *single channel transponder*). Transponder SCT posiadał własną antenę nadawczo-odbiorczą zakresu UKF, która może utrzymywać łączność w paśmie częstotliwości X, oraz wielowiązkową antenę odbiorczą (*Multi-beam antenna* – MBA). W transponderze znajdowały się: urządzenie pamięciowe, modulator i demodulator oraz urządzenie przeciwzakłóceń.

Osiem satelitów pierwszej generacji (DSCS I) zostało umieszczonych na orbicie w roku 1966. Umieszczanie satelitów DSCS II rozpoczęło się w 1971 r. Od 1983 r. umieszczane były satelity trzeciej generacji – DSCS III¹³.

System zapewniał przekazywanie danych (dalekopis, telefon, faks, zdjęcie) w zakresie UKF oraz w paśmie bardzo wysokich częstotliwości (SHF – *Super High Frequency*).

W roku 2001 na orbicie znajdowało się dziewięć satelitów, z których pięć było aktywnych, cztery zapasowe. Satelita dokonywał korekcji swojej pozycji na orbicie z dokładnością do 0,1 stopnia. Moc baterii słonecznych – 1240 W. System wyposażony był także w urządzenia wczesnego wykrywania i powiadamiania.

Od roku 2007 system DSCS jest zastępowany przez Szerokopasmowy Globalny System SATCOM (SATCOM Wideband Global).

System łączności satelitarnej MILSTAR (*Military Satellite Communications System*) zapewniał łączność globalną oraz bezpieczeństwo przekazu danych w czasie pokoju oraz wojny. Był odporny na zakłócenia. Konstelacja satelitów gwarantowała łączność prezydentowi, naczelnemu dowódcy (CINC), dowództwom rodzajów sił zbrojnych oraz pojedynczym użytkownikom, takim jak: okręt, samolot, stacja naziemna.

System MILSTAR był systemem łączności o zaawansowanych technologiach. Składał się z czterech satelitów operacyjnych umiejscowionych na orbitach geostacjonarnych. Ważył około 4,8 tony, a jego okres używalności wynosił około 19 lat. Pierwszy satelita MILSTAR został umieszczony na orbicie 7 lutego 1994 r. przez raketę nośną Titan IV. Kolejny wystrzelono 5 listopada 1995 r. Z chwilą wystrzelenia trzeciego satelity w 1999 r. system zwiększył swoje możliwości w zakresie łączności, ze względu na dodatkowe terminale o szybszym przekazie danych.

Każdy satelita systemu miał możliwość przekazu danych do wszystkich terminali na kuli ziemskiej. Terminale zapewniały cyfrową, kodowaną łączność za pomocą telefonów, dalekopisów i faksów.

¹³ „Air Force Magazine”, *Air Force Almanac* 1997, s. 148.

System składał się z trzech segmentów:

- kosmicznego (cztery satelity łączności);
- segmentu użytkowników (terminale);
- segmentu kontrolnego.

Dowództwo Kosmiczne Sił Powietrznych oraz Centrum Międzykontynentalnych Pocisków Balistycznych w Los Angeles (Kalifornia) są odpowiedzialne za segment kosmiczny i kontrolny. Centrum Systemów Elektronicznych w Hanscom (Mass) było odpowiedzialne za segment wykorzystywany przez siły powietrzne USA.

4 Eskadra Operacji Kosmicznych w Schriever (Kolorado) była odpowiedzialna za przekaz danych w czasie niemal rzeczywistym.

W 2010 roku system Milstar został przeniesiony do programu Zaawansowanych Ekstremalnie Wysokich Częstotliwości (*Advanced Extremely High Frequency*). Satelity systemu Milstar mają zostać zastąpione satelitami o niezwykle wysokiej częstotliwości. Ponadto satelity Block I (USA-99, USA-115) są nadal dostępne w systemie.

System Nawigacji Satelitarnej TRANSIT (Navy Navigation Satellite System, NNSS) został zbudowany w latach 1958-1962 przez Laboratorium Fizyki Stosowanej (Applied Physics Laboratory – APL) Uniwersytetu Johnsa Hopkinsa.

Transit był przez 35 lat (do 31 grudnia 1996) używany do dokładnej nawigacji satelitarnej, przede wszystkim na potrzeby sił morskich USA. W roku 1967 został udostępniony użytkownikom cywilnym. Oprócz zastosowań nawigacyjnych służył także jako pomoc geodezyjna i źródło częstotliwości wzorcowej. Do nawigacji lotniczej się nie nadawał, ze względu na długi czas pomiaru danych (od 6 do 18 minut). Oprócz tego przelicznik wymagał wprowadzenia danych o prędkości i wysokości anteny odbiorczej nad poziomem morza.

Dla systemu Transit opracowano wiele nowych technologii, m.in. stabilizacji częstotliwości, synchronizacji odbiornika z zegarem satelity za pomocą danych efemerycznych czy kontroli i korekcy działania układów nawigacyjnych satelity przez naziemne stacje kontrolne (sieć NAVSOC – *Naval Satellite Operations Center*). Segment satelitarny składał się z sześciu satelitów. Najpierw był to satelita typu *Oscar*, później *Nova* i ulepszony *Oscar* – SOOS (*Stacked Oscars On Scout*), czyli dwa satelity Oscar wynoszone jedną raketą Scout. Ostatnie dwa satelity konstelacji *Transit*, SOOS-4, zostały wysłane w kosmos w sierpniu 1988 r. Satelity emitowały sygnały na częstotliwościach 150 MHz i 400 MHz. Ich dane były uaktualniane dwa razy dziennie, przy okazji odbioru danych telemetrycznych przez stacje kontrolne. Dokładność systemu była stopniowo polepszana od 900 m w roku 1962, 185 m w 1969, do 36 metrów w roku 1971. Ocenia się, że wyprodukowano około 80 000 odbiorników nawigacyjnych i geodezyjnych systemu Transit.

Ogółem zostało wystrzelonych trzynaście satelitów systemu Transit. W maju 1969 r. Marynarka Wojenna USA umieściła na orbicie pierwszego satelitę serii TIMATION. Projekt TIMATION od 1973 roku połączony został z projektem systemu USAF 621B, co dało początek projektowi Systemu Globalnej Nawigacji,

początkowo jako DNSS (*Defense Navigation Satellite System*), a następnie GPS (*Global Positioning System*).

Globalny System Nawigacji Satelitarnej GPS Navstar (*Global Positioning System, Navigational Satellite Time and Ranging*) początkowo podlegał pod Dowództwo Sił Powietrznych USA, które rozpoczęło jego projektowanie w 1964 r. W grudniu 1973 r. rozpoczęto pierwszą fazę realizacji projektu oraz próby technologiczne. Pierwsze satelity systemu GPS NAVSTAR zostały umieszczone na orbitach w 1981 r.

W chwili obecnej system GPS NAVSTAR jest utrzymywany przez wiele służb, ale kieruje nim Departament Obrony USA (DOD¹⁴).

Do prowadzenia badań nad rozwojem tego systemu zostały wyznaczone Siły Powietrzne USA. W związku z tym cały system GPS NAVSTAR jest zarządzany przez Dowództwo Systemów Sił Powietrznych (AFSC)¹⁵ poprzez Połączone Biuro Programu GPS (JPO), zlokalizowane w Kwaterze Głównej Oddziału Systemów Kosmicznych¹⁶ w bazie w Los Angeles. W skład Połączonego Biura Programu wchodzi przedstawiciele: Sił Powietrznych, Marynarki Wojennej, Sił Lądowych, Korpusu Piechoty Morskiej, Straży Wybrzeża¹⁷, Agencji Kartograficznej Departamentu Obrony¹⁸, państw NATO i Australii.

Globalny system nawigacyjny składa się z trzech zasadniczych komponentów: zespołu satelitarnego, zespołu nadzoru oraz zespołu wyposażenia indywidualnego użytkowników¹⁹.

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 pięć 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.

¹⁴ DOD – ang. *Department of Defense*.

¹⁵ AFSC – ang. *Air Force System Command*.

¹⁶ USAF, SSD – ang. *US Air Force, Space Systems Division*.

¹⁷ US Coast Guard.

¹⁸ US DMA – ang. *US Defence Mapping Agency*.

¹⁹ J. Lamparski, *System NAVSTAR GPS*, Olsztyn 1994. J. Lamparski, S. Oszczak, *Stan obecny i perspektywy rozwoju systemu nawigacyjnego GPS NAVSTAR*, Materiały II Konferencji Naukowej, Dęblin 1993.

Zespół nadzoru składa się z Głównej Stacji Nadzoru (MCS²⁰) w Bazie Sił Powietrznych Falcon w Colorado Springs i stacji monitorujących na Hawajach, w Kwajalein, Diego Garcia i Ascesion. Wszystkie stacje monitorujące wyposażone są w anteny do łączności dwustronnej z satelitami. Stacje monitorujące biernie śledzą wszystkie widoczne satelity. Dane z tych stacji 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 cywilnych²¹ 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. Do 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 rzędu 1 kHz. Współczesne najmniejsze i najprostsze odbiorniki przeznaczone do potrzeb nawigacyjnych ważą nie więcej niż kilkaset gramów i mogą być trzymane w dłoni.

²⁰ MCS – ang. *Master Control Station*.

²¹ 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.

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 do 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 komputerem²².

System Globalnej Nawigacji GPS *Navstar* umożliwia²³:

- 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 kartograficznych²⁴. Odbiorniki, wyposażone w odpowiednie oprogramowanie, umożliwiają rejestrację informacji o terenie pola walki, która jest skojarzona z aktualną pozycją. Opracowanie danych 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 statycznych²⁵. 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. Pomiaru wykonywane techniką GPS stanowią istotną konkurencję dla pomiarów geodezyjnych przeprowadzanych metodami tradycyjnymi, a przy tworzeniu sieci wyższego rzędu są regułą ze względu na dokładność i niskie koszty;
- wykonywanie pomiarów geodezyjnych kinematycznych²⁶. W pomiarach tego typu wykorzystuje się fakt, że 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 pozycje kolejnych punktów

²² P. Frączyk, G. Modliński, *Opis systemu GPS*, NAVI, 1996.

²³ J. Janczak, G. Nowacki, W. Scheffs, *Możliwości wykorzystania systemu Globalnej Nawigacji Satelitarnej GPS NAVSTAR w Wojskach Lądowych RP*, praca naukowo-badawcza, AON, Warszawa 1999.

²⁴ GIS – ang. *Geographic Information System*.

²⁵ ang. *Static, Fast Static*.

²⁶ ang. *Kinematic, Stop & Go*.

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 locie, co w praktyce oznacza, że odbiornik może rozpoczynać i kontynuować pracę w trybie kinematycznym bez potrzeby umieszczania anteny na punkcie o znanych współrzędnych. Do 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 inżyniersko-saperskich z dużą dokładnością.

Przy wykorzystaniu różnicowego GPS precyzja dla sprzętu powszechnego użytku wynosi około 1 m, a dla specjalistycznego około 1 cm. Różnicowy GPS zabezpiecza ominięcie wprowadzonych przez twórców systemów 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 przypadku użytkowników cywilnych) do 1 m, 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.

Satelitarny system meteorologiczny DMSP (*Defense Meteorological Satellite Program*) zapewniał przekaz danych meteorologicznych w czasie niemal rzeczywistym na potrzeby Departamentu Obrony oraz innych rządowych agencji. Składał się z następujących segmentów:

- kosmicznego,
- dowodzenia, kontroli i łączności – C3S (*Command, Control, and Communications Segment*),
- użytkowników.

Program DMSP znany był wcześniej jako Program Zbierania i Przetwarzania Danych – DAPP (*Data Acquisition and Processing*), był utajniony do marca 1973 r.

Celem tego programu było prowadzenie globalnych obserwacji chmur i powierzchni Ziemi w paśmie wizualnym i podczerwonym.

Satelity systemu DMSP umieszczane były na orbitach synchronicznych. Satelita podzielony był na cztery części:

- (1) precyzyjnie zamontowana platforma z czujnikami i sprzętem wymagającym dokładnej regulacji;
- (2) moduł zawierający stabilizator żyroskopowy oraz czujniki meteorologiczne;
- (3) człon zawierający silnik trzeciego stopnia rakiety i wyposażenie kontrolne;
- (4) panel baterii słonecznych o powierzchni 9,29 m².

Satelita dokonywał korekcji swojej pozycji na orbicie. Satelity serii „Block 5D” posiadały urządzenie korygujące pozycję z dokładnością do 0,01 stopnia, czujniki temperatury i wilgotności oraz magnetometr. Dane były nagrywane lub przesyłane w czasie rzeczywistym do ośrodków naziemnych przez dwa równorzędne nadajniki (pasmo S). Stacje odczytowe znajdowały się w Fairchild AFB (Washington) i w Loring AFB (Maine). Dane były dalej przesyłane przez system SATCOM, do Centrum w bazie SP USA w Offutt (Nebraska). Dane odczytywane w trybie rzeczywistym były odbierane przez ruchome stanowiska taktyczne rozmieszczone na całym świecie.

Obecnie satelity DMSP są również częścią międzynarodowej sieci IPN3 (Interplanetary Network 3), zbudowanej w celu lokalizacji błysków promieniowania gamma.

Urządzenia systemu poszukiwania liniowego OLS (Operational Linescan System) znajdują się na statkach serii DMSP Block 5D. Ich zadaniem było prowadzenie dziennych i nocnych obserwacji pokrywy chmur oraz temperatury. Do tego celu służy teleskop optyczny oraz radiometr. Radiometr pracował w dwóch podzakresach długości fal (widzialnym 0,4-1,1 um, termicznym 10,2-12,8 um). Dane, wraz z przetwarzaniem pokładowym, opracowywane były na cztery sposoby:

- 1) widzialny dokładny (LF – *light fine*);
- 2) termiczny dokładny (TF – *thermal fine*) z rozdzielczością 560 m;
- 3) widzialny ogólny (LS – *light smoothed*);
- 4) termiczny ogólny (TS – *thermal smoothed*) z rozdzielczością 2,8 km.

Satelita DMSP-F19 najnowszej generacji został wyniesiony na orbitę 3 kwietnia 2014 roku z bazy Vandenberg.

2. Siły Powietrzno-Kosmiczne Sił Zbrojnych Federacji Rosyjskiej

2.1. Aktualne działania w zakresie tworzenia sił kosmicznych

Siły Powietrzno-Kosmiczne SZ FR (ros. *Воздушно-космические силы Вооружённых сил Российской Федерации, ВКС ВС России*) są jednym z trzech podstawowych rodzajów SZ FR, obok Wojsk Lądowych i Marynarki Wojennej.

Tworzenie sił rozpoczęło 1 grudnia 2011 roku, zostały powołane formalnie 1 sierpnia 2015 roku²⁷. W ich skład weszły struktury funkcjonujących wcześniej Wojsk Kosmicznych, Sił Powietrznych oraz Wojsk Obrony Przeciwlotniczej i Wojsk Obrony Przeciwrakietowej. Ich głównymi zadaniami są:

- obrona antybalistyczna,
- informowanie władz państwowych i wojskowych o zagrożeniach płynących z kosmosu, m.in. działalności wrogich satelitów i statków szpiegowskich, zagrożeniu pociskami balistycznymi,
- budowa, dowodzenie oraz kontrola nad satelitami i statkami kosmicznymi.

Siły Powietrzno-Kosmiczne SZ FR²⁸ zostały powołane na mocy dekretu Prezydenta FR Władimira Putina z dnia 26 grudnia 2014 roku. Powodem utworzenia tych struktur były zmiany w sytuacji międzynarodowej, ochrona bezpieczeństwa i interesów narodowych FR w przestrzeni kosmicznej, ponadto ostrzeganie przed atakami rakietowymi oraz kierowanie orbitalnymi aparatami kosmicznymi.

W Doktrynie Wojennej FR z 2014 r. za jedno z większych zagrożeń zewnętrznych zostało uznane stworzenie oraz rozwijanie systemów strategicznej obrony przeciwrakietowej, co przyczynia się do posiadania systemów broni w kosmosie oraz rozwijania strategicznych konwencjonalnych systemów broni precyzyjnego rażenia.

Rosjanie, podobnie jak Amerykanie, prowadzą badania nad superszybkim pojazdem kosmicznym – Ju-71²⁹, o prędkości hipersonicznej, budowanym w ramach tajnego projektu 4204. Prędkość pojazdu kosmicznego ma wynosić od pięciu do kilkunastu tysięcy km/h, z dużymi możliwościami manewrowania, co spowoduje, że systemy obrony przeciwrakietowej niewiele będą mogły zrobić w zakresie wykrycia takiego pojazdu.

Ponadto FR prowadzi badania dotyczące broni antysatelitarnej oraz laserów kosmicznych (ASAT), aby zestrzeliwać satelity szpiegowskie przeciwnika. W 2015 roku miała miejsce udana próba rakiety antysatelitarnej o nazwie Nudol³⁰. Broń tego typu ma zastąpić obecną tarczę antyrakietową, która chroni Moskwę. Posiadanie rakiet antysatelitarnych przez FR oraz ich testy dowodzą, że aktualnie ma miejsce kolejna faza militaryzacji przestrzeni kosmicznej. W przypadku posiadania kilkudziesięciu pocisków tego typu Federacja Rosyjska może mieć możliwość wpływania na efektywność funkcjonowania amerykańskich oraz zachodnioeuropejskich systemów

²⁷ Rosja sformowała wojska powietrzno-kosmiczne. Nowy rodzaj sił zbrojnych, 4 sierpnia 2015, <http://www.defence24.pl/rosja-sformowala-wijska-powietrzno-kosmiczne-nowy-rodzaj-sil-zbrojnych>.

²⁸ Ibidem

²⁹ Воздушно-космические силы. Министерство обороны Российской Федерации (Минобороны России), <https://structure.mil.ru/structure/forces/vks.htm> [dostęp 5.12.2015].

³⁰ Tajny rosyjski projekt 4204 kontra Amerykanie. Wyścig po najszybszą broń świata, 20 czerwca 2015, <https://www.tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiata,2/hipersoniczne-zbrojenia-projekt-4204-i-pojazd-wu-14,552902.html>.

rozpoznania, łączności satelitarnej oraz nawigacji, które są bardzo ważne przy wykonywaniu zadań przez siły zbrojne oraz w funkcjonowaniu instytucji cywilnych.

2.2. Geneza tworzenia wojsk kosmicznych Federacji Rosyjskiej³¹

Wojska Kosmiczne Federacji Rosyjskiej powstały oficjalnie 10 sierpnia 1992 r., nieco ponad trzy miesiące po sformowaniu Sił Zbrojnych Federacji Rosyjskiej³². Funkcjonowały aktywnie w latach 1992-1997 oraz 2001-2011.

Włączone zostały w skład Strategicznych Wojsk Rakietowych. Do ich zadań należało utrzymywanie w gotowości operacyjnej trzech kosmodromów: Bajkonur, Plesieck oraz Swobodnyj. W podporządkowaniu tych sił znalazły się wówczas: Akademia Inżynieryjna Sił Kosmicznych w St. Petersburgu, Centralny Instytut Naukowo-Badawczy Technologii Kosmicznych, Dowództwo Sił Kosmicznych, obejmujące Centrum Kontroli Satelitów (Główne Stanowisko Kierowania)³³ w Golicyno-2 pod Moskwą i inne obiekty na terytorium całej Rosji, np. Centrum Kontroli Lotów w Kaliningradzie.

W styczniu 2001 r. prezydent Putin podjął decyzję o wydzieleniu jednostek sił kosmicznych z podporządkowania Strategicznych Sił Rakietowych. Wszystkie siły kosmiczne i obrony kosmicznej włączone zostały do nowo utworzonego samodzielnego rodzaju sił zbrojnych, który zaczął funkcjonować 1 czerwca 2001 r. Na dowódcę tych sił wyznaczony został trzygwiazdkowy generał Anatolij Perminow.

Za podstawowe zadanie samodzielnych Wojsk Kosmicznych uznano zapewnienie ciągłej pracy systemów satelitarnych, głównie wczesnego ostrzegania o napadzie rakietowym.

W dyspozycji Wojsk Kosmicznych Federacji Rosyjskiej znajdowały się:

- system rozpoznania obrazowego (IMINT);
- system rozpoznania sygnałów elektromagnetycznych (SIGINT);

³¹ *Rosja testuje broń antysatelitarną*, <http://www.space24.pl/rosja-testuje-bron-antysatelitarna>, 5.12.2015.

³² G. Nowacki, *Militaryzacja kosmosu*, AON, Warszawa, s. 142-161. G. Nowacki, *Rozpoznanie satelitarne USA i Federacji Rosyjskiej*, AON, Warszawa 2002, s. 120-139. G. Nowacki, W. Krzeszowski, *Możliwości wykorzystania przestrzeni kosmicznej*, AON, Warszawa 2001. A. Kopik, *Space Forces*, *Novosti Kosmonavtiki*, 1.02.2009. Russian Space Forces (VKS), <https://www.globalsecurity.org/space/world/russia/vks.htm>, 10 kwietnia 2016. *Anti-Satellite Weapons (ASAT). History and definition*, by Anatoly Zak, Geneva, UNIDIR, March 2014, <http://www.unidir.ch/files/conferences/pdfs/anti-satellite-weapons-asats-history-and-definitions-en-1-968.pdf>. *Russia and China are fast developing high-tech lasers and missiles that could blow American satellites out of the sky, US defence chiefs have warned*, by Harvey Gavin, <https://www.express.co.uk/news/world/912995/russia-china-developing-anti-satellite-lasers-missiles-weapons-destroy-usa-surveillance>, February 1, 2018. Russian Space Forces facilities, <http://tass.com/defense/904054>, October 4, 2017. *History and Current Status of the Russian Space Program*, 1995, <https://www.princeton.edu/~ota/disk1/1995/9546/954605.PDF>.

³³ Wcześniej oczywiście funkcjonowały w strukturach Sił Zbrojnych Związku Radzieckiego.

- system wczesnego wykrywania i ostrzegania (WARNING);
- system przeciwrakietowy ASAT.

System rozpoznania obrazowego. Od 1962 do 1994 r. umieszczono więcej niż 800 satelitów rozpoznania fotograficznego na orbitach wokół Ziemi (25 satelitów zostało straconych). Satelity te wykonywały zadania w czasie od kilku dni do 400 i więcej dni. W latach 1993-1994 tylko kilka satelitów rozpoznawczych (wojskowych) zostało umieszczonych na orbicie. Jakkolwiek więcej niż dwa satelity były w tym okresie cały czas aktywne.

Pierwszym satelitą rozpoznania fotograficznego był Kosmos 4 wystrzelony w 1962 r. Wszystkie te satelity były umieszczane na orbicie za pomocą statku rakiety nośnej Sojuz U/U2 z kosmodromu Bajkonur lub Plesieck.

Rosyjskie satelity znajdowały się na orbitach ziemskich pod kątem 63-83 stopni. Satelity piątej generacji były wykorzystywane w latach 1982-1988, miały ustalone perygeum między 80 a 110 stopni. Satelity szóstej generacji rozpoczęły działalność jako Kosmos 2031 w 1989 r. Ich nachylenie wynosiło 50,5 stopnia. Satelity tej generacji wykorzystywane były w latach 1989-1993. W ich wyposażeniu znajdowały się urządzenia transmisji cyfrowej oraz kapsuła powrotna z filmem. Wystrzelwane były z kosmodromu Bajkonur i umieszczane za pomocą rakiety Sojuz-U2. Każdy z satelitów był umieszczany na orbicie o nachyleniu 64,8-64,9 stopni na wysokości 240-260 km.

W sierpniu 1994 r. został wystrzelony satelita siódmej generacji Kosmos 2290. Rakieta Zenit-2 wyniosła go na orbitę o nachyleniu 64,8 stopni na wysokości 212-292 km. Satelita był aktywny przez 221 dni i jego działalność nie odbiegała od poprzednich satelitów.

Satelita Zenit-4MT został wyprodukowany do prowadzenia rozpoznania obrazowego (fotografowania topograficznego) w celu wykonywania map. Badania nad tym satelitą prowadzone były na bazie Zenit-4. Został wyposażony w wysokościomierz laserowy, radar dopplerowski oraz kamerę topograficzną SA-106, która produkowana była w fabryce w Krasnogorsku.

Projekt został zakończony w 1968 r. Próby oblotowe rozpoczęły się w 1971 r. przy wykorzystaniu rakiety nośnej Sojuz 11A511M z przylądka Pleseck. Próby zakończono w 1975 r., system osiągnął gotowość operacyjną w 1976 r. Poszczególne orbity miały profile:

- inklinacja 81,3 stopnia, wysokość 215-245 km;
- inklinacja 72,8 stopnia, wysokość 200-325 km;
- inklinacja 62,8 stopnia, wysokość 230-275 km.

Satelita Zenit-6U. Uniwersalny satelita Zenit zwykle był umieszczany na dwóch orbitach:

- inklinacja 72,8 stopnia, wysokość 200-380 km;
- inklinacja 70,4 stopnia, wysokość 360-415 km.

24 listopada 1976 satelita Zenit-6U (Kosmos 867) został umieszczony na orbicie przez raketę nośną Sojuz 11A511U. Ciężar satelity 6300 kg, perygeum 250 km, apogeum 402 km, inklinacja 62,8 stopnia. Zmiana orbit co 12 dni. Film dostarczany przez kapsułę ratunkową.

Satelita *Ałmaz-T/K* prowadził rozpoznawanie sygnałów elektromagnetycznych. Był on odpowiednikiem satelity LACROSS. *Ałmaz-T* posiadał radar z syntezą obrazu SAR (Synthetic Aperture Radar), którego dokładność wynosiła od 10 do 15 m. Pierwszy satelita został wystrzelony w 1981 r., a następne w latach 1986-1987.

Satelita drugiej generacji *Ałmaz-T1* został wyniesiony na orbitę w 1991 r. Satelita ten w znaczny sposób przyczynił się do prowadzenia akcji ratunkowej zaginionego okrętu Michaił Somow na Antarktyce. Żadne inne czujniki nie były w stanie zlokalizować okrętu podczas nocy polarnej.

W 1992 r. firma Machine Building NPO rozpoczęła badania nad nowym satelitą *Almaz-T* wyposażonym w trzy radary SAR i optyczne teleskopy.

Badania nad satelitą rozpoznawania obrazowego *Arkon-1* rozpoczęto w 1980 r. na podstawie satelity Kozłow Yantar-4KS2 w celu sprostania wymaganiom, jakie posiadał amerykański satelita rozpoznawania obrazowego KH-11.

W czerwcu 1983 r. rząd byłego ZSRR zatwierdził projekt budowy optyczno-elektrycznego systemu satelitarnego trzeciej generacji *Arkon-1*. System miał się składać z dwóch grup satelitów (po 10 sztuk każda) na różnych orbitach. Miał zapewnić całkowitą obserwację powierzchni Ziemi. Próby wyniesienia na orbitę satelity rozpoczęto w latach 1986-1987.

Kolejne próby wyniesienia miały miejsce w roku 1991 oraz w latach 1996-1997. W końcu rozpoczęła się produkcja nowego satelity Yantar-4KS1.

6 czerwca 1997 r. nowy satelita *Arkon-1* (Kosmos 2344) został wyniesiony na orbitę w celu prowadzenia rozpoznawania fotograficznego. Jego ciężar wynosił 6000 kg, perygeum 1502 km, apogeum 2739 km, inklinacja 63,4 stopnia.

Satelita *Arkon* posiadał dokładność lokalizacji obiektów od 2 do 5 m, w zależności od wysokości na orbicie. Miał teleskop optyczny o bardzo długiej ogniskowej (27 m). Czujniki satelity pracowały w ośmiu zakresach częstotliwości, w paśmie od optycznego do podczerwieni (od 0,4 do 1,1 mikrona; $1\text{ m} = 10^{-6}\text{ m}$). Pas obserwacji (30 km) odpowiada polu widzenia 0,5 stopnia.

System rozpoznawania elektromagnetycznego (SIGINT). W ramach programu SIGINT głównie wystrzeliwane były satelity ELINT. Od 1967 r. 200 satelitów ELINT zostało umieszczonych na orbitach. Niektóre satelity rozpoznawania obrazowego także posiadały urządzenia ELINT. W latach 1993-1994 11 satelitów ELINT trzech różnych klas zostało wyniesionych na orbitę. W końcu 1995 r. system rozpoznawania elektronicznego Rosji liczył jedenaście satelitów.

Satelity ELINT były przeznaczone do przechwytywania sygnałów promieniowania elektromagnetycznego, zarówno urządzeń naziemnych, jak i morskich.

W byłym ZSRR odpowiedzialność za system rozpoznania satelitarne ELINT ponosił Szef Zarządu Rozpoznania (GRU) Sztabu Generalnego ZSRR.

System satelitarny ELINT został znacznie zredukowany i w jego skład wchodziły:

- trzy lub dwa satelity Celina D, nachylenie 30 stopni, wysokość 635-665 km;
- cztery satelity Celina 2, nachylenie 40 stopni, wysokość 850 km.

Satelita Celina D został wyniesiony na orbitę w 1983 roku, miał możliwość określenia położenia urządzeń emitujących energię elektromagnetyczną z dokładnością do 10 km.

Na początku system składał się z sześciu satelitów, a następnie pod koniec 1992 r. został zredukowany do trzech satelitów. Od tamtej pory tylko jeden raz w 1993 r. został wyniesiony na orbitę satelita ELINT przez Kosmos 2242 (pomiędzy Kosmos 2221 a Kosmos 2228), tworząc nowy system trzech satelitów ELINT.

Satelita Celina-2 został wyniesiony na orbitę w 1984 r. przez rakietę nośną Zenit-2 startującą z kosmodromu Bajkonur. Badania nad satelitami pierwszej generacji rozpoczęto na początku lat siedemdziesiątych. Autoryzacja programu nastąpiła w marcu 1973 r.

Satelita rozpoznania elektronicznego *EORSAT* (ELINT Ocean Reconnaissance Satellite) o wysokim standardzie został wyniesiony na orbitę w 1974 r. *EORSAT* był wykorzystywany do śledzenia okrętów. Zapewniał dane o ruchu okrętów w czasie niemal rzeczywistym. Dane przekazywane były do Moskwy za pośrednictwem satelitów *Mołnija* i *Raduga*.

System składał się z sześciu satelitów, po trzy na dwóch orbitach. Satelity mogły wykrywać okręty poruszające się z dużą szybkością z dokładnością do dwóch kilometrów.

System *EORSAT* podlegał pod GRU, chociaż jego działalność była prowadzona na korzyść Zarządu Rozpoznania SM.

Organizacyjnie system był zarządzany przez Centralne Towarzystwo Naukowe Kometa (Kometa Central Scientific Production Association) kierowane przez członka akademii, Generalnego Dyrektora Anatolija I. Savina. Towarzystwo było także odpowiedzialne za Satelitarny System Rozpoznania Oceanicznego (Radar Ocean Reconnaissance Satellite – *RORSAT*).

Satelita *EORSAT* ważył 3000 kg, miał średnicę 1,3 m oraz długość 17,0 m. Na początku lat dziewięćdziesiątych było aktywnych sześć satelitów *EORSAT*.

Program *RORSAT* zaczął się rozwijać w październiku 1970 r. Satelita *RORSAT* był podobny do *EORSAT*, ważył 3800 kg, miał średnicę 1,3 m oraz długość 10 m.

System wczesnego wykrywania i ostrzegania. System ten zaczęto budować na początku lat siedemdziesiątych. Głównym jego projektantem był Anatolij Savin. Satelity pracujące w systemie miały trzy typy czujników przechwytyjących sygnały elektromagnetyczne, które mogły wykryć rakiety balistyczne. Pierwsze satelity posiadały urządzenia do wykrywania źródeł promieniowania między podczerwienią a ultrafioletem. Satelity drugiej generacji miały dodatkowo mechaniczne skanery do

przeszukiwania źródeł promieniowania pracujących w podczerwieni. Wykrywały one amerykańskie i chińskie rakiety balistyczne (ICBM) oraz silosy.

Satelity pracujące w tym systemie umieszczane były na orbitach geostacjonarnych. W skład tego systemu wczesnego ostrzegania wchodziły cztery systemy:

- 1) System OKO,
 - 2) System wczesnego ostrzegania przed rakietami balistycznymi (Missile Attack Warning System),
 - 3) System PROGNOZ – geostacjonarny system wczesnego ostrzegania (GEO Early Warning),
 - 4) Zintegrowany projekt amerykańsko-rosyjski (Joint U.S./Russian Federation project).
- 1) *System OKO*. Pierwszy satelita tego systemu Kosmos 520 został wyniesiony na orbitę w 1972 r., jednak działalność operacyjną rozpoczął w 1976 r. Satelita posiadał teleskop z czujnikami o średnicy 0,3-0,5 m z czterostopniowym polem widzenia w zakresie podczerwieni (0,9-2,2 mm). Ważył 1250 kg, perygeum 4134 km, apogeum 36091 km, a inklinacja 68,8 stopnia.
- Satelita wystrzelony 8 lipca 1983 (Kosmos 1481) ważył 1250 kg, perygeum 2912 km, apogeum 36924 km, inklinacja 67,3 stopnia.
- Ostatnie trzy satelity Oko zostały wystrzelone w latach 1997-1999:
- Kosmos 2342, 14 maja 1997 r., perygeum 925 km, apogeum 39426 km, inklinacja 63,0 stopnie,
 - Kosmos 2351, 7 maja 1998 r., perygeum 620 km, apogeum 39720 km, inklinacja 63,0 stopnie,
 - Kosmos 2368, perygeum 551 km, apogeum 39138 km, inklinacja 62,9 stopnia.
- 2) *System Wczesnego Ostrzegania przed rakietami balistycznymi* (Missile Attack Warning System – rosyjska terminologia SPRN) rozpoczął działalność w roku 1976 wyniesieniem satelity Kosmos 862. Satelita ważył 1250 kg, posiadał średnicę 2,0 m oraz długość 1,7 m. W 1980 roku system składał się z 9 satelitów. Podlegał Dowództwu OP.

Satelita wczesnego wykrywania i ostrzegania SPRN był przeznaczony do wykrywania pocisków balistycznych w zakresie podczerwieni.

Pierwszy satelita (Kosmos 775) został wystrzelony 8 października 1975 r. z przylądka Bajkonur. Jego ciężar wynosił 2000 kg, perygeum 35721 km, apogeum 35812 km, inklinacja 13,6 stopnia.

Kolejne wyniesienia na orbitę miały miejsce w latach: 1984, 1985, 1987, 1988, 1991, 1992 (dwukrotnie), 1994 r.

Ostatni satelita (Kosmos 23450) został wystrzelony w 1997 r., jego ciężar wynosił 2500 kg, perygeum satelity to około 600 km, natomiast apogeum prawie 40 000 km, nachylenie 63 stopnie.

W latach 1993-1994 cztery z dziewięciu satelitów zostały zamienione. Były to: Kosmos 2232, Kosmos 2241, Kosmos 2261 w 1993, Kosmos 2286 w 1994 r.

W 1994 r. cały system był w pełni operacyjny, włącznie z satelitą starszej generacji Kosmos 2063.

- 3) *GEO Early Warning Systems (PROGNOZ)*. Satelita wczesnego wykrywania i ostrzegania Prognoz-2 był przeznaczony do wykrywania okrętów i kontroli mórz i oceanów oraz procesów w atmosferze Ziemi. Pierwsze próby z satelitą geostacjonarnym systemu wczesnego ostrzegania rozpoczęto w 1975 r., ale dopiero w 1984 r. działalność prowadził Kosmos 1546.

Pierwsze trzy satelity tego systemu (Kosmos 1546, 1629, 1894) przypominały całkowicie satelity OKO. Kolejny satelita Kosmos 1940 był eksperymentalny i miał możliwość wykrycia wybuchów nuklearnych. Satelita drugiej generacji otrzymał nazwę PROGNOZ, był to Kosmos 2133 wystrzelony w 1990 r. Satelita posiadał czujnik podczerwieni o średnicy 1 m.

Na początku 1993 r. trzy satelity systemu PROGNOZ były aktywne: Kosmos 2133, 2209, 2224. Kolejnym satelitą był Kosmos 2282 na pozycji 336 stopni E.

- 4) *Zintegrowany projekt amerykańsko-rosyjski* (Joint U.S./Russian Federation project). Przez długie lata USA i Rosja prowadziły rozmowy odnośnie do wspólnego programu dotyczącego międzynarodowego systemu wczesnego ostrzegania przed pociskami rakietowymi. W 1994 FR zaproponowała USA budowę systemu na małych wysokościach składającego się z 18 satelitów wczesnego ostrzegania. Chodziło o programy RAMOS i SKIPPER. RAMOS (Russian-American Observation Satellite) przewidywał umieszczenie satelitów na wysokości 425 km wyposażonych w czujniki podczerwieni.

Program SKIPPER był bardziej skomplikowany. Satelita o wadze 230 kg został zbudowany przez FR (Moscow Aviation Institute) i wyniesiony na orbitę przez raketę Mołnia-M. Posiadał czujniki UV i VUV. Znajdował się na orbicie na wysokości 820 km, perygeum 120-150 km.

System obrony przeciwrakietowej. W latach 1963-1964 powołano dwa nowe dowództwa SZ ZSRR: Dowództwo Wojsk Antyrakietowych PRO (*Protiv Rakietnaja Oborona*), odpowiedzialne za wykrycie, przechwytywanie i zniszczenie rakiet balistycznych, oraz Dowództwo Wojsk Przeciwrakietowych PKO (*Protiv Kosmicheskaja Oborona*), odpowiedzialne za niszczenie środków znajdujących się w przestrzeni kosmicznej. W 1992 r. PRO i PKO oraz jednostki wojsk kosmicznych zostały podporządkowane Naczelnemu Dowództwu SZ FR.

W celu przejęcia kontroli nad programem kosmicznym PKO rozpoczął prace w ramach ASAT. Federacja Rosyjska posiadała cztery systemy w ramach ASAT:

- 1) orbitalny (Co-Orbital ASAT);
- 2) antyrakietowy Gorgan ABM;
- 3) walki elektronicznej;
- 4) laserowy.

- 1) *System Orbitalny (Co-orbital ASAT)* zapoczątkowany przez pracownika naukowego Sawina powstał na bazie programu Kometa TNPO. Działał w oparciu o rakiety Cyklon-2. Został sprawdzony 20-krotnie w przestrzeni kosmicznej w okresie od października 1968 do czerwca 1982.

Do każdego testu odpowiedni obiekt–cel był wynoszony na orbitę okołoziemską (dwa pierwsze cele za pomocą rakiety Cyklon-2 startujące z kosmodromu Bajkonur, następne cele przez Kosmos-3M z kosmodromu Plesieck. Obiekty przechwytyjące 1-2 były wyrzucane z kosmodromu Bajkonur. Obiekt przechwytyjący ważył 1400 kg, średnica 1,8 m, długość 4,2 m, podczas gdy obiekt-cel był wielościanem o ciężarze 650 kg i średnicy 1,4 m.

W latach 1968-1971 przeprowadzono siedem prób zestrzelenia celu, z czego pięć zakończyło się powodzeniem.

W latach 1976-1982 udanych było trzynaście prób. Podczas gdy w poprzednich testach trzeba było użyć dwóch obiektów przechwytyjących do każdego celu, to w tych próbach wykorzystywano tylko jeden obiekt przechwytyjący.

- 2) *System antyrakietowy (Gorgon ABM)*. W 1960 r. Rosja posiadała system ABM wokół Moskwy, w składzie którego występowały trójgłowicowe pociski przechwytyjące Galosz. W skład systemu wchodziły pociski rakietowe Gazela i Gorgon. Gorgon był w stanie przechwytywać satelity poruszające się nad Moskwą na mniejszych wysokościach (kilkaset km).
- 3) *Walka radioelektroniczna*. Podczas gdy system orbitalny i ABB były ograniczone tylko do satelitów LEO, walka radioelektroniczna mogła być prowadzona na znacznych wysokościach, łącznie z satelitami GEO.
- 4) *Lasery*. Od 1970 roku ZSRR rozwijał program dotyczący wykorzystania laserów oraz broni mikrofalowej.

Centrum aktywności tej broni znajdowało się w pobliżu Moskwy (Sarysagan, Troick). W Sarysagan skonstruowano dwa systemy laserowe: jeden o długości fali 0,7 μm , drugi 10,6 μm . Laser gazowy (1 MW) został zbudowany w Troicku w latach siedemdziesiątych. Możliwości zniszczeń tych laserów obejmowały m.in. całkowite zniszczenie (fragmentację) oraz zniszczenie częściowe. Do całkowitego zniszczenia wymagana była bardzo duża energia, dlatego możliwe to było na niskich orbitach na wysokości kilkuset kilometrów. Zniszczenie częściowe możliwe było na wysokości powyżej 1000 km.

Od 1962 do 1994 r. Rosja wysłała na orbitę średnio pięć satelitów rozpoznawczych rocznie. Od tamtej pory liczba wynoszonych na orbity satelitów znacznie zmalała.

Do wynoszenia satelitów wykorzystywano rakiety nośne: Kosmos-2, Kosmos-3M, Cyklon-3, Zenit-2. Satelity były wynoszone na orbitę kołową na wysokość 350-550 km lub na orbitę eliptyczną na wysokość od 200 km do 2600 km. Nachylenie wynosiło 50,7 stopnia, 65,8 stopnia, 74 stopnie i 2,9 stopnia.

Pomimo trudności finansowych Federacja Rosyjska starała się utrzymać swój potencjał rozpoznania satelitarnego, wynosząc na orbitę kolejne satelity.

System GLONASS (od Global Navigation System – globalny system nawigacyjny) wykorzystuje satelity do radiowej transmisji sygnałów nawigacyjnych. Pozwala na określenie położenia dowolnego obiektu, czy to wojskowego, czy cywilnego, z dokładnością do 1 metra.

GLONASS powstał w wyniku inicjatywy rosyjskiego ministra obrony we wrześniu 1993 roku. Jest odpowiednikiem amerykańskiego GPS (Global Positioning System).

7 grudnia 2015 projekt został oficjalnie odebrany przez Ministerstwo Obrony FR, GLONASS posiada 24 aktywne satelity, które mają status operacyjny.

Wnioski

Rozwinięte technologicznie kraje są już niemal całkowicie uzależnione od przestrzeni kosmicznej, w której znajdują się urządzenia zapewniające wykrycie i ustalenie położenia samolotów, okrętów, czołgów czy innych obiektów (o wielkości 10 cm). Uderzenie w te systemy oznacza nie tylko oślepienie armii, lecz także paraliż całych krajów. Wojsko intensywnie pracuje nad urządzeniami, które niszczyłyby wrogie satelity rozpoznawcze i chroniły własne.

Wykorzystanie przestrzeni kosmicznej w celach militarnych od początku budziło zdecydowany sprzeciw wielu państw. ZSRR i Stany Zjednoczone podpisały nawet porozumienia dotyczące pokojowego wykorzystania kosmosu. Mimo to w latach 80. prezydent Ronald Reagan ogłosił Inicjatywę Obrony Strategicznej, którą nazwano „gwiazdne wojny”. W 1991 roku prezydent George Bush zmienił formułę na obronę przed ograniczonym atakiem rakietowym (program GPALS).

W 1985 r. utworzono Dowództwo Kosmiczne USA i przeprowadzono udaną próbę zniszczenia satelity w przestrzeni kosmicznej za pomocą rakiety antysatelitarnej. Później wykonywano próby z bronią laserową i raketami. Rozmieszczenie pierwszych elementów systemu planowano na lata 1994-1995. Ostatecznie Amerykanie zrezygnowali z projektu w 1993 r. W następnych latach inicjatywa odżyła w zmodyfikowanej formie Narodowej Obrony Antyrakietowej (NMD), opierającej się na wykorzystaniu satelitów rozpoznawczych i łączności oraz rakiet bazujących na lądzie (obecnie na okrętach).

Struktury Wojsk Kosmicznych Federacji Rosyjskiej powstały w 1992 roku, były aktywne w latach 1992-1997 oraz 2001-2011.

Stany Zjednoczone aktualnie powracają do koncepcji budowy systemu antyrakietowego. Może to naruszyć układ z Rosjanami, ale amerykańscy wojskowi tłumaczą, że narastające zagrożenie ze strony takich państw jak Irak, Iran czy Korea Północna jest bardziej niebezpieczne niż złamanie układów, które przecież można

renegocjować. Poza tym Amerykanie z coraz większym niepokojem spoglądają na rozwój chińskich technologii raketowych.

Amerykanie oraz Rosjanie prowadzą testy nad wysokoenergetycznym laserem, ponadto bezzałogowymi satelitami oraz pojazdami kosmicznymi o prędkości hipersonicznej, które wyposażone w systemy antyraketowe będą niszczyć cele przeciwnika.

Kongres Stanów Zjednoczonych zatwierdził plan utworzenia Sił Kosmicznych USA (Space Corps). Siły Powietrzno-Kosmiczne SZ FR zostały powołane formalnie 1 sierpnia 2015 roku.

Wykorzystanie przestrzeni kosmicznej do celów wojskowych staje się obecnie niezbędne w zakresie prowadzenia zarówno operacji militarnych, jak i niemilitarnych.

BIBLIOGRAFIA

LITERATURA

- [1] *A history of Anti-Satellite Programs* (2012), <https://www.ucsusa.org/nuclear-weapons/space-security/a-history-of-anti-satellite-programs#.WuV79aSFpDc>, February, 2012.
- [2] ЗАК А., *Anti-Satellite Weapons (ASAT). History and definition*, Geneva, UNIDIR, March 2014, <http://www.unidir.ch/files/conferences/pdfs/anti-satellite-weapons-asats-history-and-definitions-en-1-968.pdf>.
- [3] Воздушно-космические силы, Министерство обороны Российской Федерации (Минобороны России), <https://structure.mil.ru/structure/forces/vks.htm>, 5.12.2015.
- [4] CINNAMON J.D., *US Department of the Space Force: a necessary evolution*, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a562163.pdf>, 15.05.2012.
- [5] FRĄCZYK P., MODLIŃSKI G., *Opis systemu GPS, NAVI*, 1996.
- [6] *History and Current Status of the Russian Space Program*, 1995, <https://www.princeton.edu/~ota/disk1/1995/9546/954605.PDF>.
- [7] HAMBY J.R., SMITH O.A., *US Space Command – Does it support national military space requirements*, Air Command and Staff College, Air University, Maxwell AFB, April 1987, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a182087.pdf>.
- [8] JANCZAK J., NOWACKI G., SCHEFFS W., *Analiza możliwości wykorzystania systemu GPS NAVSTAR w Wojskach Lądowych RP*, AON, Warszawa 1999.
- [9] KARASIŃSKA A., *Sto milionów odpadów krąży nad naszymi głowami. Zobacz, jak do tego doszło*, 18 lipca 2017, <https://www.polityka.pl/tygodnikpolityka/nauka/1645708,1,sto-milionow-odpadow-krazy-nad-naszymi-glowami-zobacz-jak-do-tego-doszlo.read>.
- [10] КОПИК А., *Space Forces*, „Novosti Kosmonavtiki”, 1.02.2009.
- [11] LAMPARSKI J., *System NAVSTAR GPS*, Olsztyn 1994.
- [12] LAMPARSKI J., OSZCZAK S., *Stan obecny i perspektywy rozwoju systemu nawigacyjnego GPS NAVSTAR*, Materiały II Konferencji Naukowej, Dęblin 1993.
- [13] LIOPIROS K., LAM E., *Extremely High Frequency Satellites Offer Flexibility*, „Signal”, vol. 44, nr 11, July 1990.
- [14] Long range plan: implementing USSPACECOM vision for 2020. Peterson AFB, 1998.
- [15] *Nowa formacja sił kosmicznych USAF gotowa do służby*, 10 lutego 2016, <http://www.space24.pl/nowa-formacja-sil-kosmicznych-usaf-gotowa-do-sluzby>.
- [16] NOWACKI G., *Militaryzacja przestrzeni kosmicznej*, AON, Warszawa 2002.

- [17] NOWACKI G., *Rozpoznanie satelitarne USA i Federacji Rosyjskiej*, AON, Warszawa 2002.
- [18] NOWACKI G., KRZESZOWSKI W., *Możliwości wykorzystania przestrzeni kosmicznej*, AON, Warszawa 2001.
- [19] *Projekt XS-1. Amerykański robot do prowadzenia wojny w kosmosie*, <https://www.tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiata,2/xs-1-nowy-samolot-rakieta-wojska-usa-do-prowadzenia-wojny-w-kosmosie,743350.html>, 26.05.2017.
- [20] *Russian Space Forces (VKS)*, <https://www.globalsecurity.org/space/world/russia/vks.htm>, 10 kwietnia 2016.
- [21] *Rosja sformowała wojska powietrzno-kosmiczne. Nowy rodzaj sił zbrojnych*, 4 sierpnia 2015, <http://www.defence24.pl/rosja-sformowala-wojska-powietrzno-kosmiczne-nowy-rodzaj-sil-zbrojnych>.
- [22] *Russia and China are fast developing high-tech lasers and missiles that could blow American satellites out of the sky*, US defence chiefs have warned, by Harvey Gavin, <https://www.express.co.uk/news/world/912995/russia-china-developing-anti-satellite-lasers-missiles-weapons-destroy-usa-surveillance>, February 1, 2018.
- [23] *Russian Space Forces facilities*, <http://tass.com/defense/904054>, October 4, 2017.
- [24] SHARPE R.T., *GPS Receivers Configuration*, „Marine Electronics”, lipiec/sierpień 1990, *Siły Powietrzno-Kosmiczne Federacji Rosyjskiej – historia powstania i obecna struktura*, 17 czerwca 2017, <https://obserwatorpolityczny.pl/?p=48286>.
- [25] *Siły Powietrzno-Kosmiczne Federacji Rosyjskiej – historia powstania i obecna struktura*, 17 czerwca 2017, <https://obserwatorpolityczny.pl/?p=48286>.
- [26] SPILKER J.J., *GPS signal structure and performance characteristics*, [w:] „Navigation” 1978, vol. 25, no 2.
- [27] STANSELL T.A., *GPS Perspectives*, Papers presented at International Navigation Congress, Sydney, Australia 1988.
- [28] SZYJKO C.T., *Bezpieczeństwo kosmosu: rewizja zasad pokojowego wykorzystania przestrzeni wokółziemskiej*, <http://stosunki-miedzynarodowe.pl/bezpieczenstwo/798-bezpieczenstwo-kosmosu-rewizja-zasad-pokojowego-wykorzystania-przestrzeni-wokolziemskiej>, 8 lipca 2010.
- [29] SZYMOŃSKI M., *Nawigacyjne wykorzystanie sztucznych satelitów Ziemi*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1989.
- [30] *Tajny rosyjski projekt 4204 kontra Amerykanie. Wścig po najszybszą broń świata*, 20 czerwca 2015, <https://www.tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiata,2/hipersoniczne-zbrojenia-projekt-4204-i-pojazd-wu-14,552902.html>.
- [31] *The U.S. Air Force in Space 1945 to the Twenty-First Century*, Washington, D.C. 1998, <https://media.defense.gov/2010/Oct/01/2001329745/-1/-1/0/AFD-101001-060.pdf>.
- [32] TOFT H., *GPS Satellite Navigation – New Perspectives in Accurate Navigation*, Shipmate, Dania 1987.
- [33] *USA bliżej broni przyszłości. X51 mknął z prędkością hipersoniczną*, 4 maja 2013 roku, <https://www.tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiata,2/usa-blizej-broni-przyszlosci-x-51-mknal-z-predkoscia-hipersoniczna,323219.html>.

ŹRÓDŁA PRAWA KOSMICZNEGO

- [1] Konwencja o międzynarodowej odpowiedzialności za szkody wyrządzone przez obiekty kosmiczne, Moskwa–Londyn–Waszyngton, 29.03.1972 r.
- [2] Konwencja o przekazywaniu i wykorzystywaniu danych ze zdalnego badania Ziemi z kosmosu, Moskwa, 19.05.1978 r.

- [3] Konwencja o rejestracji obiektów wypuszczonych w przestrzeń kosmiczną otwarta do podpisu, Nowy Jork, 14.01.1975 r.
- [4] Porozumienie o współpracy w dziedzinie badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w celach pokojowych, Moskwa, 13.07.1976 r.
- [5] Układ o zakazie doświadczalnych wybuchów jądrowych w atmosferze, przestrzeni kosmicznej i pod wodą, Moskwa, 5.08.1963 r.
- [6] Układ o zasadach działalności państw w zakresie badania i użytkowania przestrzeni kosmicznej łącznie z Księżycem i innymi ciałami niebieskimi, Moskwa–Londyn–Waszyngton, 27.01.1967 r.
- [7] Umowa o ratowaniu kosmonautów, powrocie kosmonautów i zwrocie obiektów wypuszczonych w przestrzeń kosmiczną, Moskwa–Londyn–Waszyngton, 22.04.1968 r.
- [8] Umowa o działalności państw na Księżycu i innych ciałach niebieskich otwarta do podpisu, Nowy Jork, 18.12.1979 r.

USA AND RUSSIAN FEDERATION SPACE FORCES

Abstract. The paper discusses newly-established structures of space forces of the United States and Russian Federation, and over viewing their main missions and researches, while using space for civilian and military purposes. It should be noted that the unmanned planes, lasers, robots and other technologies are constantly put in space. Hence, the author describes origins of the functioning of space forces structures, both in the United States and Russia, including their structures and subordinate elements leading to systematic creation of space programs.

Keywords: space forces, space militarization, modern systems.

